

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Сибирский федеральный университет»

На правах рукописи



ВАЙНШТЕЙН Юлия Владимировна

**ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО АДАПТИВНОГО ПРЕДМЕТНОГО
ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ВУЗА В УСЛОВИЯХ
ЦИФРОВИЗАЦИИ**

Специальность 5.8.2 – теория и методика обучения и воспитания
(информатизация образования)

Диссертация
на соискание ученой степени
доктора педагогических наук

Научный консультант:
доктор технических наук, профессор
Геннадий Михайлович Цибульский

Красноярск - 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗЕ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ.....	26
1.1. Ведущие тенденции и перспективы развития образования в современных условиях	26
1.2. Психолого-педагогические аспекты построения образовательного процесса вуза в электронной среде.....	46
1.3. Персонализированное адаптивное обучение студентов вузов.....	83
Выводы по главе 1	98
ГЛАВА 2. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО АДАПТИВНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА	100
2.1. Построение педагогической концепции в условиях интеграции офлайн и онлайн обучения.....	100
2.2. Ядро концепции персонализированного адаптивного обучения в условиях цифровизации	110
2.3. Структурно-содержательная модель педагогического проектирования персонализированного адаптивного обучения	127
Выводы по главе 2.....	141
ГЛАВА 3. НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ.....	143
3.1. Модель методической системы образовательного процесса	143
3.2. Персонализированная адаптивная обучающая система	163
3.2.1. Субмодель представления образовательного контента	165
3.2.2. Субмодель персонального профиля обучающегося.....	183
3.2.3. Субмодель управления образовательным процессом	192

3.2.4. Субмодель компетентностного фреймворка	222
3.3. Интеграция и траектории реализации персонализированной адаптивной обучающей системы в образовательном процессе	235
Выводы по главе 3	250
ГЛАВА 4. ОРГАНИЗАЦИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА	252
4.1. Персонализированные адаптивные обучающие системы на примере математических дисциплин	252
4.2. Ход эксперимента и основные этапы исследования	293
4.3. Анализ результатов педагогического эксперимента	304
Выводы по главе 4	330
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	333
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	336
ПРИЛОЖЕНИЯ	382
Приложение 1. Примеры редакций учебного материала	382
Приложение 2. Методика выявления ведущего канала восприятия	395
Приложение 3. Методика оценки академической мотивации	399
Приложение 4. Методика оценки уровня рефлексии	403
Приложение 5. Бланк рефлексии в персонализированной адаптивной обучающей системе	408
Приложение 6. Описание систем управления обучением	410
Приложение 7. План учебной деятельности и рейтинг план	416

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В настоящее время осуществляется модернизация высшего образования, важным аспектом которой является цифровая трансформация. Драйвером цифровизации выступает формирование цифрового общества и становление цифровой экономики. Отличительной особенностью цифровизации образования является переход к персонализировано-результативному образовательному процессу в условиях развивающейся электронной информационно-образовательной среды. Одновременно происходит становление новых научно-педагогических представлений о роли, которую цифровизация может сыграть в повышении качества обучения студентов.

В Указах Президента РФ «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» и «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года», Приоритетном проекте «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации», а также Распоряжении Правительства РФ «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» обозначена необходимость цифровой трансформации образования, включающей ускоренное внедрение цифровых технологий, создание современной и безопасной цифровой образовательной среды, развитие принципиально новых адаптивных, практико-ориентированных, гибких образовательных программ в высшем профессиональном образовании. Эпидемиологическая ситуация, возникшая в связи с распространением новой коронавирусной инфекции, потребовала массовой организации онлайн обучения в электронной информационно-образовательной среде, тем самым еще более ускорила внедрение цифровых технологий в образование, создающих дополнительные возможности для развития персонализированного электронного обучения.

Несмотря на возрастающий интерес к персонализированному электронному обучению, в настоящее время имеются лишь отдельные практики его реализации в процессе обучения студентов вузов. В основном развиваются подходы

к персонализации обучения студентов через модели индивидуальных образовательных траекторий, обеспечивающие формирование образовательных программ с персональным набором модулей и дисциплин на основе индивидуальных предпочтений или образовательных возможностей обучающихся. С позиции повышения качества обучения было бы целесообразным дополнить модели индивидуальных образовательных траекторий в рамках образовательных программ студентов моделями управления предметным обучением, обеспечивающими автоматизированное формирование образовательных траекторий в учебном предмете на основе динамического анализа данных в электронной информационно-образовательной среде.

Существуют также отдельные практики и модели организации персонализированного образовательного процесса по дисциплинам в условиях онлайн обучения на основе адаптивности, ориентированной на статические характеристики обучающихся, не изменяющиеся на протяжении изучения дисциплины, например, стилевые характеристики, физиологические особенности и др., которую мы будем называть пассивной адаптивностью. С позиции повышения качества обучения становится понятным, что актуализируется педагогическое проектирование образовательного процесса студентов вуза на основе адаптивности, комплексно учитывающей динамические характеристики студентов, которые могут изменяться в процессе изучения дисциплины, включая персональные потребности и цели обучающихся, которую мы будем называть активной адаптивностью. При этом педагогическое проектирование образовательного процесса следует вести на основе интеграции результативных подходов в офлайн и онлайн обучении, а также с учетом психолого-педагогических особенностей современного поколения обучающихся. При организации образовательного процесса по дисциплине именно цифровизация дает значительные возможности для построения индивидуальных образовательных траекторий студентов, основанных на создании моделей микропорционного структурирования образовательного контента дисциплины, вариативности набора индивидуальных характеристик студентов в процессе ее

изучения, управления образовательным процессом и многомерной оценки образовательных результатов по дисциплине. Однако в настоящее время такие модели не разработаны.

Таким образом, возникает проблема педагогического проектирования персонализированного адаптивного обучения учебной дисциплине студентов вуза в условиях цифровизации образования.

Степень научной разработанности проблемы. Развитие информатизации образования началось с информатизации предметного обучения, в частности с интеграции информатики и математики, на которую оказали влияние известные математики (А.П. Ершов, Ю.И. Журавлев, А.Н. Колмогоров, А.Л. Семёнов и др.). В настоящее время развивается методология информатизации образования и ведутся исследования, связанные с цифровизацией образования (С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун, С.Д. Каракозов, М.П. Лапчик, И.В. Роберт, А.Ю. Уваров и др.).

Одним из перспективных направлений в условиях цифровой трансформации образования выступает адаптивное обучение. Анализируя существующие подходы адаптивного обучения, условно можно выделить следующие основные направления: развитие программируемого обучения, а также технологий адаптивного обучения и тестирования (В.П. Беспалько, П.Л. Брусиловский, Н.А. Краудер, Г. Паск, Б.Ф. Скиннер и др.); теоретические основы построения педагогической адаптивной образовательной системы в условиях офлайн обучения – обучения, реализуемого при прямом контакте обучаемого и преподавателя (П.Я. Гальперин, А.С. Границкая, Н.П. Капустин, Е.А. Ямбург и др.); разработка структуры и содержания адаптивных образовательных систем и ресурсов как элементов электронной информационно-образовательной среды в условиях онлайн обучения (Е.В. Бондаревская, В.В. Гура, В.И. Токтарова и др.). Однако в настоящее время не реализованы новые образовательные возможности, которые открываются на основе современных цифровых технологий, а также развития и синтеза существующих подходов адаптивного обучения.

За последние двадцать лет накоплен значительный мировой и отечественный опыт в области онлайн обучения и разработки электронных обучающих курсов и ресурсов (Т. Бэйтс, Д. Опп, А. Хикен и др.). В условиях интенсивного развития электронного обучения развиваются подходы и методы персонализации образования (Д. Буклей, Б. Нильссон, Дж. Фишер, О. Эйкен и др.). Многие исследователи рассматривают адаптивное и персонализированное обучение как самостоятельные результативные подходы, и потому введение понятия персонализированного адаптивного обучения требует уточнения.

В условиях цифровизации образования развиваются методики управления учебным процессом в электронной информационно-образовательной среде вузов (П.П. Дьячук, Р. Мерфи, Г. Хинтон, Л. Ризотто, и др.), а также методы и подходы цифрового мониторинга, фиксации и прогнозирования поведения обучаемого (А.Г. Бермус, И.Г. Захарова, В.А. Кудинов и др.). Разработаны модели и методики построения индивидуальных образовательных траекторий в обучающих средах и электронных образовательных системах (Р.М. Асадуллин, М.В. Литвиненко, Т.В. Погодаева, К.Л. Полупан и др.). В современных условиях необходимо развитие моделей активного управления образовательным процессом по дисциплине в электронной мультипользовательской среде, обеспечивающих педагогическое взаимодействие участников обучения с опорой на многоаспектность индивидуальных характеристик студентов.

Перечисленные исследования внесли серьезный вклад в построение персонализированного образовательного процесса на основе технологий адаптивного обучения в электронных образовательных системах, однако, цифровизация современного образования, дистанционное обучение в условиях пандемии коронавирусной инфекции выявили новые проблемы в образовании.

Проведенный анализ существующих по данной проблематике исследований и опыт практической работы позволили выявить **противоречия**:

– на социально-педагогическом уровне:

между требованиями цифрового общества, федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к личностному и профессиональному развитию обучающихся с применением электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС) и недостаточной разработанностью результативных подходов к построению персонализированного адаптивного образовательного процесса в вузе в условиях цифровизации;

– на научно-теоретическом уровне:

между объективной необходимостью персонализации массового образовательного процесса в вузе, осуществляемого с применением ЭИОС в условиях цифровизации образования и отсутствием целостной научно обоснованной концепции построения персонализированного адаптивного предметного обучения в вузе в условиях интеграции офлайн и онлайн обучения;

– на научно-методическом уровне:

между возможностями персонализированного обучения с применением ЭИОС для личностного и профессионального роста студентов и отсутствием эффективной методической системы персонализированного адаптивного предметного обучения с применением комплекса современных цифровых технологий, направленной на достижение образовательных результатов с учетом индивидуальных характеристик студентов, развитие самоорганизации, активности и рефлексии обучающихся в электронной среде.

Выявленные противоречия отражают необходимость целостного понимания персонализированной организации образовательного процесса в электронной среде, развития его теоретико-концептуальных оснований, разработки методической системы персонализированного адаптивного предметного обучения (обучения учебной дисциплине) для всех этапов этого процесса в их взаимосвязи, что и обуславливает **актуальность** настоящего исследования.

Необходимость разрешения указанных противоречий определяет **проблему исследования**: каким должно быть персонализированное адаптивное обучение учебной дисциплине студентов вуза в условиях цифровизации?

Недостаточная теоретическая и практическая разработанность проблемы исследования, необходимость совместного рассмотрения выявленных противоречий, обусловленных объективными требованиями к выпускнику вуза и современными тенденциями цифровой трансформации образовательной системы, определили выбор **темы исследования**: «Педагогическое проектирование персонализированного адаптивного предметного обучения студентов вуза в условиях цифровизации». Результаты исследования могут быть применимы к любой учебной дисциплине в вузе.

Ведущая идея исследования состоит в том, чтобы осуществить педагогическое проектирование персонализированного адаптивного предметного обучения студентов вуза на основе: научно-обоснованной концепции, интегрирующей преимущества результативных подходов в офлайн обучении с возможностями ЭИОС; активной адаптивности, предполагающей управление обучением с учетом открытого набора динамических характеристик студента, изменяющихся в процессе изучения дисциплины; синтеза адаптивного и персонализированного обучения, состоящего в разработке стратегий адаптации контента с учетом образовательных результатов, индивидуальных характеристик и возможности управления студентом своей образовательной траекторией в рамках учебной дисциплины; возможности перехода на нано-уровень дисциплины за счет структурирования учебного контента до микропорций в процессе изучения.

Цель исследования заключается в педагогическом проектировании персонализированного адаптивного предметного обучения студентов вуза в электронной информационно-образовательной среде в современных условиях.

Объект исследования – процесс обучения студентов вуза учебной дисциплине с применением электронной информационно-образовательной среды.

Предмет исследования – педагогическое проектирование персонализированного адаптивного обучения учебной дисциплине студентов вуза в условиях цифровизации.

Гипотеза исследования: персонализированное адаптивное обучение учебной дисциплине будет результативным, если его педагогическое проектирование основано на модели обратного педагогического дизайна, т.е. осуществляется исходя из образовательных результатов и при этом:

– использована концепция, интегрирующая результативные подходы в офлайн обучении (системный, личностно-ориентированный, деятельностный, предметно-информационный и средовой подходы при ведущей роли компетентностного подхода) с возможностями онлайн обучения в ЭИОС;

– разработаны стратегии адаптации на основе принципов как адаптивного, так и персонализированного обучения, реализующие активную адаптивность с учетом динамических характеристик обучающегося, которые могут изменяться в процессе обучения и позволяющие студенту управлять своей образовательной траекторией в процессе изучения дисциплины;

– образовательный контент учебной дисциплины структурирован до уровня микропорций, что повышает гибкость стратегий адаптации при построении индивидуальных образовательных траекторий в ЭИОС;

– создана целостная персонализированная адаптивная обучающая система, состоящая из субмоделей: представления вариативного образовательного контента, персонального профиля обучающегося, компетентностного фреймворка для многомерной оценки образовательных результатов и управления образовательным процессом по дисциплине.

В соответствии с целью, гипотезой, предметом и объектом исследования были поставлены следующие **задачи**.

1. На основе анализа философских и научно-педагогических исследований в России и за рубежом выявить теоретико-методологические основания образовательного процесса в вузе в условиях цифровизации образования и выявить сущность педагогического проектирования такого обучения.

2. Выявить перспективные направления совершенствования образовательного процесса и обосновать целесообразность и эффективность его построения на основе адаптивных технологий обучения, провести

концептуальный анализ понятийно-терминологического поля проблемы, конкретизировать понятие и особенности персонализированного адаптивного обучения.

3. Создать концепцию персонализированного адаптивного обучения, которая интегрирует преимущества подходов в офлайн образовании с возможностями онлайн обучения для организации образовательного процесса в ЭИОС.

4. Выделить основные этапы педагогического проектирования персонализированного адаптивного обучения в вузе и построить структурно-содержательную модель этого процесса на основе модели обратного педагогического дизайна, включающую систему требований и механизмы функционирования целостной педагогической системы предметного обучения в ЭИОС в условиях цифровизации образования.

5. Обосновать целесообразность и эффективность реализации активной адаптивности, осуществляемой на основе динамически изменяющихся в процессе обучения учебной дисциплине характеристик обучающегося в ЭИОС.

6. Разработать стратегии адаптации на основе принципов как адаптивного, так и персонализированного обучения, позволяющие студенту самостоятельно управлять формированием своей образовательной траектории в ЭИОС.

7. Обосновать представление предметной области дисциплины в виде мультивариативных микропорций образовательного контента, которые являются контентной основой адаптивности и формирования гибких индивидуальных образовательных траекторий.

8. Разработать субмодели представления вариативного образовательного контента; персонального профиля обучающегося; компетентностного фреймворка для формирования и оценки многомерных образовательных результатов по дисциплине; управления образовательным процессом на основе построения стратегий адаптации образовательного контента дисциплины, входящие в целостную структуру персонализированной адаптивной обучающей системы.

9. Разработать персонализированную адаптивную обучающую систему (на примере математических дисциплин для студентов информационно-технологических направлений подготовки), включающую мультимедийный образовательный контент, банк индивидуальных и групповых заданий, в том числе профессионально-ориентированных заданий проектной деятельности для достижения образовательных результатов студентов.

10. Разработать методическую систему персонализированного адаптивного обучения, обеспечивающую стратегии интеграции персонализированной адаптивной обучающей системы в образовательный процесс по дисциплине и траектории ее реализации для обеспечения предметного обучения.

11. Провести педагогический эксперимент по оценке результативности исследования, направленного на педагогическое проектирование персонализированного адаптивного предметного обучения в вузе, сформулировать основные выводы.

Методологическую основу исследования составили *системный подход*, позволивший рассматривать обучение как целостную систему во взаимосвязи ее компонент, позволяющий интегрировать преимущества компетентностного, личностно-ориентированного, деятельностного, предметно-информационного и средового подходов (В.Г. Афанасьев, И.В. Блауберг, А.М. Новиков, В.Н. Садовский, Э.Г. Юдин и др.); *компетентностный подход* в образовании, определяющий цели и образовательные результаты (В.А. Адольф, В.И. Звонников, И.А. Зимняя, Н.Г. Селевко, А.В. Хуторской, В.А. Шершнева, Л.В. Шкерина и др.); *личностно-ориентированный подход*, рассматривающий студента как субъекта образовательной деятельности (А.Г. Асмолов, Н.В. Гафурова, А.А. Леонтьев, С.И. Осипова, И.С. Якиманская и др.); *деятельностный подход*, обуславливающий приоритетность включения активных и практико-ориентированных методов в образовательный процесс (Б.Г. Ананьев, Л.С. Выготский, П.Я. Гальперин, А.Н. Леонтьев, С.Л. Рубинштейн, В.Д. Шадриков и др.); *предметно-информационный подход*, определяющий организацию учебной деятельности с применением цифровых технологий на

различных этапах (Р.Ф. Абдеев, Н.И. Пак, А.Е. Поличка, И.В. Роберт, А.Д. Урсул, В.И. Штанько и др.); *средовый подход*, предоставляющий базис для личностного развития, управления самоорганизацией, активностью и рефлексией обучающихся (Н. Луман, Ю.С. Мануйлов, Т.В. Менг, Н.Б. Стрекалова и др.).

Теоретическую основу исследования составили работы в области теории информатизации образования (С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун, И.Г. Захарова, М.П. Лапчик, Н.И. Пак, Е.С. Полат, М.И. Рагулина, И.В. Роберт, Е.К. Хеннер и др.); *работы в области методики, подходов и технологий электронного и дистанционного обучения* (А.А. Андреев, Л.Л. Босова, А.А. Веряев, Б.Е. Стариченко, Э.Г. Скибицкий, О.Г. Смолянинова, С.Р. Удалов, Г.А. Федорова и др.); *работы в области персонализации обучения в электронной среде* (Дж. Фишер, Р. Лью, Дж. Пэйн, А.Ю. Уваров, О. Эйкен и др.); *работы в области представления и структурирования образовательного контента* (А.И. Азевич, Г.А. Атанов, Е.Н. Давыдова, Т. Мюррей, Г.М. Цибульский и др.); *теория программированного и адаптивного обучения* (Г.А. Атанов, В.П. Беспалько, П.Л. Брусиловский, Б.Ф. Скиннер, Н.А. Краудер, Г. Паск и др.); *работы в области педагогического проектирования* (Е.С. Заир-Бек, В.М. Монахов, В.В. Юдин, Н.О. Яковлева и др.), *теория микрообучения* (М.Дж. Доласински, Дж. Фернандес, М. Линднер, С. Мозель, Дж. Рейнольдс и др.); *теория проблемного обучения* (В.А. Крутецкий, И.Я. Лернер, М.И. Махмутов, М.Н. Скаткин и др.); *теория игры и геймификации деятельности* (А. Адлер, К. Вербах, С. Детеринг, Б. Стоун, Д. Хантер, Д.Б. Эльконин и др.); *теория мотивации* (Т.О. Гордеева, Э. Дисси, А. Маслоу, Р. Райан и др.), *теория рефлексии учебной деятельности* (О.С. Анисимов, М.М. Бахтин, А.К. Карпов, А.В. Петровский, Г.П. Щедровицкий и др.).

В исследовании использовалась следующая совокупность **методов**:

1. Теоретические методы: сравнительно-сопоставительный анализ психолого-педагогической и научно-методической литературы, нормативно-методических и законодательных документов по проблематике исследования, методологический анализ профессиональных и федеральных государственных

образовательных стандартов высшего образования; анализ и обобщение зарубежного и отечественного опыта; педагогическое моделирование персонализированного адаптивного учебного процесса и прогнозирование его результатов; сопоставление, систематизация и обобщение данных.

2. Методы эмпирического исследования: педагогическое наблюдение, анкетирование, опрос, тестирование, мониторинг, экспертная оценка, самооценка, взаимооценка, интервьюирование преподавателей и студентов, диагностика уровня сформированности образовательных результатов, педагогический эксперимент.

3. Статистические методы обработки данных исследования: сбор статистической информации, ранжирование, шкалирование, рейтинговая оценка, методы математической статистики обработки результатов педагогического исследования.

Научная новизна исследования заключается в том, что поставлена и решена проблема педагогического проектирования персонализированного адаптивного предметного обучения в вузе, обеспечивающего повышение качества образовательного процесса на основе массовой персонализации в ЭИОС в условиях цифровизации образования, при этом:

– разработана и научно обоснована целостная *концепция персонализированного адаптивного обучения* в условиях цифровизации высшего образования, соединяющая преимущества подходов офлайн и онлайн обучения, ядро которой построено в условиях системной интеграции педагогических принципов, включающих *общедидактические* (научности, системности, междисциплинарности, фундаментализации, целостности, доступности); *личностно-направленные* (персонализации, индивидуальной результативности, мотивационно-интеллектуальной активности, коммуникативности) и *технологически-обеспечивающие* (микропорционности, активной адаптивности, релевантности, вариативности ролей преподавателя, цикличности, управляемости и автоматизированного мониторинга), выявленных на основе *педагогических закономерностей*, характеризующих педагогический процесс (баланс интеграции

онлайн и офлайн компонент, акцент на самостоятельность обучения, акцент на активные и интерактивные методы, динамичность процессов в современном обществе, акцент на визуализацию образовательного контента, многообразие образовательных форм, методов и средств, технологичность образовательных процессов, фокусное и динамичное обучение);

– предложена *структурно-содержательная модель педагогического проектирования персонализированного адаптивного обучения*, содержащая технологические этапы (построение поля образовательных результатов, создание профиля обучающегося, структурирование и создание образовательного контента, создание средств диагностики результатов обучения и обратной связи, построение механизмов управления обучением, педагогическая рефлексия) комплексно раскрывающие процесс обучения в электронной информационно-образовательной среде;

– обоснованы и реализованы *стратегии адаптивности* на основе синтеза принципов адаптивного и персонализированного обучения, реализующие *активную адаптивность* как управление образовательным процессом на основе динамических характеристик обучающегося (персональных потребностей, целей, познавательных интересов, образовательных результатов и индивидуальных характеристик студентов) и позволяющие студенту управлять формированием индивидуальной образовательной траектории в процессе изучения дисциплины в ЭИОС вуза;

– обосновано представление предметной области дисциплины в виде мультивариативных *микрорций учебного материала – термов образовательного контента*, которые являются контентной основой адаптивности и обеспечивают гибкое формирование индивидуальных образовательных траекторий;

– разработаны *субмодели: представления вариативного образовательного контента*, интегрирующая методы логико-гносеологического анализа понятий с методами таксономической иерархии на базе теории графов и гиперграфов, *персонального профиля обучающегося*, включающая открытый набор

индивидуальных характеристик студента; *компетентностного фреймворка* для многомерной оценки образовательных результатов по дисциплине; *управления образовательным процессом* с учетом персональных потребностей и целей обучающегося в электронной среде, комплексное вхождение которых в структуру персонализированной адаптивной обучающей системы обеспечивает массовую персонализацию обучения студентов в ЭИОС;

– построена *методическая система персонализированного адаптивного обучения*, включающая целевой, содержательно-концептуальный, адаптивно-технологический и результативно-оценочный компоненты, которые обеспечивают построение индивидуальных образовательных траекторий в ЭИОС, гибкую адаптацию форм и методов обучения под персональные потребности, цели обучающихся и формирование персонального образовательного пространства на основе персонализированной адаптивной обучающей системы. Предложены *стратегии интеграции персонализированной адаптивной обучающей системы в образовательный процесс по дисциплине и траектории ее реализации* (ознакомительная, академическая, академическая с элементами квазипрофессиональной, квазипрофессиональная и учебно-профессиональная).

Теоретическая значимость исследования. Обогащены теоретико-методологические основы информатизации образования за счет:

– *конкретизации понятия персонализированного адаптивного обучения* как образовательного процесса, реализуемого в электронной информационно-образовательной среде, который включает стратегии адаптации, динамически изменяющие содержание образовательного контента, формы обучения и формирующие индивидуальную образовательную траекторию на основе персональных потребностей, целей, познавательных интересов, образовательных результатов и индивидуальных характеристик обучающихся;

– *разработки концепции персонализированного адаптивного обучения*, ядро которой составляют *педагогические закономерности*, характеризующие рассматриваемый педагогический процесс (баланс интеграции онлайн и офлайн компонент, акцент на самостоятельность обучения, акцент на активные и

интерактивные методы, динамичность процессов в современном обществе, акцент на визуализацию образовательного контента, многообразие образовательных форм, методов и средств, технологичность образовательных процессов, фокусное и динамичное обучение) и *педагогические принципы*, включающие *общедидактические* (научности, системности, междисциплинарности, фундаментализации, целостности, доступности, управляемости); *личностно-направленные* (персонализации, индивидуальной результативности, мотивационно-интеллектуальной активности, коммуникативности) и *технологически-обеспечивающие* (микropорционности, активной адаптивности, релевантности, вариативности ролей преподавателя, цикличности и автоматизированного мониторинга);

– *обоснования и разработки структурно-содержательной модели педагогического проектирования персонализированного адаптивного обучения*, которая включает в качестве компонентов технологические этапы, что расширяет научные представления о проектировании образовательного процесса в условиях интеграции офлайн и онлайн обучения и закладывает основания комплексного обновления методических систем в условиях цифровизации образования;

– *обоснования и разработки стратегий адаптивности персонализированного адаптивного предметного обучения*, реализующих активную адаптивность, комплексно учитывающую динамические характеристики обучающегося, которые изменяются на протяжении обучения и позволяющих студенту управлять построением индивидуальной образовательной траектории в процессе изучения дисциплины в ЭИОС вуза;

– *построения теоретических оснований структурирования учебного контента до уровня микропорций – термов образовательного контента*, что повышает гибкость стратегий адаптации при построении индивидуальных образовательных траекторий при обучении учебной дисциплине студентов вуза;

– *построения теоретических оснований субмоделей представления вариативного образовательного контента, персонального профиля обучающегося, компетентностного фреймворка и управления образовательным процессом*,

входящих в структуру персонализированной адаптивной обучающей системы, обеспечивающей массовую персонализацию обучения студентов в ЭИОС вуза в условиях цифровизации.

Практическая значимость исследования:

– разработаны педагогическая концепция персонализированного адаптивного обучения и методическая система обучения, которые внедрены в образовательную систему ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», ФГБОУ ВО «Тувинский государственный университет», Сибирского регионального центра компетенций в области онлайн обучения в г. Красноярске;

– разработаны и внедрены персонализированные адаптивные обучающие системы по математическим дисциплинам «Математическая логика и теория алгоритмов», «Дискретная математика» для направлений подготовки бакалавриата 09.03.01 – «Информатика и вычислительная техника», 09.03.02 – «Информационные системы и технологии»; 09.03.04 – «Программная инженерия» в системе электронного обучения Сибирского федерального университета и платформе онлайн обучения Е-Сибирь регионального центра компетенций (г. Красноярск);

– подготовлено и опубликовано учебно-методическое обеспечение, включающее рекомендации и указания по разработке персонализированных адаптивных обучающих систем, программы, методические материалы для преподавателей, инструкции по созданию адаптивных формирующих и диагностических контрольно-измерительных материалов, методические указания для студентов вузов;

– разработаны программные модули сбора и мониторинга образовательных результатов обучающихся в электронной среде, оценки трудоемкости самостоятельной работы студентов, сбора и анализа статистических данных об активности обучающихся в ЭИОС и получены свидетельства о государственной регистрации программ для электронных вычислительных машин.

Одним из существенных практических результатов исследования является создание методической системы, на основе которой любая образовательная организация может создавать собственные предметные персонализированные адаптивные обучающие системы и выстраивать персонализированное адаптивное обучение. Полученные практико-ориентированные результаты (учебно-методические материалы, персонализированные адаптивные обучающие системы, учебно-методическое обеспечение дисциплин в ЭИОС) находят широкое применение в региональной системе высшего образования Красноярского края и системе высшего образования Республики Тыва. Практические результаты исследования благодаря универсальности теоретической базы могут быть тиражированы в системе высшего образования, а также в системе дополнительного и среднего профессионального образования вне зависимости от предметной области, применяемых программных средств, систем управления обучением и технологических решений.

Теоретические подходы, методические рекомендации по разработке адаптивных обучающих систем и организации персонализированного адаптивного обучения обобщены в монографиях «Разработка адаптивных электронных обучающих курсов в среде LMS Moodle», «Эволюция образования в условиях информатизации», «Формирование математической компетентности студентов инженерно-технологических направлений подготовки в условиях цифровизации образования» для преподавателей, студентов и аспирантов.

Экспериментальная база исследования. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тувинский государственный университет» и Сибирский региональный центр компетенций в области онлайн обучения в г. Красноярске.

Организация и этапы исследования. Исследование проводилось в период с 2010 по 2021 годы и включало констатирующий, поисковый, формирующий и

обобщающий этапы. Общее количество участвующих в эксперименте составило более 800 человек.

На *первом этапе исследования* (2010-2013 гг.) – *констатирующем* – проводился анализ психолого-педагогической и научно-методической литературы, нормативно-законодательных документов с целью выявить степень разработанности проблемы исследования, определялись противоречия, ведущая идея, цель, гипотеза, ставились задачи исследования, проанализированы нормативно-законодательные документы, уточнено понятийно-терминологическое поле проблемы, обосновано содержание и этапы опытно-экспериментальной работы, методы изучения исследуемого феномена. Проведен констатирующий эксперимент по анализу процесса обучения студентов с применением ЭИОС, изучению образовательных потребностей, сложностей и проблем, возникающих у обучающихся и педагогов при построении образовательного процесса в условиях цифровизации высшего образования.

На *втором этапе* (2014-2017 гг.) – *поисковом* – осуществлялась исследовательская работа по систематизации и обобщению накопленного эмпирического опыта, по обоснованию и педагогическому проектированию персонализированного адаптивного обучения, разрабатывалась педагогическая концепция персонализированного адаптивного обучения, включающая закономерности и принципы образовательного процесса в современных условиях, структурно-содержательная модель педагогического проектирования персонализированного адаптивного обучения и методическая система образовательного процесса, которая позволяет в единстве и целостности представить и реализовать персонализацию обучения в электронной среде с возможностью активной адаптации учебного контента к динамически изменяемым характеристикам обучающегося. Обоснована и разработана структура персонализированной адаптивной обучающей системы (ПАОС), включающая комплекс субмоделей представления образовательного контента, персонального профиля обучающегося, компетентностного фреймворка, управления образовательным процессом и разработаны стратегии интеграции

ПАОС в образовательный процесс и траектории ее реализации. В процессе поискового эксперимента анализировались формы и методы обучения в ЭИОС, потенциал современных технологий для реализации персонализированного адаптивного обучения.

На *третьем этапе* (2018-2019 гг.) – *формирующем* – проводилась экспериментальная работа по проверке гипотезы исследования о достижении персональных образовательных результатов студентов с учетом индивидуальных характеристик, осуществлялась практическая реализация методической системы персонализированного адаптивного образовательного процесса и персонализированных адаптивных обучающих систем в системе электронного обучения ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», в среде онлайн обучения Е-Сибирь регионального центра компетенций в области онлайн образования г. Красноярска. Апробация и внедрение в учебный процесс результатов исследования осуществлялось для студентов информационно-технологических направлений подготовки на примере математических дисциплин.

На *четвертом этапе* (2020-2021 г.) – *обобщающем* – проводились анализ, систематизация, обобщение и оформление результатов исследования и уточнение выводов, определение перспектив дальнейшего исследования поставленной проблемы.

Апробация и внедрение результатов исследования. Материалы, основные положения и теоретические и практические результаты исследования обсуждались на научно-методических семинарах, форумах и конференциях различного уровня: *международных*: «Научная дискуссия: Вопросы педагогики и психологии» (Москва, 2013), «Психология и педагогика: Методика и проблемы практического применения» (Новосибирск, 2016), «Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании» (Красноярск, 2016, 2018, 2019, 2020), «Информатизация образования: теория и практика» (Омск, 2016, 2017), «Преподавание математики и компьютерных наук в высшей школе» (Пермь, 2017), «Электронное обучение в непрерывном

образовании» (Ульяновск, 2017), «Современное образование: актуальные вопросы, достижения и инновации» (Пенза, 2017), «Информатизация непрерывного образования» (Москва, 2018), «Некоторые актуальные проблемы современной математики и математического образования» (Санкт-Петербург, 2018), «ERPA International Congresses on Education» (Стамбул, 2018; Сакаръя, 2019), «Теория и методика обучения и воспитания в современном образовательном пространстве» (Новосибирск, 2018), «Современные Web-технологии в цифровом образовании: значение, возможности, реализация» (Арзамас, 2019), «Innovative Approaches in Computer Science within Higher Education» (Екатеринбург, 2020), «Современные образовательные Web-технологии в реализации личностного потенциала обучающихся» (Арзамас, 2020), «Современные информационные технологии в образовании» (Троицк, Москва, 2020), «Развитие личности в условиях цифровизации образования: от начальной к высшей школе» (Елецк, 2020), «eLearning Stakeholders and Researchers Summit» (Москва, 2020); *всероссийских, межрегиональных и региональных*: «Информационно-коммуникационные технологии и информатика в современном образовании» (Москва, 2017), «Конференциум академии социального управления» (Москва, 2017), «Дистанционное обучение в высшем образовании: опыт, проблемы и перспективы развития» (Санкт-Петербург, 2019, 2020), «Актуальные проблемы методики обучения информатике и математике в современной школе» (Москва, 2020), «Круглый стол Ассоциации ведущих университетов «Образование в постковидную эпоху: тренды новой реальности» (Санкт-Петербург, 2021).

По результатам исследования опубликовано 76 работ, в том числе 24 статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, 10 статей в изданиях, индексируемых в базах Scopus и Web of Science, 4 монографии, 5 учебно-методических изданий, получены 3 авторских свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Апробация диссертационного исследования осуществлялась в рамках научного проекта РФФИ №18-013-00654. Результаты диссертационного

исследования внедрены в научно-образовательную практику ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» (г. Красноярск), ФГБОУ ВО «Тувинский государственный университет» (г. Кызыл), Регионального центра компетенций в области онлайн обучения (г. Красноярск), созданного в рамках реализации приоритетного проекта «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации».

Достоверность и обоснованность результатов обеспечивается разносторонним теоретическим анализом психолого-педагогических, нормативно-методических исследований и нормативно-законодательных документов в области информатизации и цифровизации образования; опорой на результативные методологические подходы офлайн обучения; комплексным системным подходом к педагогическому проектированию персонализированного адаптивного обучения на основе образовательных результатов; обобщением и учетом существующего опыта персонализированного и адаптивного обучения; установленной перспективностью интеграции офлайн и онлайн обучения; опытно-экспериментальной проверкой теоретических оснований и внутренней непротиворечивостью результатов; комплексным характером поэтапного педагогического исследования; качественной воспроизводимостью результатов опытно-экспериментальной работы для различных репрезентативных групп студентов информационно-технологических направлений подготовки; длительной апробацией результатов в системе высшего образования.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. *Концепция персонализированного адаптивного обучения*, базирующаяся на системном, компетентностном, личностно-ориентированном, деятельностном, предметно-информационном, средовом подходах с включением в ее ядро педагогических закономерностей и принципов: *общедидактических* (научности, системности, междисциплинарности, фундаментализации, целостности, доступности), *личностно-направленных* (персонализации, индивидуальной результативности, мотивационно-интеллектуальной активности,

коммуникативности) и *технологически-обеспечивающих* (микропорционности, активной адаптивности, релевантности, вариативности ролей преподавателя, цикличности, управляемости и автоматизированного мониторинга) является теоретико-методологической основой персонализированного адаптивного предметного обучения студентов в условиях цифровизации.

2. *Структурно-содержательная модель педагогического проектирования* персонализированного адаптивного предметного обучения раскрывает технологические этапы и содержание образовательного процесса и позволяет обеспечить достижение персональных образовательных результатов и формировать персональное образовательное пространство, обеспечивающее массовую персонализацию обучения в условиях цифровизации образования.

3. *Стратегии адаптивности персонализированного адаптивного предметного обучения*, построенные на основе синтеза принципов адаптивного и персонализированного обучения обеспечивают активную адаптацию образовательного контента, форм и методов предметного обучения на основе персональных потребностей, целей, познавательных интересов, образовательных результатов и индивидуальных характеристик студентов, а также дают возможность автоматизированного построения персонального образовательного пространства и самостоятельного управления студенту формированием индивидуальной образовательной траектории в ЭИОС.

4. Структурирование предметной области учебной дисциплины в виде мультивариативных *микропорций учебного материала* – *термов образовательного контента*, которые являются контентной основой адаптивности, повышает гибкость стратегий адаптации при построении индивидуальных образовательных траекторий обучающихся в ЭИОС вуза.

5. Разработанные субмодели: представления вариативного образовательного контента; персонального профиля обучающегося; компетентностного фреймворка для многомерной оценки образовательных результатов по дисциплине; управления образовательным процессом на основе стратегий адаптации образовательного контента дисциплины, входящие в

целостную структуру персонализированной адаптивной обучающей системы обеспечивают процесс персонализированного адаптивного обучения, реализуемый в ЭИОС вуза.

6. *Методическая система*, разработанная в соответствии с педагогическим проектированием персонализированного адаптивного предметного обучения студентов, содержащая целевой, концептуально-содержательный, адаптивно-технологический и результативно-оценочный компоненты и выполняющая интеграцию персонализированной адаптивной обучающей системы в учебный процесс по дисциплине обеспечивает результативность образовательного процесса в вузе в условиях цифровизации.

Объем и структура диссертации. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗЕ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

1.1. Ведущие тенденции и перспективы развития образования в современных условиях

Интенсивное внедрение цифровых технологий в жизнь современного общества, формирование информационного пространства и развитие электронных образовательных систем приводит к становлению новых научно-педагогических представлений об организации образовательного процесса студентов вузов, качественному переосмыслению подходов к образованию, а также ускорению темпов его развития. Повсеместное внедрение в систему образования и учебный процесс цифровых и информационных технологий является общемировой тенденцией и представляет собой один из самых значимых процессов, произошедших в системе образования в последнее время. Рассмотрим исторические основания становления цифровизации образования, основные этапы трансформации образования и развития образовательной системы, их сущность и основные характеристики [10, 85, 87, 102, 103, 122, 123, 149, 156, 158, 206, 244, 278-280, 289, 395, 303, 338, 341-343, 346, 359, 374]. Согласно научно-педагогическим исследованиям с точки зрения проникновения информационных, цифровых технологий в педагогическую образовательную практику к основным этапам можно отнести компьютеризацию, информатизацию и цифровизацию образования [339-343, 438].

При этом компьютеризация образования, которая выступает этапом технологического обновления сферы образования, наряду с внедрением в образовательный процесс компьютерной техники, представляет собой перевод учебного процесса на компьютерную основу, создание методик компьютерного обучения, компьютерных систем обучения и обучающих программ. Начало этапа компьютеризации часто связывают с развитием в середине прошлого века в США

теории программируемого обучения Б.Ф. Скиннера и Н. Краудера и первым опытом применения компьютерной техники в обучении [188, 296].

Начало этапа компьютеризации в России отождествляют с первыми отечественными работами 1960-1990 годов А.И. Берга, Е.Л. Белкина, В.П. Беспалько, П.Я. Гальперина, Е.И. Машбица, Н.М. Розенберга, Н.Ф. Талызиной в области кибернетической педагогики, программированного обучения, создания тестовых методик, методик объективного контроля и обучающих машин [5, 17, 20-22, 83, 227, 281, 323, 324]. В своих работах Е.И. Машбиц среди особенностей этапа компьютерного обучения выделил становление теоретических обоснований компьютеризации образования, увеличение количества исследований в области психолого-педагогических проблем обучения с применением компьютера, возникновение новых теорий обучения [227]. Существующие исследования, посвященные проблемам компьютеризации образования объединяет единое мнение о том, что этот этап трансформации образовательной системы определил направления ее развития в части: подготовки специалистов для профессиональной деятельности в сфере компьютерных и информационных технологий; модернизации образовательных программ и внедрения в их содержание общеобразовательной информатики; развития подходов и технологий применения в качестве средства обучения компьютерной техники; развития информационной культуры и мировоззрения в обществе.

Значительный вклад в становление компьютеризации образования внес академик АН СССР А.П. Ершов [122, 123]. Его идеи по выстраиванию информационного общества послужили началом государственной реформы образования в 1985 году, ориентированной на формирование «компьютерной грамотности» и внедрение в обучение школьников обязательного курса изучения основ информатики и вычислительной техники. Под его руководством была разработана Концепция использования средств вычислительной техники в сфере образования, направленная на компьютеризацию отечественной системы среднего образования [181]. Основные положения концепции А.П. Ершова нашли свое

отражение в «Концепции информатизации советского общества» 1990 года, разработанной под руководством Д.М. Гвишиани и определившей этапы социального развития общества и основные направления информатизации образования на индивидуализацию образовательного процесса, его ориентацию на способности обучающихся, увеличение творческой составляющей обучения [180]. В российской образовательной практике начало этапа информатизации образования принято отождествлять с утверждением Концепции информатизации общества, в которой информатизация представлена как «процесс подготовки человека к полноценной жизни в условиях информационного общества» [169, 170, 180].

Отметим, что термин «информатизация» произошел не от английского *informatization* и практически не встречается в англоязычных публикациях до 1990 года и впервые употребляется в докладе «Информатизация общества» 1978 года [303]. В этот период понятие информатизации практически отождествлялась с компьютерными технологиями и в 1980 году при переводе доклада на английский был использован устоявшийся на тот период термин «компьютеризация общества».

Но анализ научно-педагогической литературы показывает, что в этот период в России осуществлялся уверенный переход на этап информатизации образования. Понятие информатизации начало встречаться в рефератах и научно-аналитических обзорах Российской академии наук по применению средств информатики и вычислительной техники в жизни общества и стало использоваться в значении «оснащать вычислительной техникой» (перевод с французского *informatize*). Отметим, что широкое распространение термина «информатизация» произошло после публикации статьи в 1998 году в газете «Правда» академиков Д.М. Гвишиани, В.С. Михалевича, В.С. Семенихина и профессора А.И. Ракитова, в которой они отмечали отставание нашей страны от развитых стран Запада, США и Японии в сфере информационных технологий и предложили для обеспечения стратегии прорыва нашего государства в качестве одной из основных сфер безотлагательной информатизации выделить

информатизацию образования и науки. Они также отмечали, что компьютеры в школах и вузах должны стать не экзотикой, а повседневным рабочим инструментом [274].

Рассмотрим концептуальные основы информатизации отечественного образования. Анализируя Программу информатизации образования в Российской Федерации, утвержденную в 1993 году, в качестве основных направлений работ по информатизации образования можно выделить:

- информатизацию образовательного и воспитательного процесса;
- выполнение фундаментальных и прикладных научно-практических исследований в вузах в области информатизации образовательного процесса и развития информационных ресурсов и сред, проектирование и разработку информационных систем создания и мониторинга научно-технических программ;
- создание и развитие механизмов управления образовательной системой вуза;
- организацию на базе Федеральной университетской компьютерной сети RUNNet современной информационно-образовательной среды вуза;
- развитие инфраструктуры обеспечения процесса информатизации высшего образования через организацию региональных центров информатизации и новых информационных технологий, координируемых Центром информатизации образования «Информика»;
- оснащение вузов России техническими и компьютерными средствами;
- информационную интеграцию российских вузов в мировое образовательное пространство.

Анализируя Концепцию системной интеграции информационных технологий и Концепцию развития сети телекоммуникаций в высшем образовании Российской Федерации (1993, 1994 гг.) мы заметили, что они отразили появление практического опыта в области информатизации образования, интеграцию отечественного образования в мировую образовательную систему,

определили направления развития информационных технологий в этот период [179, 182, 183].

Занимаясь проблематикой информационного общества, созданием и применением информационно-коммуникационных технологий значительный вклад в ее развитие внесла И.В. Роберт [279]. В своих исследованиях она определила информатизацию образования как процесс, который инициирует подходы к управлению образованием на основе: применения автоматизированных банков данных научно-педагогической информации, информационно-методических материалов, а также коммуникационных сетей; развития стратегических принципов формирования содержания, форм и методов обучения и воспитания, направленных на личностное развитие обучающегося в условиях внедрения информационных технологий; разработки методик обучения и методических систем, развивающих интеллектуальные способности студентов, самостоятельную познавательную деятельность; создания и применения систем компьютерного тестирования, реализующих диагностический аппарат контроля и оценки образовательных результатов [279].

Федеральный закон №24-ФЗ «Об информации, информатизации и защите информации» от 20.02.1995 года [349] определил законодательные механизмы регулирования отношений, возникающих при создании и использовании информационных технологий и ресурсов в информационном обществе. В дальнейшем в «Концепции информатизации сферы образования Российской Федерации» термин «информатизация» рассмотрен в связке с социоэкономическим развитием и определен как: «глобальный процесс, связанный с кардинальным изменением структуры и характера мировой экономики и социального развития, переходом к наукоемкому производству и новым видам информационного обмена» [181]. Отметим, что в федеральном законе №24-ФЗ информатизация – «организационный, социально-экономический и научно-технический процесс создания оптимальных условий для удовлетворения информационных потребностей и реализации прав граждан, органов государственной власти, органов местного самоуправления, организаций,

общественных объединений на основе формирования и использования информационных ресурсов» [349].

Интенсивное развитие общества привело к тому, что процесс информатизации образования стал его неотъемлемой частью. С 2000 года, как отмечает в своих исследованиях М.П. Лапчик, формируется принципиально новое научное направление в педагогической науке и происходит становление новой научной специальности в России «Теория и методика обучения и воспитания – информатизация образования» [206].

В 2001-2003 гг. Институтом развития информационного общества было проведено исследование по оценке готовности России к глобальной информатизации во всех сферах деятельности общества [95]. Результаты фундаментального исследования строились на основе анализа государственных статистических данных, результатов анкетирований и опросов россиян, изучения отчетов организаций разного уровня о состоянии рынка информационно-коммуникационных технологий и сопоставления их с результатами анализа мирового уровня информатизации. Результаты исследования показали, что масштабная информатизация страны зависит от инфраструктурных, кадровых, экономических, политических и других факторов.

Зарубежные программы и проекты построения информационного общества, например, стран Европейского союза, Балтийского региона Европы, Франции, Великобритании и Японии (eEurope Action Plan, NeDAP, Government Action Programme for Information Society, UK Online, Basic IT Strategy) также определяют значимость информационных и онлайн технологий как фундаментальной составляющей перехода к построению информационной экономики и развитого информационного общества.

В 2003 году присоединение России к Болонской декларации послужило катализатором модернизации и реформирования российского образования. Теоретический анализ литературы [84, 353 и др.] позволил выделить характерные особенности процесса модернизации образования этого периода в России:

1. Развитие направления – педагогическая информатика, направленного на повышение эффективности учебного процесса в условиях внедрения современных информационных технологий и применения новых педагогических инструментов за счет создания новых форм, образовательных методов и средств обучения.

2. Информационная поддержка образовательного процесса при помощи современных телекоммуникационных и информационных средств, обеспечивающих удаленный доступ всех участников образовательного процесса к мировым научно-образовательным ресурсам.

3. Развитие и распространение дистанционного обучения, расширяющего масштабы образовательного пространства за счет новых подходов к реализации процессов обучения и самообучения и обеспечивающего доступность образования для населения страны.

4. Модификация содержания образования на всех уровнях и построение образовательного процесса, направленного на формирование у студентов принципиально новых личностных качеств и навыков, необходимых в условиях постиндустриального информационного общества.

В рамках научно-методического развития обозначенных направлений были приняты программы создания системы открытого образования (2003-2004 гг.), национальный проект «Образование» (2005 г.), стратегия развития информационного общества в Российской Федерации (2008 г.), федеральная целевая программа РФ «Электронная Россия (2002-2010 гг.)», Концепция правовой информатизации России (2003, 2005 гг.) [103, 268, 269].

В российской педагогической литературе научные основы информатизации и модернизации образования заложены в работах известных математиков (А.П. Ершов, В.М. Глушков, Ю.И. Журавлев, А.Н. Колмогоров, А.Л. Семенов, С.Л. Соболев, А.Н. Тихонов и др.), которые оказали большое влияние на информатизацию предметного обучения, в частности интеграцию информатики и математики [122, 123, 289, 328, 329]. Разрабатывается методология и теория информатизации образования (Б.С. Гершунский, С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун,

К.К. Колин, С.Д. Каракозов, М.П. Лапчик, И.В. Роберт, А.Ю. Уваров, Е.К. Хеннер и др.) [10, 87, 102-104, 149, 156-158, 169, 170, 206, 278-280, 302, 339-343, 358].

Следует отметить многообразие определений понятия «информатизация образования», анализируя содержание которых можно классифицировать его трактование как:

– часть процесса информатизации общества (А.П. Ершов, С. Лем и др.) [23, 122];

– комплекс мер и социально-педагогических преобразований (П.И. Пидкасистый, А.Л. Семенов и др.) [249, 289];

– деятельность, направленную на внедрение компьютерных и информационно-коммуникационных технологий (Н.Н. Елистратова, Д.Е. Прокудин и др.) [120, 268];

– процесс обеспечения образовательной системы (В.Г. Кинелев, А.Д. Урсул, И.В. Роберт, В.П. Демкин, Г.В. Можаяева, Н.И. Гендина, Н.И. Колкова, Г.А. Стародубова, А.Я. Минин, А.Ю. Уваров и др.) [86, 113, 229, 252, 280, 339, 346];

– область деятельности человека (С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун и др.) [102].

Различные трактовки понятия «информатизация образования» приведены в таблице 1.

Анализируя представленные определения, отметим наиболее распространенный вариант понимания информатизации образования как процесса, который берет свои истоки в различных справочниках, словарях и т.п. Однако, согласимся с М.П. Лапчиком, что определение, предложенное С.Г. Григорьевым и В.В. Гриншкуном «идущее от содержания подготовки, как области научно-практической деятельности человека представляет собой более конструктивный подход» [302]. М.П. Лапчик в своей монографии в условиях перехода к информационному обществу выделил противоречия, существующие в системах российского образования всех уровней, разрешение которых возможно в

условиях распространения электронного обучения. Среди них противоречия социально-педагогического характера между стоимостью обучения, трудностями в обеспечении индивидуализации обучения в традиционном образовательном процессе и возможностями интерактивного образовательного контента, а также противоречия организационно-методического характера, решение которых направлено на развитие познавательной самостоятельности студентов [302].

Таблица 1

Основные определения информатизации образования

Авторы, источники	Определение понятия «Информатизация образования»
Гендина Н.И., Колкова Н.И. , Стародубова Г.А.	«процесс подготовки человека к полноценной жизни в условиях современного информационного мирового сообщества, и продуктивному использованию информации и знаний на основе широкого использования нетрадиционных носителей информации» [86].
Григорьев С.Г., Гриншкун В.Г.	«область научно-практической деятельности человека, направленная на применение методов и средств сбора, хранения, обработки и распространения информации для систематизации имеющихся и формирования новых знаний в рамках достижения психолого-педагогических целей обучения и воспитания» [102].
Демкин В.П., Можаева Г.В.	«процесс обеспечения сферы образования теорией и практикой разработки и использования современных информационных технологий, ориентированных на реализацию психолого-педагогических целей обучения и воспитания» [113].
Елистратова Н. Н.	«научно-практическая деятельность, направленная на применение компьютерных технологий для сбора, хранения, обработки и распространения информации, обеспечивающая систематизацию имеющихся и формирование новых знаний в сфере образования для достижения психолого-педагогических целей обучения и воспитания» [120].

Авторы, источники	Определение понятия «Информатизация образования»
Ершов А.П.	«часть информатизации общества, реализующая комплекс мер, направленных на обеспечение полного использования достоверного, исчерпывающего и своевременного знания во всех общественно значимых видах человеческой деятельности» [122, 123].
Каракозов С.Д., Уваров А.Ю.	«полноценное и эффективное использование компьютеров и другой электронно-вычислительной техники в учебном процессе и планомерно организованная работа по его трансформации, затрагивающая все его стороны» [156].
Кинелев В.Г.	«широкомасштабное применение методов и средств сбора, хранения и распространения информации, обеспечивающей систематизацию имеющихся и формирование новых знаний, и их использование обществом для текущего управления и дальнейшего совершенствования и развития» [252].
Концепция информатизации сферы образования РФ, 1998	«процесс, направленный на реализацию замысла повышения качества содержания образования, проведение исследований и разработок, внедрение, сопровождение и развитие, замену традиционных технологий на более эффективные во всех видах деятельности в национальной системе образования РФ» [181].
Лем С.	«часть процесса информатизации общества, который можно рассматривать как один из определяющих факторов поворота к высокоорганизованной стадии цивилизации» [23].
Минин А.Я.	внедрение в образовательный процесс перспективных информационных технологий и создание оптимальных условий для удовлетворения информационных потребностей обучаемых, педагогов, образовательных организаций и повышения качества подготовки на основе массового использования информационной и вычислительной техники, средств связи и коммуникаций [229].

Авторы, источники	Определение понятия «Информатизация образования»
Педагогический терминологический словарь	«процесс обеспечения сферы образования методологией и практикой разработки и оптимального использования современных информационных технологий, ориентированных на реализацию психолого-педагогических целей обучения, воспитания» [23].
Пидкасистый П.И.	«комплекс мер по преобразованию педагогических процессов на основе внедрения в обучение и воспитание информационной продукции, средств, технологий» [249]
Прокудин Д.Е.	«целенаправленная деятельность по разработке и внедрению информационно-коммуникационных технологий: – в учебный процесс для подготовки граждан к жизни и деятельности в условиях современного информационного общества и повышения качества общеобразовательной и профессиональной подготовки специалистов на основе широкого использования информационно-коммуникационных технологий; – в управление системой образования для повышения эффективности и качества процессами управления; – в методическую и научно-педагогическую деятельность для повышения качества работы педагогов и разработки и внедрения новых образовательных технологий на основе использования информационно-коммуникационных технологий» [268].
Роберт И.В.	«процесс обеспечения сферы образования методологией и практикой разработки и оптимального использования средств ИКТ, ориентированных на реализацию психолого-педагогических целей обучения и воспитания» [278].
Российская педагогическая энциклопедия	«комплекс социально-педагогических преобразований, связанных с насыщением образовательных систем информационной продукцией, средствами и технологиями через использование в учреждениях системы образования цифровых информационных средств, а также информационной продукции и педагогических технологий, базирующихся на этих средствах» [107].

Авторы, источники	Определение понятия «Информатизация образования»
Семенов А.Л.	«приведение образовательной системы в соответствие с потребностями и возможностями информационного общества» [228].
Соломин В. П.	«процесс подготовки человека к полноценной жизни в условиях информационного общества» [347]
Уваров А.Ю.	«инновационный процесс, связанный с изменением содержания, методов и организационных форм общеобразовательной подготовки учащихся на этапе перехода к жизни в информационном обществе» [339]
Урсул А.Д.	«системно – деятельностный процесс овладения информацией, как ресурсом управления и развития с помощью средств информатики с целью создания информационного общества, и на этой основе – дальнейшего продолжения прогресса цивилизации» [346].

Отметим, что в исследованиях А.Ю. Уварова представлено разделение этапа информатизации образования на раннюю и зрелую информатизацию, при этом ранняя информатизация характеризуется деятельностью, направленной преимущественно на создание образовательных материалов, а зрелая информатизация – на развитие механизмов реализации образовательной деятельности [340].

Но сегодня, как отмечает С.Г. Григорьев, в связи с переходом общества на новый уровень развития технологий обработки больших данных, блокчейн, интернет-вещей, цифровых и интеллектуальных информационных технологий информатизация переходит на следующий уровень развития – в эпоху цифровизации [149]. Современные цифровые технологии дают возможность обеспечить каждому обучающемуся индивидуализацию образовательной траектории, методов и темпа освоения образовательного материала [111].

Впервые понятие цифровизации было введено американским ученым в области компьютерных наук Николасом Негропonte в 1995 году и было

представлено как процесс перехода от обработки атомов к обработке битов [424]. В 2016 на всемирном экономическом форуме в Канадском городе Давосе К. Шваб анонсировал мировой переход на этап четвертой промышленной революции. К ее основным направлениям он отнес расширение цифровых технологий (новые вычислительные технологии, технологии распределенного реестра, интернет вещей), преобразование физического мира (искусственный интеллект и роботы, передовые материалы, аддитивное производство и многомерная печать), изменение человека (биотехнологии, нейротехнологии, виртуальная и дополненная реальность), интеграция окружающей среды (накопление и передача энергии, геоинженерия, космические технологии) [370].

Перспективные направления развития и внедрения цифровых технологий в России определены на нормативно-законодательном уровне. Президентом Российской Федерации в своих указах о национальных целях и стратегических задачах развития страны обозначена необходимость ускоренного внедрения цифровых технологий в систему образования и развития цифровой образовательной среды, внедрения новых адаптивных, практико-направленных, гибких образовательных программ.

В Постановлении Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 г. №295 определено направление цифровизации образования на обеспечение системы непрерывного обучения (*life-long-learning*) и развитие продвинутого технологизированного обучения (*advanced-learning technologies*). Также к инициативам, определяющим векторы развития цифровизации образования в РФ, можно отнести Указ Президента «О Стратегии развития информационного общества на 2017–2030 годы» и программу «Цифровая экономика» [344]. Затем был утвержден федеральный проект «Современная цифровая образовательная среда», реализация которого осуществляется через развитие цифрового образовательного пространства и повышение доступности онлайн обучения через организацию смешанного обучения, построение индивидуальных образовательных маршрутов, развитие новых образовательных форм, а именно

самообразования, семейного и неформального образования [264]. Ключевыми направлениями реализации проекта выступают:

- развитие нормативно-правовой базы в области онлайн обучения;
- создание централизованного информационного ресурса, интегрирующего существующие платформы онлайн обучения и предоставляющего доступ к онлайн контенту по принципу «одного окна»;
- увеличение количества онлайн курсов, ведущими разработчиками которых выступают государственные структуры и бизнес-сообщества;
- формирование системы оценивания качества онлайн контента;
- создание и развитие в регионах центров компетенций онлайн обучения;
- подготовка кадров (преподавателей, экспертов) в области электронного обучения.

Формирование цифровой образовательной среды – это стратегическая задача, решаемая за счет развития и широкого внедрения электронного обучения, которое сегодня выделяется как приоритетное направление и занимает особое место в мировом образовательном пространстве. Этот факт находит отражение в нормативно-правовых документах РФ, определяющих стратегические планы развития информационного общества [264, 318, 348], в результатах стратегического исследования «Будущее глобального образования» [35], Манифесте о цифровой образовательной среде [221], Стратегии цифровой трансформации науки и высшего образования Минобрнауки и ряде других, обозначивших тенденции развития цифровых образовательных сред, электронного обучения и обновления образовательной системы через переход к цифровизации.

Понятие цифровизации пока не имеет устоявшегося определения и толкования ни в российской, ни в зарубежной науке. В научных работах встречаются различные авторские определения. На современном этапе развития общества информатизация образования рассматривается некоторыми исследователями и педагогами как компонента цифровизации. Например,

Д. Свириденко в своей статье подчеркивает, что цифровизация является следующим этапом после информатизации и компьютеризации, которые были в основном связаны с применением вычислительной техники, компьютеров и информационных технологий. Современный уровень цифровых технологий приводит к формированию, как отмечает Д. Свириденко «целостных технологических сред «обитания» (экосистем, платформ), в рамках которых пользователь может создавать для себя нужное ему дружественное окружение (технологическое, инструментальное, методическое, документальное и т.п.) с тем, чтобы решать уже целые классы задач» [286]. Это позволяет констатировать попытки органичного вхождения понятий компьютеризации и информатизации образования в более сложное и широкое понятие цифровизации образования.

В статье «Цифровизация образования: иллюзии и ожидания» на основе анализа нормативных документов и выявления отсутствия в них определения и описания механизмов осуществления цифровизации образования Б.Е. Стариченко предлагает понимать под цифровизацией образования переход от традиционного образования к цифровому и отмечает, что отличительной чертой цифровизации в сравнении с информатизацией выступает комплексное использование цифровых форматов представления информации в образовательном процессе [309].

С модификацией способов мышления, коммуникации и взаимодействия людей друг с другом и цифровой средой отождествляет цифровизацию А. Марей [223]. Как оцифровку информации, оптимизирующую процессы образования и открывающую новые перспективы развития определяет ее Т.В. Фомичева [355]. Исследователи Е.Л. Вартанова, М.И. Максеенко и С.С. Смирнов уточняют при этом, что информатизация наряду с этим включает одновременно инфраструктурную, управленческую, поведенческую и культурную составляющие содержания образования.

Викисловарь дает следующее определение цифровизации – «внедрение цифровых технологий; перевод или переход на цифровой способ связи, записи и передачи данных с помощью цифровых устройств» [73]. Толковый словарь по информационному обществу и новой экономике предлагает под цифровизацией

понимать цифровую трансмиссию данных, закодированных в дискретные сигнальные импульсы [332]. О.А. Пикулева в электронном справочнике по цифровизации предлагает следующее содержание данного понятия – «замена аналоговых (физических) систем сбора и обработки данных технологическими системами, которые генерируют, передают и обрабатывают цифровой сигнал о своем состоянии» [365], т.е. перенос в цифровое пространство всех процессов, осуществляемых людьми или организациями.

В работе Гребенниковой М.В. и Новиковой Т.В. утверждается, что процесс цифровизации представляет собой многогранное явление, которое охватывает сферу образования, следствием которого являются продвинутые технологии обучения [100].

В результате развития технологического базиса образовательного процесса происходит формирование принципиально нового гибридного мира, представляющего собой слияние реального и виртуального пространства, что, несомненно, влечет за собой перестройку процессов социализации личности, становления цифрового мировоззрения обучающихся и потребность в формировании новых компетенций [67]. Исследователи Дж. Шмидт и Т. Мин отмечают преобразующий потенциал цифровизации образования, возникающий на основе возможностей, предоставляемых цифровыми технологиями [433].

Как утверждает Н.Б. Стрекалова цифровизации образования представляет собой разработку базы данных с общим доступом, включающую в себя учебно-методические материалы в цифре, организацию образовательного процесса в глобальной информационной сети, применение современных мобильных, облачных и интеллектуальных технологий, повсеместное использование массовых открытых образовательных курсов и ресурсов [319]. Также встречается понимание цифровизации образования как процесса использования цифрового контента в обучении и воспитании с целью оптимизации образовательной деятельности или как модернизацию содержания и целей образования с целью формирования цифровых компетенций [212]. Несомненно, что цифровизация

образования при этом коренным образом трансформирует образовательный процесс, а также роли всех его участников.

В образовательных системах Норвегии и Дании цифровизация обучения рассматривается с точки зрения двух аспектов: как внешний процесс, развивающийся под влиянием правительственных стратегий и международных инициатив и как внутренний процесс, основанный на отдельном опыте инициативных преподавателей или небольших структур по внедрению цифровых технологий [442]. В зарубежных исследованиях отмечается, что цифровизация образования включает в себя различные аспекты, начиная от организационных вопросов, технологической инфраструктуры и заканчивая педагогическими подходами и влияет на интернационализацию, предлагая интерактивные и гибкие образовательные программы [383, 395, 425, 435]. Практически все исследования связывает понимание того, что цифровизация образования обуславливает развитие гибких навыков адаптации людей к изменениям в обществе и профессиональной среде [284]. Особую роль этой уникальной особенности человека, в качестве которой выступает гибкость переключения между различными способами выполнения каких-либо действий и мыслительных процессов, подчеркивает Марвин Мински в своей книге «The emotion machine» и отмечает особые возможности ее развития в цифровой среде [420].

Как отмечают Т.В. Никулина и Е.Б. Стариченко цифровизация образования как «эра больших данных и основанных на них технологиях» приводит к изменениям на рынке труда, созданию новых образовательных и профессиональных стандартов, актуальности в формировании новых компетенций выпускников и ориентирована на трансформацию образовательного процесса, преодоление барьеров офлайн обучения, изменение роли преподавателя [232]. Это определяет необходимость развития научно-методических оснований, трансформации методических систем обучения на всех ступенях образования. Обобщая материалы исследований в этой области можно говорить о том, что цели и задачи цифровизации образования могут быть достигнуты через цифровую трансформацию образовательной системы всех уровней.

В монографии «Трудности и перспективы цифровой трансформации образования», подготовленной специалистами Института образования НИУ ВШЭ и экспертами Центра стратегических разработок, цифровая трансформация образования раскрывается через «обновление планируемых образовательных результатов, содержания образования, методов и организационных форм учебной работы, а также оценивания достигнутых результатов в быстроразвивающейся цифровой среде» [337]. В качестве одного из основных направлений цифровой трансформации образования отнесен переход к персонализировано-результативному обучению. Согласимся с авторами, что образовательный процесс в этих условиях должен строиться через гармоничное формирование социально заданных компетенций наряду с достижением персональных образовательных целей и запросов обучающегося на основе развития его личной идентичности и самостоятельности.

Несмотря на некоторое начальное становление цифровизации образования можно говорить о беспрецедентном эксперименте перехода на цифровые технологии в период распространения новой коронавирусной инфекции, который ускорил процесс цифровой трансформации образования. Зарубежные педагоги-исследователи P. Andersson и L.G. Mattsson отмечают, что распространение коронавирусной инфекции послужило сильнейшим импульсом к изменению образовательной системы [381].

Рассмотрев встречающиеся в научно-педагогической литературе определения цифровизации, в связи с отсутствием устоявшегося термина под цифровизацией образования в соответствии с задачами федерального проекта РФ «Современная цифровая образовательная среда» в исследовании мы предлагаем под *цифровизацией образования* понимать модернизацию системы образования, приведение образовательных программ в соответствие с потребностями цифровой экономики, широкое внедрение цифровых инструментов в образовательный процесс и целостное их включение в цифровую среду, обеспечивающую возможности обучения граждан по индивидуальному учебному плану на протяжении жизни на основе применения технологий продвинутого обучения.

Концепт непрерывного обучения, обучения в течение всей жизни (*lifelong-learning*) состоит в распространении образовательного процесса на самые широкие социальные группы, независимо от половозрастных групп, имущественного статуса, места проживания и т.п. [118]. Технологии продвинутого обучения (*advanced-learning-technologies*) представляют собой технологии, направленные на улучшение качества образовательного процесса на основе применения последних научных достижений [100].

Нельзя не отметить, что при кажущейся обширности исследований процесс цифровой трансформации образовательной системы и основные признаки этапа цифровизации образования еще познаются и в процессе его эволюции будут дополнительно уточняться. Цифровизация образования играет особую роль в повышении качества и доступности образования. Внедрение цифровых технологий в образовательный процесс позволяет взять лучшее из традиционной образовательной системы и использовать при этом электронные средства поддержки и сопровождения учебного процесса.

Теоретический анализ научно-педагогической литературы [35, 67, 72, 100, 156, 212, 221, 223, 232, 286, 308-310, 319, 321, 334, 337, 340-343, 365, 382, 383, 424, 433, 442] позволил нам выделить следующие основные признаки современного этапа цифровизации образования, которые необходимо целостно реализовывать в их взаимосвязи при построении образовательного процесса в вузе:

- наличие единого информационного пространства или цифровой образовательной системы, которые решают задачи, поставленные человеком, и действуют при этом независимо (т.е. без его участия);

- управление обучением и активная адаптация образовательного контента осуществляется на основе использования больших данных о динамике и ходе изучения обучающимся модулей, дисциплин и учебного плана в целом, аналитических и прогностических функций или цифрового двойника обучающегося (например, выстраивание индивидуальной образовательной траектории, оптимальный подбор образовательного контента и другие);

- применение перспективных инновационных технологий, например технологий искусственного интеллекта, блокчейн, технологий виртуальной и дополненной реальности, облачных технологий и др.;
- активную коммуникацию всех участников образовательного процесса, способствующую формированию цифровых компетенций с применением современных цифровых технологий;
- прямое подключение к цифровым электронным ресурсам, информационным системам, базам и хранилищам данных;
- осуществление персонализировано-результативного обучения, т.е. достижение образовательных результатов, определенных социальным заказом, ФГОС ВО и сформированных на основе персональных запросов обучающегося.

В образовательном процессе вузов все большее место занимает электронное обучение (или онлайн обучение), обладающее потенциалом реализации обозначенных признаков, актуализирующее построение принципиально новых педагогических систем и необходимость педагогического проектирования образовательного процесса на основе создания и развития методик, подходов, методических систем обучения в условиях перехода на новый этап развития – цифровизацию образования. Переход образовательной системы на этап цифровизации должен обеспечить обществу уверенный переход в цифровую эпоху и кадровое обеспечение цифровой трансформации экономики высококвалифицированными специалистами в сфере информационных технологий, автоматизации технологических процессов и информационной безопасности.

Подводя итог сказанному и обобщая результаты анализа, можно констатировать, что переход от этапа компьютеризации на этап информатизации и от него к цифровизации образования представляет собой единый сквозной процесс, ядром которого выступают развивающиеся технологии, которые обеспечивают построение персональных образовательных маршрутов, управление собственными результатами обучения, управление образовательным процессом на основе данных, персонализировано-результативное, самонаправленное,

мотивированное обучение в современных условиях. Однако отметим, что обучающий и воспитательный процесс, не может происходить с полным отсутствием педагога, поэтому особое место в образовательной системе в условиях цифровизации наряду с применяемыми цифровыми технологиями должны занимать педагог и педагогические технологии, сопровождающие образовательный процесс. В этих условиях на первый план выходит проблема, каким образом организовать образовательный процесс, чтобы он способствовал становлению саморазвивающейся личности, способной отвечать на вызовы времени в условиях цифровизации. Для его обеспечения необходимо создание образовательного контента и построение содержания обучения с помощью цифровых инструментов с точки зрения личностной парадигмы, развития многогранной творческой, профессиональной, высоконравственной и интеллигентной личности.

1.2. Психолого-педагогические аспекты построения образовательного процесса вуза в электронной среде

Развитие системы высшего образования в современных условиях, обусловленное цифровой трансформацией предъявляет к построению образовательного процесса новые требования, среди которых построение современной электронной информационно-образовательной среды с применением передовых технологий обучения, реализация стратегий управления обучением и адаптации учебного материала на основе учета индивидуальных характеристик обучающихся, при этом достижение образовательных результатов, определенных социальным заказом, ФГОС ВО и сформированных на основе персональных запросов обучающегося являются ключевыми. В условиях интенсивного внедрения электронного обучения и развития цифровых образовательных сред меняются образовательные форматы, происходит смещение образовательной парадигмы в сторону гибридного образовательного процесса, реализуемого в условиях интеграции офлайн и онлайн образования. Актуальность приобретает

построение эффективного образовательного процесса студентов вуза в условиях новых трендов цифровизации и преодоление возникающих при этом проблем и сложностей, которые влекут за собой развитие цифровых технологий и распространение электронного обучения.

Для отечественных и зарубежных психолого-педагогических исследований проблематика построения эффективного и результативного образовательного процесса в условиях обучения в электронной среде не является новой. Вопросы педагогического проектирования образовательного процесса и учебной деятельности раскрываются в работах Н.Г. Алексева, В.В. Афанасьева, В.С. Безруковой, В.П. Беспалько, Е.С. Заир-Бек, И.А. Колесниковой, В.В. Краевского, В.М. Монахова, О.Г. Прикота, М.И. Рожкова, В.А. Слостенина, Г.П. Щедровицкого, В.В. Юдина и др. Подходы к организации онлайн обучения и разработке электронных обучающих сред и ресурсов представлены в исследованиях А.А. Андреева, Т. Бэйтс, Е.В. Бочковой, М.Е. Вайндорф-Сысоевой, С.Б. Велединской, Н.В. Гафуровой, Н.В. Дворянчикова, М.Ю. Дорофеевой, П.П. Дьячука, Т.В. Калашниковой, О.А. Козлова, Г.В. Можяевой, И.В. Морозовой, В.А. Назаренко, Д. Орра, Э.А. Первезенцевой, М. Путех, О.Г. Смоляниновой, М.Тайбеник, А. Хикена, В.А. Шершневой и др.

Психологическим аспектам развития и особенностям современного поколения обучающихся, которое получило названия «цифровое поколение», «поколение Z», «поколение ЯЯЯ» *от англ.* «generation MeMeMe» и др., уделяют внимание в своих работах У. Гассер, Ю.О. Годик, О.С. Гостимская, Е.Ю. Кропалева, К. Мюррей, Дж. Полфри, Г.В. Солдатова, Л.П. Шевякова и др. Считается, что начало этим исследованиям положила Теория Поколений, предложенная в 1991 году американскими учеными Н. Хоувом и В. Штраусом, построенная на основе взаимосвязей общественных, политических, экономических, социальных, технологических событий и особенностей воспитания людей, отражающихся в формировании их ценностей, поведения и технологий, выбираемых ими для жизни. Жизнедеятельность современного «цифрового» поколения неразрывно связана с компьютерами,

высокотехнологичными гаджетами и интернет технологиями. В связи с тем, что цифровые технологии сопровождают их в течение жизни, практически от самого рождения их называют поколением «цифровых аборигенов». Оно характеризуется постоянным вовлечением в поисковую деятельность, способностью решать несколько когнитивных задач одновременно [66, 90, 304]. Представители этого поколения отвергают пассивные форматы приобретения знаний, стремятся к активным форматам общения в цифровом мире, отдают предпочтение самостоятельному поиску и анализу информации.

В психологии и философии в качестве основных особенностей «цифрового поколения» принято выделять: активное использование цифровых устройств, постоянную онлайн-коммуникацию и преобладание виртуального общения, формирование нового виртуального языка и типа общения, возрастание скорости восприятия информации, изменение скорости логических операций и действий у обучающихся, сложности фокусировки внимания, фрагментарность и поверхностность, изменение структуры и интенсивности мнемонических процессов, дистанцирование обучающихся от родителей и педагогов, изменение восприятия, размывание социальных и гендерных ориентаций, трансформация жизненных принципов и ориентиров, возрастание уровня тревожности, превышение уровня своих возможностей и способностей, инфантильность и трудности социализации [271].

Влияние цифрового пространства на развитие и воспитание личности при этом оценивается исследователями неоднозначно. Например, к позитивным характеристикам развития личности часто относят «тотальную» креативность, инновационность, информированность, многозадачность, мобильность и технологичность, а к негативным – информационную перегруженность, виртуализацию жизни и интернет-зависимость. Психолог О.И. Маховская в результате своих исследований фиксирует, что регулярное взаимодействие с цифровыми технологиями и онлайн ресурсами развивает когнитивную, эмоциональную и познавательную сферу, оперативную память, внимание, скорость реакции и мелкую моторику [226]. Под влиянием цифровых

технологий, как отмечает Л.В. Крашенникова, происходит многократное увеличение мыслительных способностей и возрастает активность и пластичность мозга.

Отметим, что существуют и противоположные мнения. Например, есть мнения, что система знаний современных обучающихся все чаще и чаще переходит в оперативную плоскость, т.е. при постоянной доступности интернет пространства у студентов исчезает смысловая значимость необходимости запоминания информации в своей памяти, наряду с оперативностью выполнения учебных действий и высоким уровнем мобильности отмечается снижение способности к анализу и систематизации информации [90]. Существует точка зрения Н. Карра о не всегда положительной глубокой трансформации не только способов деятельности, но и мышления современного поколения. Отмечается потеря навыков «глубокого» чтения, что сказывается на характере восприятия и переработки информации. В исследованиях П.А. Мюллера и Д.В. Оппенгеймера при сравнении подходов рукописного конспектирования образовательных материалов и фиксации их при помощи компьютера отметили наибольшую эффективность первого подхода, снижение эффективности второго – они связали с поверхностным стилем обработки информации. Несмотря на возникающие сложности, несомненно, что применение цифровых технологий и ресурсов расширяет возможности образовательного процесса, позволяет динамично менять темп, форму и методы обучения.

Глобальное внедрение информационных и цифровых технологий привело к колоссальным изменениям во многих сферах жизнедеятельности человека, в том числе способствовало распространению так называемого клипового мышления. Под которым понимают восприятие окружающего мира через яркие образы, роль которых играют картинки, мемы, визуальные ряды и видеоклипы. Его характеризует отсутствие систематичности, поверхностный характер усвоения сведений, сопровождаемые частым нарушением причинно-следственных связей. Педагогическая практика демонстрирует, что современные студенты сложно выдерживают длительные учебные нагрузки, избегают многошаговые и

длительные для выполнения учебные задания [6]. Объяснением возникновения клипового мышления является защитная реакция организма на информационные перегрузки, возникающие в условиях развития цифрового общества и цифровизации всех отраслей жизнедеятельности человека в постиндустриальную эпоху [336]. К причинам, вызывающим клиповое мышление и сознание отнесены циркулирование и актуализация больших объемов информации, многообразие информации и высокоскоростные информационные потоки, увеличение времени, количества действий, совершаемых пользователем в цифровой среде и способов цифрового взаимодействия [357].

Обозначенные особенности клипового мышления студентов вызывают сложности, связанные с поверхностным воспроизводящим характером обучения, фрагментарностью образовательного процесса и высокой скоростью перехода от одного к другому, что приводит к отсутствию у обучающегося целостного восприятия предметной области дисциплины. Следствием этого являются низкие возможности анализа, преобладание кратковременной памяти, трудности понимания сложного материала и некачественное его освоение. Несмотря на сложности, существуют и достоинства, клиповое мышление защищает представителей современного поколения от перегрузки информацией интенсивно циркулирующей вокруг, позволяет легко приспосабливаться к постоянно развивающимся и сменяемым друг друга цифровым технологиям, способствует развитию многозадачности и оперативности [105].

Современный уровень развития цифровизации и особенности современного поколения разрушают барьеры на пути к электронному обучению, сегодня уже нет места конкуренции между онлайн и офлайн образовательными форматами, исследователи сходятся во мнении, что актуальность приобретает развитие и конкретизация теоретико-методологических основ построения образовательного процесса в условиях интеграции офлайн и онлайн обучения – смешанного (гибридного) обучения в электронной среде [402, 405, 440]. А.А. Вербицкий отмечает, что при организации образовательного процесса с применением цифровых технологий необходимо найти психологически, физиологически,

педагогически и методически обоснованный баланс между использованием возможностей компьютера и живым диалогическим общением субъектов образовательного процесса – педагогом и обучающимся [70, 71]. Особую значимость присутствия педагога при построении гибридного образовательного процесса подтверждает Д. Кросс, он признает, что попытка исключить педагога из образовательного процесса в результатах своих экспериментальных исследований и организовать самостоятельное электронное обучение студентов оказалась неудачной [396].

Опираясь на данные современных исследований, а также на результаты, полученные в ходе обобщения и анализа существующего опыта, мы выделили следующие основные психолого-педагогические аспекты построения образовательного процесса в ЭИОС в условиях цифровизации образования:

- учет психолого-педагогических закономерностей деятельности субъектов образовательного процесса (мотивация к обучению, интуитивные предпосылки принятия решений, личностный смысл образовательного контента);
- студентоцентрированное обучение, направленное на развитие персональных образовательных результатов, актуальных с точки зрения студента и запросов современного мира;
- содержание дисциплины должно носить интегративно целостный характер, представлять собой систематическое изложение знаний в образовательном процессе и формировать целостное восприятие у студентов;
- микропорционное вариативное представление учебного материала дисциплины;
- переход от когнитивной системы обучения к деятельностной, т.е. переход от информации, циркулирующей в системе обучения, к самостоятельным практическим действиям и поступкам [71];
- групповая проектная деятельность, нацеленная на ее эффективное планирование и получение практических результатов [187, 192, 385];

- построение образовательной системы, удовлетворяющей принципу доступности, т.е. системы обеспечивающей доступ к контенту в формате 24/7 – «в любое время и в любом месте»;
- развитие гибкой образовательной среды, поддерживающей активную адаптацию образовательного процесса под запросы обучающегося;
- развитие и применение передовых образовательных технологий в учебном процессе (визуализация изучаемых событий, явлений и процессов, геймификация учебной деятельности и др.);
- поиск оптимальных моделей построения образовательного процесса с применением цифровых технологий и развитие цифровой дидактики построения образовательного процесса в электронной среде [38, 271].

Выделенные психолого-педагогические аспекты представляют собой ключевые факторы изменений в образовании в ответ на изменение образовательных ожиданий от нового поколения обучающихся, продиктованных их взаимодействиями с виртуальной и дополненной реальностью (VR/AR), искусственным интеллектом (AI), геймификацией и персонализацией, которые уже определяют их образовательный выбор. Это влечет изменение подходов к проектированию образовательного процесса, включение в него новых методов доставки и реструктуризации образовательного контента. Пересмотр образовательных форматов, увеличение доли онлайн обучения и изменение ориентира офлайн обучения, когда аудитория вуза перестает быть местом трансляции и передачи знаний, а становится центром целеполагания, творческого учебного процесса, реализации офлайн компонент командной работы «лицом к лицу» и др.

Прежде чем перейти к педагогическому проектированию образовательного процесса, рассмотрим основные существующие подходы к обучению, которые заложили основания для ведущего современного тренда в условиях развития электронного обучения – *персонализированного обучения*, ключевой идеей развития которого выступает развитие передовых образовательных технологий и соотнесение их с психологическими особенностями современного поколения [35,

44, 54, 55, 64, 98, 99, 139, 211, 394]. Персонализированное обучение выступает одной из наиболее распространенных тем научно-практических конференций в области информатизации и цифровизации образования и обуславливает переосмысление подходов к использованию возможностей цифровых технологий и лучших мировых практик в области онлайн обучения, коллаборацию новых технологических и методологических решений и подходов к их применению. Персонализация становится одной из ведущих тенденций развития современной образовательной системы. Понятие персонализации очень часто употребляют вместе с понятиями *индивидуализация*, *дифференциация* и соответствующими подходами [159, 162]. Но не существует единой терминологии и единого понимания в их толковании. При анализе научных статей выявлено смешивание обозначенных понятий. Рассмотрим, как осуществлялось их переосмысление с позиций философии, психологии и педагогики и как формировались основания перехода от традиционного подхода к обучению – традиционализма, в центре которого был преподаватель к конструктивизму – студентоцентрированному подходу к обучению, центральной фигурой которого выступает студент.

Рассмотрим эти понятия как движение в сторону персонализации. Массовое обучение, возникновение классно-урочной системы Я.А. Коменского в школе и лекционно-семинарской модели обучения, построенной на ее основе в вузе, привели к возникновению психолого-педагогического противоречия между необходимостью реализации индивидуального подхода и массовым характером обучения. Поиск решения этой проблемы занимают на протяжении долгого периода многие педагоги-исследователи и методисты образовательных учреждений. При этом учитываются принципы личностного подхода – идеи уважения к личности ребенка и свободного воспитания, которые известны в истории с давних времен, например, прослеживаемые в воззрениях древнего китайского мыслителя Конфуция, итальянского педагога-гуманиста В. Фельтре, французского писателя и философа М. Монтеня, нидерландского ученого-гуманиста Э. Роттердамского. И сегодня не потеряли актуальность при построении образовательного процесса слова Конфуция: «Скажи мне, и я забуду.

Покажи мне, – я смогу запомнить. Позволь мне это сделать самому, и я научусь» [47]. Педагогические мысли русского писателя и мыслителя Л.Н. Толстого, французского философа, писателя и мыслителя Ж.Ж. Руссо также пронизаны идеями построения системы обучения, центральное место в которой занимает ребенок – обучающийся. Однако, несмотря на их прогрессивность, они не нашли распространения в образовательной практике массовых школ и не повлияли на систему массового обучения и воспитания, сферу их применения составило семейное воспитание, в котором стал возможен всесторонний учет особенностей каждого ученика.

В начале XX века и в течение нескольких десятилетий на развитие образовательной системы США, ряда стран Европы, а также России, колоссальное влияние оказали идеи Джона Дьюи. Ему принадлежит известное высказывание: «Если мы будем сегодня учить детей так, как учили вчера, мы украдём у них завтра» [47]. Он отстаивал позицию неэффективности объяснительно-репродуктивного обучения для практической подготовки обучающихся к жизни и переход от авторитарной педагогики к активной деятельности обучающихся в образовательном процессе.

Начиная с середины XX века представители гуманистической психологии К. Роджерс, А. Маслоу, А. Комбс, Р. Берне и др. разработали *Я-концепцию*, основным постулат которой в том, что поведение человека является внешним проявлением его внутреннего мира. Они утверждали, что «причины поведения людей заключаются в их эмоциях и убеждениях, надеждах, ценностях и устремлениях, а внутренний мир ребенка формируется, прежде всего, в условиях семьи, ближайшего социального и природного окружения» [47]. Психологи-гуманисты строили Я-концепцию, направленную на успешность школьного обучения и стимулирующую активную учебную деятельность.

Систему обучения, целью которой выступает саморазвитие личности, и самореализация без обязательной программы и принуждения и при которой педагог оказывает помощь в развитии обучающихся, предложили создать представители гуманистической психологии К. Роджерс, Р. Берне и др. Эти идеи

под названием «личный подход» разрабатывают с начала 1980-х годов М.А. Аكوпова, В.В. Давыдов, В.Е. Зинченко, Я.Л. Коломинский, И.С. Кон, А.В. Мудрик, А.Б. Орлов, А.В. Петровский, Е.Н. Степанов, И.С. Якиманская и др. В дидактике это название уточнено как термин «лично-ориентированный подход». Кроме того, с лично-ориентированным подходом связывают такие дефиниции, как индивидуальный подход, индивидуализация обучения, лично-ориентированные образовательные технологии, дифференциация образования.

Продолжительное время *индивидуализация* обучения понималась в основном как учет некоторых индивидуальных особенностей развития, например, половозрастных, национально-этнических и др. [249]. Рассматривая явление индивидуализации, можно отметить, что она всегда рассматривается с различных точек зрения.

О необходимости *индивидуального подхода* Я.А. Коменский писал в своей работе «Великая дидактика», он предлагал подход к разделению учеников на группы на основе их индивидуальных особенностей и предлагал для каждой из них определенные педагогические воздействия [173]. М.Н. Скаткин предлагал сочетать подходы коллективного воспитания и создания индивидуального активного успешного обучения для каждого, направленного на развитие его положительных сторон и качеств [293].

Индивидуализацию через *индивидуальный подход*: «основной психолого-педагогический принцип, согласно которому в обучении учитывается индивидуальность каждого как проявление особенностей его психофизиологической организации в ее неповторимости, своеобразности и уникальности» [378] рассматривает И.С. Якиманская.

Современные исследователи определяют индивидуализацию как организацию обучения, ориентированного на развитие общих познавательных способностей студента, при этом задания, учебные материалы и формы деятельности выбираются на основе зоны его ближайшего развития, определяемой на основе учета его познавательных возможностей

и потребностей [88]. В.М. Розин и Т.М. Ковалева отмечают, что принцип индивидуализации обозначает движение индивида в соответствии со своим выбором, который связан с культурой рефлексивного осмысления и оценкой его возможных последствий [282]. Основным следствием индивидуализации в образовании выступает максимизация мотивации, инициативности студентов и преподавателей. Так же, как и в работах зарубежных исследователей, в работах российских ученых получает распространение включение «*индивидуальной образовательной траектории*» как неотъемлемого элемента индивидуализации обучения [46, 135, 219, 228, 234, 250, 449].

По мнению Унт И. дифференциация и индивидуализация обучения представляют собой учет индивидуальных особенностей обучающихся, но при дифференциации производится некоторая группировка обучающихся на основе актуальных и важных в процессе обучения особенностей, а при индивидуализации образовательные формы и методы ориентируются на каждого обучающегося, на его личные особенности [345]. Селевко Г.К. определяет дифференцированный подход в обучении как комплекс мероприятий различного уровня, направленных на организацию образовательного процесса в группах, включение обучающихся в которые осуществляется по принципу совпадения их существенных характеристик [288].

Осмоловская И. М. под *дифференцированным обучением* или под *дифференцированным подходом* предлагает понимать построение образовательного процесса с учетом индивидуально-психологических особенностей личности, при этом формируются группы учащихся с различающимся содержанием образования и методами обучения [243].

В Российской педагогической энциклопедии при определении понятий *дифференциации* и *индивидуализации обучения*, акцент в дифференциации задается на учет склонностей, интересов и проявившихся способностей обучающихся, а в индивидуализации акцент на создание условия для каждого обучающегося, развивающих его индивидуальность [107].

Индивидуализация выступает условием и основой реализации личностно-ориентированного подхода. Анализ исследований, раскрывающих его сущность позволил выявить, что в качестве *принципов личностно-ориентированного подхода* выступают принципы индивидуальности, самоактуализации, субъектности, выбора, творчества и успеха, а также доверия и поддержки, которые позволяют педагогу выстраивать стратегию учебного процесса, эффективно обеспечивать поддержку процессов самосовершенствования личности, развития субъектности и индивидуальности обучающегося. Главными компонентами личностно-ориентированного подхода являются признание уникальности каждого учащегося и его индивидуальной учебной деятельности [4]. Здесь роль педагога состоит не в передаче знаний, умений и навыков, а в организации образовательной среды, позволяющей обучающемуся опираться на свой потенциал и соответствующую технологию обучения.

В своих исследованиях Е.Н. Степанова выделяет следующие компоненты *личностно-ориентированный подхода*: система понятий, принципы и технологическая база и понимает под ним «методологическую ориентацию в педагогической деятельности, позволяющую посредством опоры на систему взаимосвязанных понятий, идей и способов действий обеспечить и поддерживать процессы самопознания, самостроительства и самореализации личности ребенка, развития его неповторимой индивидуальности» [211].

Бондаревская Е.В. в качестве основных требований к применяемым педагогическим «методам и приемам личностно-ориентированного подхода выделяет диалогичность, деятельностно-творческий характер, направленность на поддержку индивидуального развития ребенка и предоставление учащемуся необходимого пространства, свободы для принятия самостоятельных решений, творчества, выбора содержания и способов учения и поведения» [27].

На основе личностно-ориентированного подхода сформированы самостоятельные педагогические технологии: *личностно-ориентированное обучение* (И.С. Якиманская), *педагогические технологии адаптивной школы*, *педагогика сотрудничества* («проникающая технология»), *технология*

саморазвивающего обучения (Г.К. Селевко), *гуманно-личностная технология* Ш. А. Амонашвили, *технологии уровневой дифференциации*, *технология индивидуального обучения (индивидуализация обучения)*, технология «Педагогические мастерские» и др.

Современные западные исследователи Barbara Bray, Kathleen McClaskey и Stephen Downes аккумулируют накопленный опыт и вводят новые определения индивидуализации, дифференциации и персонализации в связи с направленностью образовательных программ на построение индивидуальных образовательных траекторий в электронной среде. *Индивидуализация (individualization)* – процесс, при котором педагог в рамках своей программы старается учесть специфику каждого обучающегося, таким образом осуществляется «индивидуализация программы». *Дифференциация (Differentiated Learning)* – организация учебного процесса, при которой обучение осуществляется в группах, сформированных по определенным признакам (видам дифференциации). *Персонализация (personalization)* – процесс, при котором обучающийся сам управляет своим обучением, при этом ее основной особенностью выступает формирование «персонального плана», идущего от персональных целей ученика. При этом наиболее распространена дифференциация по общим и специальным способностям и по интересам к планируемой профессии. Прогресс в области цифровых технологий и развитие электронного обучения позволяет по-новому рассматривать индивидуализацию обучения, решая проблему между ее фронтальной формой и индивидуальностью студента и обеспечивая возможность личностного развития для каждого обучающегося [344].

В научной литературе терминологическое поле проблемы учета индивидуальных характеристик обучающихся в учебном процессе постоянно возрастает. Мы провели анализ публикационного прироста статей в категории «Народное образование. Педагогика», индексируемых в РИНЦ и содержащих ключевые слова «*индивидуализация, дифференциация и персонализация образовательного процесса*». Анализ показал, что при возрастании количества

статей с данными ключевыми словами, происходит смещение акцентов от индивидуализации к понятию персонализации образовательного процесса. Актуальность развития персонализированного обучения подтверждается также исследованиями центра цифрового образования США (*The Center for Digital Education*), а именно результатами ежегодного опроса национальных школ. Которые показали, что персонализированный подход к обучению – приоритетное направление развития учебных заведений, при этом 90 % респондентов сказали, что внедряют компьютерные технологии и привлекают специалистов для того, чтобы обеспечить его работу.

Персонализация чаще всего многими исследователями рассматривается как процесс. Например, в педагогическом словаре она определена как процесс обретения субъектом свойств и качеств, наделение которыми позволяет выполнять социальную роль в обществе, осуществлять взаимодействие с другими людьми, оказывать активное влияние на восприятие других людей и производить оценку себя и собственной деятельности [167].

На симпозиуме Фонда персонализированного обучения *Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD)* в 2010 году было определено пять ключевых характеристик персонализированного обучения: гибкость, расширение роли педагога, метод проектного обучения, обучение, управляемое обучающимся и развитие на основе компетенций.

В ряде исследований персонализация рассматривается с точки зрения организации образовательного процесса. Например, А.Б. Кондратенко определяет ее как организацию образовательного процесса с учетом доминантных специальных способностей обучающегося [175].

Существует подход, при котором под персонализацией понимается сценарий обучения. Например, «персонализация – программное обеспечение учебного курса, рассчитанного на индивидуальную скорость обучения, – один из семи основных типов продукта для электронного обучения, выделенных в отчете компании *Ambient Insight* (www.ambientinsight.com), многие годы занимающейся

изучением мирового и региональных рынков продуктов и услуг электронного образования» [37].

Министерство образования США вкладывает следующее содержание в понятие персонализированного обучения, что это образовательный процесс, в котором темп и метод обучения оптимизированы для нужд каждого обучающегося, образовательные цели, подходы и содержание варьируются в зависимости от потребностей обучающегося, таким образом обеспечивается значимость и актуальность учебных мероприятий для обучающихся, определяемых их целями и иницируемых самостоятельно.

Китайский ученый, профессор Кедонг Ли ввел следующее определение, которое широко распространено среди ученых Китая: персонализированное обучение – это образовательная парадигма, которая направлена на индивидуальное развитие студентов, при этом в образовательном процессе должны использоваться соответствующие методы обучения, приемы, содержание, отправные точки, процессы и методы оценки, определяемые на основе индивидуальных характеристик и потенциала развития студентов, что обеспечивает полное, свободное и гармоничное развитие каждого [418].

Британское агентство по образовательным коммуникациям и технологиям ВЕСТА отмечает, что педагогика персонализированного обучения ориентирована на обучающегося и представляет собой инклюзивный процесс, направленный на удовлетворение потребностей каждого, особенно тех, кто уязвим или труднодоступен.

Среди исследователей существуют различные мнения о соотношении понятий персонализация и индивидуализация. Например, В.М. Розин, считает, что основным акцентом индивидуализации выступает развитие личности, а персонализации – создание среды и условий для развития индивида. Мы придерживаемся точки зрения А.Г. Асмолова о том, что персонализация включает в себя индивидуализацию, при этом отличительным моментом выступает включение в нее развитие личности как субъекта деятельности.

Учитывая многообразие понятийно-терминологического поля проблемы, мы провели контент-анализ понятий дифференциация, индивидуализация и персонализация как форм организации образовательного процесса и выявили особенности, общности и отличительные черты этих образовательных подходов. Результаты контент-анализа приведены в таблице 2. При этом они представлены в сравнении с *традиционным обучением*, под которым в исследовании понимается обучение, преимущественно репродуктивного характера, при котором работа педагога ориентирована на передачу знаний и способов действий обучающимся в готовом виде и предназначенных для воспроизводящего усвоения. Например, лекционно-семинарской формой обучения в вузе, при которой педагог выступает единственным инициативно действующим лицом учебного процесса. При построении традиционного образовательного процесса цели обучения задаются педагогом, дифференциация определяет цели обучения для выделенных групп обучающихся, индивидуализация обучения предполагает одинаковые цели для всех участников образовательного процесса с возможностью индивидуализации для каждого обучающегося, а *персонализация* направлена на достижение персональных целей каждого обучающегося.

По направленности результатов обучения, можно отметить, что традиционное обучение, дифференциация, индивидуализация обучения направлены на развитие познавательных стратегий и формирования образовательных компетенций, а *персонализация* – на развитие персонального потенциала (познавательного, личностного и т. п.) и персональных образовательных результатов.

Организация традиционного обучения представляет собой жестко регламентированный процесс. Дифференциация и индивидуализация обучения рассматриваются с точки зрения их общности и предполагают индивидуальную деятельность учащегося, её коррекцию и педагогическую поддержку педагогом на основе разработанной им учебной программы. Особенностью *персонализации* выступает участие обучающегося в создании собственной образовательной программы.

Сравнительная характеристика подходов в обучении

Признаки	Традиционное обучение	Дифференциация	Индивидуализация	Персонализация
ЦЕЛИ ОБУЧЕНИЯ	единая цель, которая задается педагогом	единая цель, которая ставится для каждой группы	единая цель с индивидуализацией ее для обучающихся	персональные цели у каждого обучающегося
РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ	формирование образовательных компетенций			развитие персонального потенциала и формирование персональных образовательных результатов
ОРГАНИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ	жестко регламентированный учебный процесс	индивидуальная деятельность учащегося, её коррекция и педагогическая поддержка (при этом учебная программа определяется педагогом)		обучающийся участвует в создании собственной образовательной программы
УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ	соответствует образовательной программе и рассчитан на определённый объем знаний		соответствует успеваемости и способностям индивидуума	соответствует персональным целям и особенностям
АКТИВНОСТЬ ОБУЧАЮЩИХСЯ	стимулируется активность группы		стимулируется активность каждого обучающегося	
РОЛЬ ПЕДАГОГА	ключевая (планирует формы учебной работы)	наставник (предоставляет возможность выбора формы работы)		многофункциональна: консультант, контролер, наставник, педагог и др.
ТРАЕКТОРИЯ ОБУЧЕНИЯ	педагог определяет образовательный маршрут обучающихся	индивидуальная траектория для малых групп по схожим признакам	индивидуальная траектория для каждого на основе поставленных целей	построение персонального образовательного маршрута для каждого
САМООРГАНИЗАЦИЯ	отсутствует	дополнительный навык		фундаментальный навык
ПОЛУЧЕНИЕ ЗНАНИЙ	трансляционная передача знаний от преподавателя	получение знаний в процессе совместной деятельности педагога и обучающихся		преимущественно самостоятельное получение новых знаний при консультационной поддержке педагога
ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ	оценка результатов деятельности педагогом		механизмы самооценки, оценка результатов деятельности педагогом, механизмы взаимной оценки	механизмы самооценки, оценка деятельности педагогом, механизмы взаимной оценки

С точки зрения форм работы участников образовательного процесса, можно заметить следующее. Традиционное обучение характеризуют коллективная и фронтальная работа, при дифференциации осуществляется работа с группами различной успеваемости, при индивидуализации акцент делается на самостоятельную работу, полностью не исключая фронтальную, коллективную и индивидуальную работу с каждым обучающимся на основе его склонностей и предпочтений. *Персонализация* обучения (наряду с устоявшимися формами) включает активные методы онлайн обучения, индивидуальное и коллективное синхронное и асинхронное обучение в электронной среде, обучение на основе проектов (*PBL – Project Based Learning*).

Содержание учебного материала традиционного обучения рассчитано на определённый объём знаний, материал при дифференцированном обучении (дифференциации) соответствует характеристикам группы, при индивидуализации – успеваемости и способностям индивидуума, при организации *персонализации* – образовательный контент соответствует персональным целям и особенностям обучающегося. Сложность учебного материала в традиционном обучении обычно дифференцируется от простого к сложному с выделением групп сложности. Реализация дифференциации и индивидуализации предполагает, что сложность выбирает обучающийся и варьирует педагог, а при *персонализации* выбирает обучающийся и варьирует преимущественно электронная информационно-образовательная среда на основе полученных образовательных результатов.

Активность обучающихся при названных подходах также имеет свои особенности. В традиционном и дифференцированном обучении стимулируется активность группы или выделенных групп, в которые включаются обучающиеся со схожими признаками. Индивидуализация и персонализация направлены на стимулирование активности каждого индивидуума с учётом возможностей и индивидуальных склонностей, при этом при *персонализации* на первый план выходят персональные цели обучающегося.

Роль педагога в традиционном обучении является ключевой (планирование форм учебной работы), дифференциация и индивидуализация предполагают, что педагог играет роль наставника, предоставляющего возможность выбора формы работы, а *персонализация* – многофункциональность ролей педагога: консультант, контролер, наставник, педагог и др.

В традиционном обучении образовательный маршрут полностью определяется педагогом, дифференциация диктует построение образовательного маршрута индивидуальных траекторий обучения для малых групп по схожим признакам, индивидуализация обучения построение индивидуальных траекторий для каждого на основе поставленных целей, а *персонализация* – индивидуальные образовательные траектории – персональные образовательные маршруты для каждого, формируемые с его участием на основе его персональных потребностей и целей.

Особенностью *персонализации* выступает формирование фундаментального навыка по самоорганизации деятельности обучающегося, дифференциация и индивидуализация направлены на формирование самоорганизации деятельности обучающегося как дополнительного навыка, а в традиционном обучении этот ориентир отсутствует.

Получение знаний в традиционном обучении основано на трансляционной их передаче от преподавателя, дифференциация и индивидуализация подразумевают получение знаний в процессе совместной деятельности педагога и обучающихся, а *персонализация* предполагает преимущественно самостоятельное получение новых знаний при консультационной поддержке педагога.

Оценка результатов в традиционном обучении осуществляется педагогом, дифференциация и индивидуализация предполагают использование механизмов самооценки, оценку педагогом результатов деятельности, а *персонализация* включает оценку учебных результатов педагогом, использование механизмов самооценки, механизмов взаимной оценки и автоматизированной оценки в ЭИОС.

Анализируя понятия индивидуализации, дифференциации и персонализации по обозначенным признакам мы сделали вывод, что

персонализация включает и расширяет понятия индивидуализации и дифференциации обучения.

Персонализация обучения – это более широкое и емкое понятие по сравнению со всеми остальными, и, по крайней мере сегодня, означает философскую и педагогическую точки зрения. Речь идет не только о простом присутствии технологий в организации учебного процесса. В текущем состоянии развития средств и методов электронного обучения персонализация приобретает принципиально новые возможности для развития. Согласно исследованию «американского консорциума новых медиа (*New Media Consortium*), персонализация отнесена сегодня к актуальным сложно решаемым проблемам высшего образования» [413]. Агентство стратегических инициатив при правительстве Российской Федерации в форсайте «Образование–2035» предполагает, что одной из основных тенденций развития образования в будущем станет персонализация образования, при этом технологические возможности цифровых технологий позволят отдать главенствующую роль персонализации в условиях массового образования, что приведет к высокоиндивидуализированному образовательному процессу через индивидуальные образовательные траектории к персональному набору образовательных результатов [35].

Таким образом, основным вектором развития персонализации сегодня в контексте электронного обучения, благодаря достижениям в области адаптивного обучения, *Big Data* и искусственного интеллекта, должна стать возможность развития мониторинга обучающимся собственного прогресса в обучении и достижения персональных образовательных результатов. В условиях формирования цифрового общества можно констатировать, что технологические достижения, повышающие производительность и комфортность во всех сферах жизнедеятельности, в том числе и в сфере образования ведут к повышению популярности и востребованности персонализации; развитие личности и в образовательном процессе идет по пути удовлетворения собственных целей, желаний и персональных запросов [37]. Персонализация должна обеспечить интенсификацию образовательного процесса.

В этой связи в исследовании мы конкретизировали понятие персонализации, что позволяет более четко фиксировать деятельность двух сторон педагогического взаимодействия – учащегося и преподавателя в рамках образовательной организации и будем придерживаться следующего понятия. *Персонализация* – образовательный процесс, реализуемый в электронной информационно-образовательной среде, который учитывает индивидуальные характеристики обучающегося, индивидуальную результативность и персональные потребности личностного развития.

Один из подходов к персонализации электронной информационно-образовательной среды состоит в ее построении с учетом запросов групп студентов с использованием инструментов *Big Data*, позволяющих организовать комплексный анализ данных о различных видах деятельности будущих специалистов в условиях персонификации доступа к контенту и коммуникации [18].

Персонализации процесса обучения посвящены работы зарубежных и российских исследователей. Примером технологических решений для персонализации обучения на уровне общего образования выступает портал персонифицированного обучения *Summit Learning*, созданный одиннадцатью школами в Калифорнии и Вашингтоне, объединившимися в сетевой проект *Summit Public Schools*. На сегодня он охватывает более 380 школ в США, по его программам обучаются 55 тыс. школьников в 40 штатах. Акцент этой платформы на осознанном выборе обучающимся своего жизненного пути и формировании у него учебной самостоятельности. Естественно, что применение новых персонализированных моделей обучения вызвало некоторые опасения относительно безопасности проекта в связи с исключением человеческого взаимодействия участников образовательного процесса и тотальным сбором персональных данных оператором программы. Но в условиях цифровой трансформации образования переход на цифровую школу – это актуальная необходимость. Объединение новых информационных и педагогических технологий позволяет на практике добиваться высоких образовательных

результатов. Данный опыт в последние годы массово распространяется в мире. Например, к этому присоединилась школа № 550 в Санкт-Петербурге, которая выступает сегодня экспериментальной площадкой и работает при поддержке Федерального института развития образования. В рамках этой работы осуществляется попытка трансформации образовательного процесса так, чтобы каждый учащийся получал максимально высокие образовательные результаты, которые соответствуют ФГОС и при этом учитывают интересы каждого учащегося, позволяют всем быть успешными, в том числе при продолжении обучения [337].

В результате проведенного анализа исследований, посвященных проблеме персонализации, мы считаем, что сложности в ее развитии обусловлены как внешними политическими факторами, так и внутренними различиями в трактовании понятий и подходов к ее реализации, через построение индивидуальных образовательных траекторий. Эти подходы активно изменяются и модернизируются в условиях электронного обучения и внедрения цифровых технологий, что позволяет говорить о необходимости развития новых образовательных подходов и становлении методических систем обучения, обеспечивающих персонализацию учебного процесса в условиях интеграции онлайн и офлайн обучения. Например, в статье Бурняшова Б.А. выделены применяемые и развивающиеся подходы, к которым он относит *дифференцированное обучение, расширение автономности обучающегося, самообразование и адаптивное обучение* [37].

Анализируя возможности и перспективы каждого из обозначенных подходов, мы констатируем следующее.

Относительно *дифференцированного обучения* мы видим, что оно не может полноценно реализовать персонализацию учебного процесса для каждого обучающегося в условиях массового обучения, хотя представляет определенный прогресс в достижении персональных целей за счет «разделения обучающихся на группы со схожими интересами, способностями и мотивацией, что позволяет применять свои методы и приемы учебной работы для каждой из них» [37].

Подход, реализующий *расширение автономности обучающегося* в мировой образовательной практике особенно востребован в рамках профессионального самоопределения студентов за счет выбора дисциплин для изучения. Стоит заметить, что в российском высшем образовании он достаточно сложен для применения в связи с заранее утвержденным учебным планом и включением в него фиксированного набора дисциплин и практик с заданной трудоемкостью. Мы видим, что вектор развития, заданный в сторону индивидуальных учебных планов, что отражается в изменении нормативно-законодательной базы, открывает российским вузам новые возможности для реализации технологий учебной автономии и позволит обучающимся с одной стороны – нести ответственность за своё обучение в дисциплинах, изучаемых в условиях автономии, с другой стороны – формировать у них образовательные результаты, которые актуальны с точки зрения самого студента и вместе с тем применимы во многих сферах его профессиональной и социальной деятельности [109, 110, 397].

Персонализация через *самообразование* студентов, по нашему мнению, эффективна при реализации обучения на краткосрочных курсах повышения квалификации и малоэффективна в условиях массового высшего образования. Реализация полной свободы и ответственности обучающегося в выборе учебного контента, задач и дидактических средств для достижения персональных образовательных целей и компетенций реализуема при помощи электронного обучения, но в этом случае на образовательное учреждение возлагается сервисная роль по обеспечению инфраструктуры социального и коллаборативного обучения.

Мы вслед за отечественными и зарубежными исследователями в области адаптивного обучения (А.М. Бершадский, Н.А. Бессарабов, А.В. Бондаренко, Е.Е. Буль, Б.А. Бурняшов, М.В. Воронцова, К.А. Вилкова, В.А. Гаевой, Х.Ф. Данг, Л.В. Зайцева, Д.Ю. Захаров, Т.Н. Кондратенко, Э.К. Лихтенвальд, Л.А. Растрингин, Г.М. Цибульский, О.А. Шабалина, М.Х. Эренштейн, Peng Нью, Ma S., Spector J.M., Murray T., Van der Linden W.J. и др.) придерживаемся мнения о том, что адаптивное обучение выступает наиболее эффективной формой персонализации обучения. Анализируя основные направления развития адаптивного обучения

условно можно выделить следующие: развитие программируемого обучения, а также технологий адаптивного обучения и тестирования (В.П. Беспалько, П.Л. Брусиловский, Н.А. Краудер, Г. Паск, Б.Ф. Скиннер и др.) [20-20, 31, 32, 188, 296, 391, 392]; теоретические основы построения педагогической адаптивной образовательной системы в условиях офлайн обучения – обучения, реализуемого при прямом контакте обучаемого и преподавателя (П.Я. Гальперин, А.С. Границкая, Н.П. Капустин, Е.А. Ямбург и др.) [83, 97, 155, 380]; разработка структуры и содержания адаптивных образовательных систем и ресурсов как элементов электронной информационно-образовательной среды в условиях онлайн обучения (Е.В. Бондаревская, В.В. Гура, В.И. Токтарова и др.) [27, 106, 330, 331]. Однако в настоящее время не реализованы новые образовательные возможности персонализации обучения за счет применения и развития методов и подходов адаптивного обучения в ЭИОС вуза, которые открываются на основе современных цифровых технологий, а также развития и синтеза существующих подходов адаптивного обучения.

Анализ литературы и практических решений в области электронного обучения свидетельствует о многообразии его моделей и активном развитии новых современных технологических подходов и решений к его реализации [18, 45, 144, 145, 146, 148, 149, 350, 364, 391, 392, 423, 427]. Рынок онлайн образования США и Европы многие исследователи сегодня называют достаточно зрелым, в России же он находится в стадии активного становления и развития [35, 37].

В связи с этим российское образование активно интегрируется в мировое образовательное пространство электронного обучения. Практически все вузы России включились в процесс интенсивного развития электронного образования. Но как справедливо отметил Нэнси Остен в работе *Passion for Excellence* «проблема состоит не в том, как усвоить новые идеи, а в том, как избавиться от старых» [376]. Большинство существующих отечественных разработок в области электронного обучения построено по методике традиционной для российского образования, а новации состоят лишь в размещении материалов в сети. Глобальной проблемой развития электронного обучения является искусственное

наложение современных цифровых технологий на традиционные образовательные формы и несоответствие принципов образовательного процесса современному уровню цифровых образовательных технологий, рис. 1. Целью специалистов в области педагогических и цифровых технологий становится качественная подготовка образовательного контента, разработка инновационных методик обучения и построение образовательной системы электронного обучения, отвечающей требованиям времени.



Рисунок 1 – Несоответствие принципов образовательного процесса современному уровню образовательных технологий

Существующие разработки и инновации в области онлайн обучения произвели революцию на мировом рынке электронного обучения, в том числе с точки зрения доходности и показателей прибыльности. Широкое распространение мировой индустрии электронного обучения согласно данным *Global Market Insights, Inc* приводит к значительному увеличению денежных оборотов, рис. 2. Согласно данным онлайн-портала статистики (www.statista.com), собранными

институтами исследования рынка и общественного мнения, применение электронного обучения за последние 16 лет выросло более, чем в 10 раз.

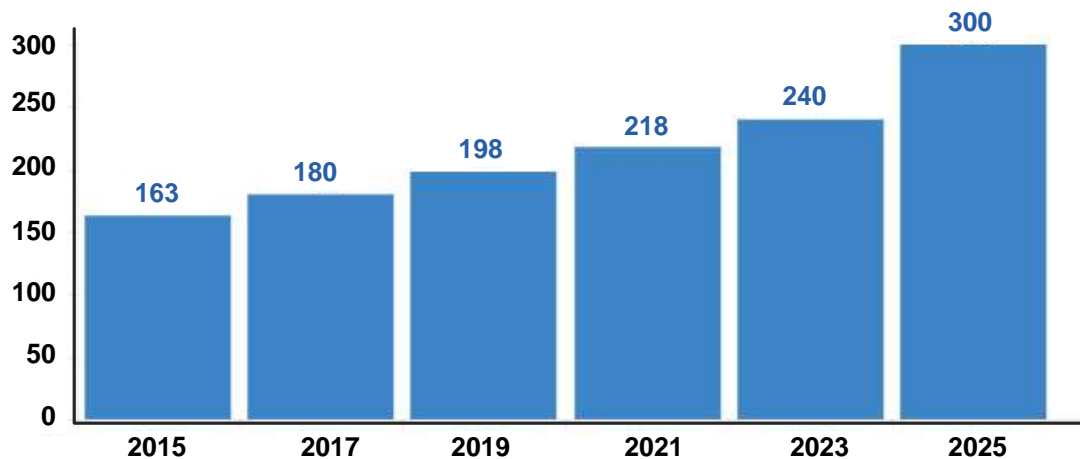


Рисунок 2 – Размер рынка онлайн обучения

Обратимся к толкованию терминов офлайн и онлайн обучение. *Офлайн обучение* представляет собой образовательный процесс, реализуемый при непосредственном прямом контакте преподавателя и обучающегося. Данное понятие получило устойчивое распространение в период пандемии коронавирусной инфекции, как термин, обозначающий контактную работу преподавателей со студентами в аудитории кампуса вуза. *Онлайн обучение* по-разному трактуется в научно-педагогической литературе, и его определение может изменяться в зависимости от организации, в которой оно применяется, однако его несомненной составляющей является использование электронных и цифровых средств для коммуникации и обучения. Синонимом понятия «онлайн обучение» выступает термин «электронное обучение», в мировой образовательной системе – *electronic learning (e-learning)*.

На нормативно-законодательном уровне Российской Федерации *электронное обучение (онлайн обучение)* определено как «организация образовательной деятельности с применением, содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательной программы информации,

технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации» [239].

Онлайн обучение рассматривается как технология, открывающая принципиально новые возможности для саморазвития обучающегося, для непрерывного его самосовершенствования, для качественной жизни в цифровом обществе, т.е. ориентирующая студента на образование на протяжении всей жизни [327].

Иногда под «*электронным обучением*» подразумевается любая форма обучения или эксплуатации контента при помощи электронных устройств, включая обучение, основанное на применении вычислительной техники» [78]. Англоязычные словари в определение понятия «*онлайн*» включают использование компьютеров и компьютерных сетей. Кембриджские словари под термином «*онлайн*» подразумевают продукты, услуги и информацию, которые могут быть приобретены или использованы посредством сети интернет.

Существует подход к пониманию электронного обучения как процесса формального и неформального обучения, проведения учебных занятий и событий, с использованием электронных средств информации. При этом электронное обучение сегодня рассматривается как феномен цифровизации образования, охватывающий обширный спектр приложений и процессов, таких как сетевое обучение, виртуальные аудитории, цифровая групповая работа и др. Электронное обучение сегодня активно трансформируется, повышая уровень мотивации обучающихся за счет применения разных форматов обучения [112]. Отметим, что мы придерживаемся точки зрения о синонимичности понятий электронное и онлайн обучение и понимаем под *электронным обучением (онлайн обучением)* организацию образовательной деятельности с использованием развитой электронной информационно-образовательной среды.

Полат Е.С. определяет *дистанционное обучение* как «форму обучения, при которой территориально разнесенное взаимодействие педагога и учащихся, отражающее все компоненты учебного процесса, реализуется специфичными

средствами интернет технологий или другими интерактивными средствами» [254].

Распространение получило определение, которое ввел А.В. Хуторской: «*дистанционное обучение* – обучение, при котором субъекты обучения, имея пространственную и временную удаленность, реализуют учебный процесс с помощью средств телекоммуникаций» [253].

Андреев А.А. предлагает рассматривать *дистанционное обучение* как «интегральную форму обучения, базирующуюся на использовании арсенала информационно-коммуникационных технологий, применяемых для получения и самостоятельного изучения учебного материала, а также диалогового взаимодействия между участниками образовательного процесса, независимо от конкретного образовательного учреждения и их расположения в пространстве и времени» [7].

Исходя из сложившегося в мире многообразия определений электронного и дистанционного обучения, можно отметить отсутствие единого понимания их сущности. Если обратиться к понятиям, которые законодательно закреплены в статье 32 Закона об образовании РФ, то установлено, что дистанционное образование представляет собой технологию дистанционного обучения. *Дистанционные образовательные технологии* при этом подразумевают удаленное и опосредованное взаимодействие студентов и педагогов. В случае *электронного обучения* обязательным условием выступает наличие развитой электронной информационно-образовательной среды.

При реализации *электронного обучения* и *дистанционных образовательных технологий* (ЭО и ДОТ) в законодательных документах РФ закреплено два типа его применения: с применением ЭО и ДОТ (без указания объемов его применения) и применение исключительно ЭО и ДОТ. При этом прерогативой образовательной организации является выбор приемлемой модели электронного обучения.

До наступления пандемии COVID-19 обучение исключительно с применением ЭО и ДОТ в основном решало задачу организации доступной среды

обучения для всех категорий граждан, в том числе и для лиц с ограниченными возможностями здоровья. Но распространение коронавирусной инфекции и введение противэпидемического режима в образовательных организациях потребовало повсеместного применения именно этого образовательного формата для всех категорий обучающихся граждан всех уровней образования. В марте 2020 года в 161 стране мира были прекращены очные занятия и более 1,6 млрд школьников и студентов перестали посещать аудитории образовательных учреждений [356]. Возникшая ситуация подчеркнула важность развития подходов к обучению с исключительным применением ЭО и ДОТ, и важность готовности вуза и любой другой образовательной организации к возникновению нештатной ситуации, адаптации образовательных форматов и переводу учебного процесса в онлайн. Повсеместное использование «вынужденного дистанта» способствует развитию подходов электронного обучения, при которых существенно вырастет качество образования, вовлеченность обучающихся.

В вузах России в настоящее время распространены различные варианты классификации образовательного процесса по моделям применения ЭО и ДОТ. Например, по объему применения ЭО и ДОТ образовательные программы и дисциплины могут классифицироваться вузом в нормативно-регламентирующих документах. Распространение в некоторых вузах России получила следующая классификация:

- частичное применение ЭО и ДОТ;
- преимущественное применение ЭО и ДОТ;
- использование исключительно ЭО и ДОТ.

В зависимости от объема применяемых в обучении дисциплине онлайн технологий и способа коммуникации участников выделяют следующие организационные разновидности реализации ЭО и ДОТ по дисциплине:

- онлайн обучение;
- обучение с веб-поддержкой;
- смешанное или гибридное обучение.

Они отличаются друг от друга соотношением офлайн и онлайн компонент и способами организации образовательной деятельности. Выбор и применение разновидностей реализации ЭО и ДОТ осуществляется образовательной организацией исходя из содержания образовательных программ, установленной нормативной базы, существующей материально-технической базы, уровня кадрового потенциала и состояния развития электронной информационно-образовательной среды.

Онлайн обучение предполагает преимущественное использование ЭО и ДОТ и предусматривает очень малый объем аудиторных занятий. В некоторых источниках можно встретить, что при онлайн обучении от 80 до 100% учебного процесса осуществляется в ЭИОС. Онлайн обучение характеризуется:

- применением высокоинтерактивного образовательного контента;
- регулярностью взаимодействия обучающихся с преподавателем и друг с другом в электронной информационно-образовательной среде;
- организацией учебной деятельности, не требующей очного посещения образовательного учреждения.

Модель онлайн обучения получила распространение для заочного обучения, для организации обучения магистров с применением технологии массовых открытых онлайн курсов, для организации обучения лиц с ОВЗ и территориально удаленных обучающихся. Также к этой модели по рекомендации Министерства науки и высшего образования РФ был осуществлен экстренный переход в период распространения коронавирусной инфекции в 2020 году. По материалам Брифинга министра науки и высшего образования В.Н. Фалькова от 25.03.2020 все российские университеты перешли полностью на дистанционный формат работы со студентами. Важной особенностью онлайн обучения выступает его организация без уменьшения доли участия в нем преподавателя, а лишь предполагает изменение его роли.

Обучение с веб-поддержкой предполагает, что до 30% времени по освоению дисциплины отводится на работу в электронной информационно-образовательной среде. В России эта модель широко распространена и активно развивается. При

реализации данной модели ЭИОС используется в качестве дополнения к основному образовательному процессу и применяется для:

- организации самостоятельной работы;
- проведения консультаций с использованием различных онлайн средств;
- организации контроля образовательных результатов обучающихся;
- организации других видов работ (научно-исследовательская, проектная работа).

В мировой образовательной практике качественной и наиболее перспективной моделью выступает *смешанная модель обучения (blended learning)*, которая основана на взаимном дополнении подходов традиционного и электронного обучения, при этом часть традиционного обучения реализуется в ЭИОС и включает онлайн коммуникацию педагога и студента [68]. Принято считать, что работа в электронной среде может занимать до 80% времени, отведенного на освоение дисциплины. Смешанная модель обучения строится на основе уменьшения объемов офлайн занятий за счет увеличения онлайн взаимодействия в электронной среде как в синхронном, так и асинхронном формате. Электронное обучение становится ключевым компонентом образовательного процесса. То есть смешанное обучение предполагает реализацию дисциплины путем сочетания аудиторной работы и деятельности обучающихся и преподавателей в электронной информационно-образовательной среде. Мировой образовательный опыт демонстрирует результативное применение смешанного обучения в технических вузах, в основном в естественнонаучных и инженерных дисциплинах.

Выявляя сущность и особенности смешанного обучения, рассмотрим представленную в исследованиях [151, 272, 429] классификацию технологий в образовательном процессе с выделением следующих образовательных ступеней:

- *offline leaning* – офлайн обучение, метод при котором обучение осуществляется при прямом контакте с педагогом, т.е. в аудитории кампуса;

– *d-learning* (*distance learning*) – дистанционное обучение, метод, позволяющий учиться удаленно, то есть взаимодействие с педагогом не осуществляется в режиме реального времени;

– *e-learning* (*electronic learning*) – онлайн обучение с применением компьютеров и с помощью информационных электронных технологий;

– *m-learning* (*mobile learning*) – мобильное обучение, метод при котором для обучения используется мобильное устройство или ноутбук с возможностью выхода в интернет;

– *u-learning* (*ubiquitous learning*) – всепроникающее обучение технологий непрерывного обучения с использованием информационно-коммуникационных средств во всех сферах жизнедеятельности общества.

Последние три ступени наиболее активно развиваются в условиях цифровизации. Отметим, что обособленное применение каждой из них является проблематичным для образовательного процесса в вузе. Поэтому популярность приобретает смешанное или как его стали называть в последнее время *hybrid learning* – гибридное обучение, обучение, интегрирующее возможности офлайн и онлайн обучения, при этом оно может сочетаться с мобильным и всепроникающим обучением, рис. 3.



Рисунок 3 – Схема гибридного обучения

Отметим, что в исследовании мы придерживаемся точки зрения о синонимичности понятий смешанного и гибридного обучения. Такой подход наилучшим образом может использоваться в интерактивной цифровой образовательной среде.

Трудности, возникающие при реализации онлайн обучения, связаны со сложностями вовлечения и удержания студентов в образовательном процессе, снижением мотивации к обучению в условиях возрастания объема самостоятельной работы. При переходе к гибридной модели обучения необходимы коренная трансформация традиционных технологий и разработка моделей организации учебной деятельности в электронной среде, обеспечивающих достижение результативности обучения, до этого возможную только с преподавателем, тщательно отслеживающим учебный прогресс студента и разъясняющим ему материал.

Перед преподавателем, организующим смешанное (гибридное) обучение, открываются принципиально новые возможности, не доступные ему в традиционном образовательном процессе. Мониторинг образовательных результатов, доступный преподавателю, наряду возможностью проследить траекторию работы каждого студента, позволяет управлять учебным процессом и при необходимости осуществлять его корректировку. Обучение с применением ЭО и ДОТ представляется исследователями как сквозной процесс самообразования «обучения в течение жизни». Наряду с прагматичным характером онлайн образования, направленности его на формирование предметных образовательных результатов и профессиональных компетенций оно нацелено на развитие личности и ее саморазвитие, включая работу с физическими и психофизическими качествами. Также оно позволяет развивать организационные компетенции за счет включения форм и методов проектной и командной работы в электронной среде. Обучаясь с применением ЭО и ДОТ, обучающиеся формируются самостоятельность и личная ответственность за результат своей учебной деятельности. Развитие и внедрение моделей реализации ЭО и ДОТ позволяет коренным образом перестроить учебный процесс в

соответствии с особенностями нового поколения студентов, воспитанных на Интернете и использующих новые форматы цифровой коммуникации.

На основе работ [1, 2, 7, 19, 30, 60, 164, 200, 205, 237, 254, 305, 351, 368, 382, 398, 399] среди педагогических задач при организации ЭО и ДОТ и внедрении цифровых технологий в образовательный процесс можно выделить:

- адаптацию учебного контента для реализации ЭО и ДОТ и его использования в условиях внедрения современных цифровых технологий;
- отбор и структурирование содержания дисциплин и образовательных программ в разных моделях электронного обучения;
- организацию практико-ориентированного обучения по естественно-техническим дисциплинам;
- вовлечение студентов в учебный процесс;
- применение ЭО и ДОТ по отдельным дисциплинам и направлениям;
- повышение квалификации преподавателей в области применения цифровых технологий в образовании и цифровых навыков в обучении;
- обеспечение персонализации обучения в электронной среде;
- контроль образовательных результатов у обучающихся (идентификации личности обучающихся).

К проблемам создания и организации ЭО и ДОТ можно отнести нормативно-правовые, технические проблемы и сложности, психофизиологические, проблемы эффективных коммуникаций, эргономические, экономические и социальные проблемы, связанные с пониманием и осознанием значимости системы ЭО и ДОТ в системе высшего образования. Среди рисков развития онлайн обучения выделяют риски, связанные со здоровьем обучающихся: возрастание нагрузки на зрительную, центральную нервную, двигательную систему студентов; риски утраты социальных навыков; информационные риски: нарушения конфиденциальности, нарушения целостности образовательного контента, нарушения доступности к электронной информационно-образовательной среде, нарушения аутентичности информации.

Но, несмотря на существующие проблемы и риски онлайн обучения, это направление активно развивается и представляет собой сегодня феноменальный кардинальный сдвиг в парадигме современного обучения. Организация электронного обучения сводится к разработке новых образовательных методик и технологий, карты знаний дисциплин и механизмов навигации, формированию системы контроля и мониторинга знаний, компетенций и результатов обучения, механизмов обратной связи, построению модели мотивированного самообразования, цифрового следа обучающегося и многому другому [14]. Совокупность методологий и методов исследования для этого чрезвычайно широка, что обусловлено нахождением электронного обучения на стыке цифровых и педагогических технологий. Применяемые подходы основываются на методологии системного анализа, технологии оперативного и интеллектуального анализа данных, машинном обучении, методах социологических исследований, анализа и обработки эмпирических данных. Сфера применения электронного обучения постоянно возрастает.

Согласно данным специалистов по изучению технологического рынка *TechNavio*, география исследования которых охватила регионы *EMEA*: Европа, Африка и Ближний восток, а также *APAC* (Азиатско-Тихоокеанский регион), в 2019 году можно выделить три крупных сегмента развития онлайн образования, рис. 4. При этом прогнозируется возрастание объема курсов и электронных обучающих материалов для школьников и соответственно увеличение доли школьного сегмента. Более 70 % сегмента академического обучения составляет высшее образование; отмечается, что более 90 % всех университетов предлагают для обучения онлайн курсы. На корпоративный сегмент приходится 25 % всего мирового рынка онлайн обучения.

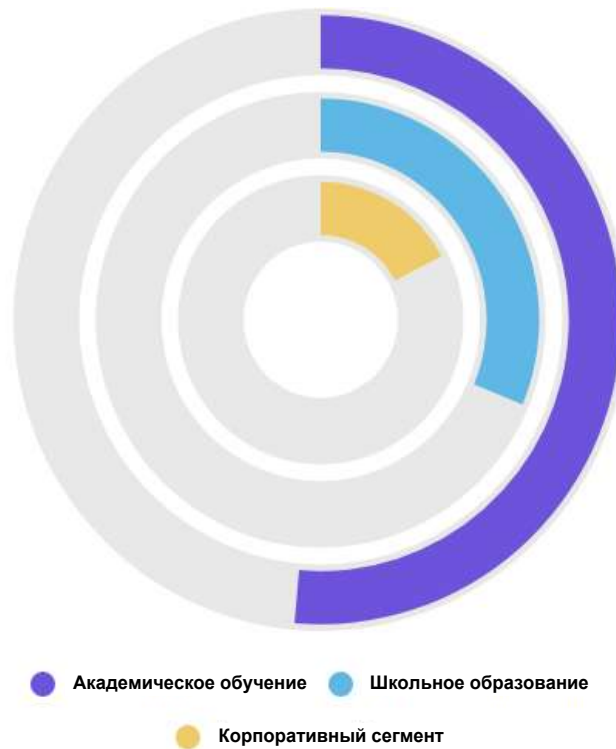


Рисунок 4 – Сегменты развития онлайн обучения

Опираясь на данные современной педагогики по вопросам развития электронного обучения, а также на результаты, полученные в ходе обобщения и анализа существующего опыта, можно отметить следующие преимущественные аспекты: увеличение доступности образования за счет стирания территориальных и временных границ, возможность реализации индивидуальной образовательной траектории, экономическая выгода, снижение трудоемкости преподавателей за счет освобождения их от рутинных процессов, воспитание самостоятельности и ответственности обучающихся, формирование у студентов позиции достижения высоких образовательных результатов.

К основным инсайтам согласно данным «Исследования российского рынка онлайн образования и образовательных технологий: цифры, факты, инсайты, прогнозы», отнесены (<https://edmarket.digital>):

- глобализация онлайн образования (благодаря применению технологий машинного перевода и распознавания речи стираются языковые границы);

- акцент на создание общего образовательного пространства и формирование единой коммуникативной среды для разных сторон образовательного процесса;
- обучение, построенное на проектной работе (*project-based learning*);
- гибридное обучение, выступающее нормой в сфере высшего образования;
- применение в обучении симуляции реальных процессов и игровой адаптации к прикладным профессиональным задачам;
- непрерывное обучение (*ongoing learning, life-long learning*);
- геймификация, направленная на вовлечение обучающихся в образовательный процесс в электронной среде;
- увеличение роли преподавателя в онлайн образовании, выступающего в качестве носителя знаний, эксперта и мотиватора.
- развитие механизмов взаимной проверки знаний (*P2P assessment*);
- усиление роли видеоконтента (вебинаров, *on-demand video* и др.) в онлайн образовании.

Анализируя психолого-педагогические аспекты построения образовательного процесса в вузе в электронной среде, мы приходим к выводу, что активному использованию онлайн обучения, по нашему мнению, будет способствовать интеграция методов онлайн обучения с лучшими практиками и подходами офлайн, доказавшими свою состоятельность в обучении и развитии студентов. Использование возможности сочетать эффективные педагогические и современные цифровые образовательные технологии обеспечит: массовую доступность образования; персонализацию обучения; возможность онлайн-аналитики образовательных результатов и хода процесса обучения; технологические возможности представления образовательного контента и активного управления образовательным процессом. Но самое важное, развитие подхода к персонализации образовательного процесса в условиях интеграции онлайн и офлайн обучения позволит вузам осуществлять подготовку

специалистов с качествами, которые будут востребованы в условиях цифровой трансформации российской экономики и государства, быстрого изменения востребованных на рынке труда компетенций.

Таким образом, можно заключить, что перед образованием сегодня встают новые вызовы, которые серьезно изменяют сложившуюся образовательную систему. Ретроспективный анализ исследований, посвященных разработке проблемы построения образовательного процесса в электронной среде, позволил выделить особенности его построения с учетом психолого-педагогических особенностей современного поколения, конкретизировать понятие персонализации образовательного процесса в электронной среде, определить модель смешанного обучения как наиболее перспективную модель в условиях массового обучения студентов вуза. Мы считаем, что научная значимость модернизации и развития онлайн обучения выражается в виде инновационных педагогических подходов и методик смешанного обучения, которые могут быть положены в основу создания методической системы обучения в условиях цифровизации высшего образования.

1.3. Персонализированное адаптивное обучение студентов вузов

Как отмечено выше, в условиях развития технологий электронного обучения актуальность приобретает развитие методов и подходов смешанного обучения, обеспечивающих персонализацию образовательного процесса при помощи адаптивного обучения. Развитие электронных образовательных сред предоставляет возможности для реализации персонализированного и адаптивного обучения. Существуют различные точки зрения относительно понятий персонализированного и адаптивного обучения. Ряд исследователей придерживается мнения о синонимичности данных понятий. Анализируя педагогические исследования, посвященные проблематике данного вопроса, мы вслед за зарубежными учеными (J. Yang, C. Hong, H. Yu, D. Kinshuk и др.) придерживаемся точки зрения, что каждое из этих понятий может быть

рассмотрено как самостоятельный тип результативного обучения [452]. Развитие цифровых технологий делает персонализированное обучение все более адаптивным, а адаптивное обучение все более персонализированным. В этих условиях осуществляется зарождение нового модернизированного метода обучения – *персонализированного адаптивного обучения*. Этот метод является автоматизированным и использует решения, основанные на данных, собранных обучающей системой; он в реальном времени подстраивает образовательный процесс к индивидуальным характеристикам и потребностям обучающихся и обеспечивает гибкость образовательного контента и приемов обучения.

Персонализированное обучение подробно рассмотрено в параграфе 1.2. диссертационного исследования. Обратимся далее к особенностям развития, сущностным характеристикам адаптивного обучения и технологическим аспектам его реализации. Активно развивающееся сегодня *адаптивное обучение* берет свои истоки в работах по программированному обучению Б.Ф. Скиннера, Н.А. Краудера и Г. Паска. Американский психолог, профессор Б.Ф. Скиннер представил собственную концепцию программирования, в основу которой заложил линейный алгоритм обучения, базирующийся на следующих параметрах:

- разделение учебного материала на небольшие порции;
- индивидуальный темп обучения;
- низкий уровень сложности каждой порции учебного материала, обеспечивающий положительное подкрепление;
- оперативная обратная связь после каждого ответа;
- применение открытых вопросов для проверки усвоения материала;
- дифференцированное закрепление знаний с помощью обобщения в различном контексте,
- одинаковое содержание при различном темпе его изучения, единообразный ход обучения, т.е. отличия между обучающимися состоят в продолжительности их обучения [296].

Алгоритм, предложенный Скиннером, не учитывал способности и склонности учеников, они все осуществляли обучение по единой образовательной траектории.

Разветвленный алгоритм американского педагога Н.А. Краудера отличался дифференцированным подходом к построению индивидуальных учебных траекторий и параметрами, отличающими его от алгоритма Скиннера:

- первоначальной подачей учебного материала для изучения большими порциями со сложными вопросами и затем при возникновении сложностей с его усвоением перенаправлением обучающегося к порциям глубокого уровня, представленным проще и более детально;

- использованием закрытых вопросов, включающих выбор одного правильного ответа из множества вариантов;

- развернутой обратной связью, наличием обоснований правильности ответа и пояснений причин ошибки;

- дифференцированным ходом обучения [188].

Английский психолог и специалист в области кибернетики Гордон Паск предложил алгоритм адаптивного программируемого обучения, когда в индивидуальной траектории обучения поддерживается оптимальный уровень сложности учебного материала для конкретного учащегося. Особенностью подхода выступает возможность обучающегося самостоятельно выбирать уровень сложности нового материала, корректировать его по мере изучения, обращаться к дополнительным справочным материалам, а также выбирать темп учебной работы с применением специальных технических средств, осуществляющих поиск оптимального режима обучения и автоматически поддерживающих найденные условия [324].

В России отдельные положения концепции программируемого обучения и алгоритмического обучения строились с 1960 года Н.Ф. Талызиной, В.П. Беспалько, П.Я. Гальпериным, Л. Н. Ланды и др. [20, 83, 204, 324]. В 1990-е годы П. Брусилоским была разработана технология и созданы первые адаптивные веб-системы, которые позволяли осуществлять адаптацию веб-

страниц под знания обучающегося [31, 32]. Использование гипертекстовых и мультимедиа технологий открыло возможности для развития новых форматов представления учебного контента: аудио, видео, графика, инфографика и др.

Сегодня внимание исследователей обращено к проблемам построения адаптивных обучающих систем, существующие публикации зачастую не дают ответа о единой идеологии их практической реализации, а лишь закладывают некоторые теоретические основания развития адаптивного обучения. Например, И.В. Ковалев определяет адаптивное обучение как сложную технологическую систему образовательных форм и методов, способствующих эффективной индивидуализации образовательного процесса [166]. Система адаптивного обучения направляет каждого обучающегося и обеспечивает достижение образовательного результата в соответствии с его потенциальными способностями и возможностями. Адаптивная система обучения рассматривается как способ обучения, который обеспечивает адаптацию к индивидуальным особенностям студентов [79].

Американский ученый Дж.К. Уотерс педагогическую сущность адаптивного обучения представил как подход к обучению, основанный на технологиях и данных об успеваемости студентов, позволяющий за счет изменения образовательной стратегии варьировать содержание и методы обучения, способствующие достижению образовательных целей и результатов [448].

Американская ассоциация информатизации высшего образования (EDUCAUSE) рассматривает адаптивное обучение как технологию, которая динамически приспосабливает уровень и содержание образования, ориентируясь на способности или формируемые образовательные результаты, обеспечивая при этом повышение успеваемости обучающихся как за счет автоматизированного управления образовательным процессом, так и за счет корректирующих действий педагога-инструктора [400]. Адамс Беккер также относит адаптивное обучение к технологиям, отслеживающим прогресс обучающихся, с использованием данных для модификации образовательной стратегии в любое время [413].

Анализируя подходы к пониманию адаптивного обучения, мы видим, что данная технология базируется на позициях деятельностного и студентоцентрированного подхода, обладающих активностью и гибкостью к построению педагогического процесса. На основе изучения педагогических исследований, посвященных адаптивному обучению мы пришли к выводу, что к его основным преимуществам можно отнести:

- построение индивидуальной образовательной траектории для каждого обучающегося;
- возможность выбора индивидуального образовательного темпа, времени, периода, продолжительности изучения образовательного материала, самостоятельное планирование своей учебной работы и т.д.;
- возможность учета учебного опыта обучающихся, уровня знаний конкретного учебного материала, индивидуального типа восприятия контента и др. в учебном процессе;
- автоматизированный мониторинг образовательных результатов;
- диагностический контроль освоения каждого фрагмента учебного материала и динамическая корректировка индивидуальной образовательной траектории;
- рефлексия учебной деятельности;
- повышение познавательной мотивации к изучению дисциплины.

Мы констатируем единство взглядов исследователей, на то, что адаптивное обучение дает возможность предоставления студенту подходящих ему форм, методов и средств обучения, выбора содержания, объёма получаемых знаний и построения индивидуальной траектории обучения [3, 81, 108, 114, 325]. Адаптация образовательного контента и контрольно-измерительных материалов может основываться на индивидуальных характеристиках студента, в качестве которых могут выступать: психоэмоциональное состояние, половозрастные особенности, когнитивный стиль восприятия учебного контента, особенности культуры и языковые предпочтения, а также текущий уровень сформированности

образовательных результатов. Спектр возможностей адаптивного обучения при этом достаточно широк – это могут быть тесты, сценарии ветвления, индивидуальный контент, все, что служит элементами и помогает формировать образовательные стратегии для каждого обучающегося.

Скибицкий Э.Г. отмечает важность включения дидактических компонентов в адаптивном обучении и вводит определение адаптивной информационно-образовательной среды как «системного комплекса, включающего технический, программный, методический, дидактический, психологический, эргономический и организационный компоненты, ориентированные на удовлетворение образовательных потребностей разновозрастных категорий пользователей» [294]. Согласимся с ним, что в современных условиях любая цифровая среда характеризуется электронными обучающими системами, образовательными ресурсами или курсами. Уточним, что *электронные образовательные ресурсы* (ЭОР) согласно ГОСТ это «образовательные ресурсы, представленные в электронно-цифровой форме и включающие в себя структуру, предметное содержание и метаданные о них. Электронные образовательные ресурсы могут включать в себя данные, информацию, программное обеспечение, необходимые для их использования в процессе обучения» [94]. Видами ЭОР выступают: электронные терминологические словари, электронные учебники, электронные хрестоматии, электронные тренажеры, учебно-методическое обеспечение дисциплины, представленное в информационно-образовательной среде вуза и электронные обучающие курсы (ЭОК). *Электронный обучающий курс* представляет собой ресурс, содержащий комплекс учебно-методических материалов, реализованный в электронной информационно-обучающей системе и методически обеспеченный уникальной совокупностью систематизированных электронных средств обучения и контроля [101, 258]. *Электронная обучающая система* представляет собой интегративную систему, содержащую образовательный контент, удовлетворяющий образовательным целям и реализованную в ЭИОС вуза. В российской и мировой образовательной практике до сих пор не существует единых стандартов, которые регламентировали бы

терминологию, технологию и методику создания адаптивных электронных образовательных ресурсов, курсов и систем, тем не менее, в части электронных обучающих ресурсов, курсов и систем в вузах сформировалось определенное понимание.

В мировой образовательной практике существуют различные технологические решения, реализующие адаптивное обучение, которые можно разделить по типу адаптивности на: рекомендательную, автоматизированную и smart адаптивность.

Рекомендательная адаптивность реализуется с использованием схемы «если условие, то действие» и применяется в обучающих системах, которые позволяют студенту самостоятельно управлять образовательным процессом на основе рекомендаций, выдаваемых системой. Примерами систем, реализующих рекомендательную адаптивность, выступают гипертекстовые обучающие системы.

Обучающие системы, реализующие *автоматизированную адаптивность*, обеспечивают автоматизированное построение образовательного маршрута на основе индивидуальных образовательных результатов обучающегося за счет продукционной модели представления знаний (или ее интеграции с другими моделями). К системам этого класса можно отнести систему *SmartBook* (Дания), *Stepik* (Россия), *Geekie* (Бразилия), *Plario* (Россия) и др.

Образовательные системы, реализующие *smart адаптивность*, направлены на управление обучением на основе данных, создание цифрового двойника обучающегося, фиксацию его цифрового следа на основе динамично изменяющихся его психологических и личных предпочтений. Такие системы анализируют, каких образовательных результатов достигает студент, каковы индивидуальные характеристики студента, например, выявляют предпочтительный типа контента: подкаст, видео, инфографику, мультимедийные лонгриды (контент, в основе которого заложен объемный текстовый учебный материал и насыщенный аудиовизуальный ряд) и адаптируют обучение. К

системам smart адаптивности в научной литературе относят адаптивные платформы ALEKS (США), Knewton (США), Yixue Squirrel AI (Китай) и др.

Система Yixue Squirrel AI, разработанная исследовательской группой китайских ученых реализует обратную связь на основе анализа образовательных данных [415]. Образовательный процесс для каждого обучающегося представляет собой персональный курс обучения, формируемых на основе индивидуальных характеристик обучающегося из десятков тысяч мельчайших «порций знаний».

Наибольшую известность для организации адаптивного обучения получила система Knewton, которая включает универсальные алгоритмы и систему сбора, анализа и использования личной статистики о результатах обучения студентов [414]. Достоинством системы является индивидуализация учебного процесса и построение оптимальной стратегии обучения с помощью адаптации структуры, содержания, уровня сложности учебного материала и формы его представления. *Knewton* обеспечивает платформенное решение, которое включает алгоритмы адаптации учебного материала для создания уникальных персонализированных гибких адаптивных электронных обучающих курсов. Модификация и обновление технологии происходит по запросам заказчиков, которые определяют требования к работе системы на этапе проектирования. Несмотря на широкий функционал и достоинства, технология Knewton является закрытой для большинства участников образовательного рынка из-за дороговизны разработки и сопровождения каждого курса. Также она не подразумевает свободного тиражирования, поэтому ее массовое применение в образовательном процессе для организации адаптивного обучения затруднительно. В российской образовательной практике технология Knewton распространения не получила, так как компания ориентирована на сотрудничество с университетами и колледжами США.

В России в настоящее время ведутся разработки в области адаптивного обучения, среди которых можно отметить систему адаптивного обучения математике Plagio, адаптирующую порядок изучения контента и подбирающую траекторию обучения в зависимости от текущего уровня образовательных результатов студента [189]. Основным назначением системы Plagio выступает

выравнивание уровня абитуриентов для обеспечения более эффективного изучения университетских математических дисциплин. Специализация контента и спектр применяемых параметров адаптации требуют «подстройки» системы на различные предметные области для массового применения ее в образовательном процессе вузов.

Рассматривая существующие системы реализации адаптивного обучения, возможно классифицировать их по параметрам адаптации: контента, порядка его изучения и контрольно-измерительных материалов. В таблице 3 представлены некоторые адаптивные системы, например, платформы *Geekie* (Бразилия), *MyLab* (США), *Stepik* (Россия), *Plario* (Россия) использующие адаптацию контента и порядка его изучения; платформы *ALEKS* (США), *LearnSmart* (США) использующие адаптацию контрольно-измерительных материалов и порядка изучения контента; платформы *Smart Sparrow* (Австралия), *CogBooks* (США), применяющие адаптацию контента и контрольно-измерительных материалов и системы *Knewton* (США), *Yixue Squirrel AI* (Китай), использующие все три типа адаптации.

Отметим, что рассмотренные платформы не находят применения в отечественной образовательной практике в связи с высокими финансовыми затратами на их внедрение в учебный процесс. Применение существующих систем в массовом учебном процессе вуза также ограничено спецификой их предметной области, а также невозможностью технической интеграции существующих решений без перепрограммирования системы в инфраструктуру ЭИОС вузов.

Несмотря на существующие публикации, посвященные тематике и проблемам адаптивного обучения на сегодняшний день не существует единого комплексного консолидированного подхода для проектирования и реализации адаптивных обучающих систем, формального описания разработки или использования инструментария для их создания. Многие публикации объединяет общий взгляд на структуру адаптивных обучающих систем, но при этом они расходятся в части ее реализации. Несмотря на привлекательность идей

адаптивного обучения, опыт эффективной реализации адаптивных обучающих систем, ресурсов и курсов остаточен ограничен. Заметим, что в связи с интенсивным внедрением в образование цифровых технологий и появлением принципиально новых технологических возможностей в последние годы адаптивное обучение характеризуется смещением акцентов от точности оценки результатов обучения к корректности построения индивидуальной траектории обучения, обеспечивающей результативность образовательного процесса.

Таблица 3

Классификация адаптивных систем

Адаптивная система/платформа	Параметры адаптации		
	Адаптация контента	Адаптация порядка изучения контента	Адаптация контрольно-измерительных материалов
Smart Sparrow	+		+
Geekie	+	+	
CogBooks	+		+
ALEKS		+	+
LearnSmart		+	+
Knewton	+	+	+
Stepik	+	+	
Plario	+	+	
Yixue Squirrel AI	+		+

Рассмотрим различия и сходства персонализированного и адаптивного обучения. Анализируя их множественные определения, можно сделать вывод, что существует пересечение этих двух понятий. При этом к общим ключевым

элементам адаптивного и персонализированного обучения можно отнести индивидуальные характеристики обучающегося и результативность обучения. В свою очередь адаптивное обучение включает стратегии адаптации, а одним из отличительных аспектов персонализированного обучения выступает личностное развитие за счет удовлетворения персональных потребностей обучающихся и признания их важности в образовательном процессе. То есть по уровню персонализации адаптивное обучение позволяет обеспечить результативность обучения, а персонализированное обучение наряду с этим направлено на личностное развитие обучающегося. Построим схему пересечения этих понятий по ключевым элементам, рис. 5.



Рисунок 5 – Пересечение понятий
адаптивного и персонализированного обучения

В связи с этим значимость и актуальность представляет педагогическое проектирование персонализированного адаптивного обучения, как усовершенствованного подхода к обучению, которое формируется как персонализированный образовательный процесс с применением технологий адаптивного обучения. Выделение данного понятия как самостоятельного

понятия также находят отражения в работах зарубежных исследователей (Л. Аройо, В. Вагале, Ф. Вильд, Дж.К. Гуань, П. Долог, Ю.Х. Ли, М. Кравчик, С. Ма, А. Наев, Л. Ниедрите, М. Нильссон, Н.С. Пэн, Дж.М. Спектор, Т. Хэй, З.Т. Чжу, и др.). Развитие персонализированного адаптивного обучения, которое становится важным компонентом цифровой обучающей среды, обусловлено развитием технологий больших данных и подхода к управлению обучением на их основе. Исходя из того, что персонализированное адаптивное обучение объединяет персонализированное и адаптивное обучение, в качестве его основных элементов выступают: индивидуальные характеристики, результативность обучения, личностное развитие и стратегии адаптации, которые включают корректировку контента на основе:

- различий в индивидуальных характеристиках обучающихся,
- изменений в достижении результатов обучения на уровне изучения предметной области дисциплины)
- изменений персональных потребностей, целей и предпочтений обучающихся.

На основе этого мы предлагаем под *персонализированным адаптивным обучением* понимать *образовательный процесс, реализуемый в электронной информационно-образовательной среде, который включает стратегии адаптации, динамично изменяющие содержание образовательного контента, формы обучения и формирующие индивидуальную образовательную траекторию на основе персональных потребностей, целей, познавательных интересов, образовательных результатов и индивидуальных характеристик обучающихся.*

Структуру персонализированного адаптивного обучения можно представить в виде многомерного куба, состоящего из совокупности учебных объектов, представляющих собой микропорции образовательного контента, имеющие смысловую законченность, которые мы будем называть в исследовании *термами*, рис. 6. Термы в многомерном кубе мы представляем в разрезе основных элементов персонализированного адаптивного обучения, которые при необходимости могут быть детализированы (например, уровень индивидуальных

характеристик, раскрывается через уровень активности обучающегося, уровень мотивации, стиль восприятия учебного материала и др.). При этом мы видим, что стратегии адаптации должны формировать оптимальный набор термов, наиболее подходящих студенту и обеспечивающих результативность образовательного процесса.

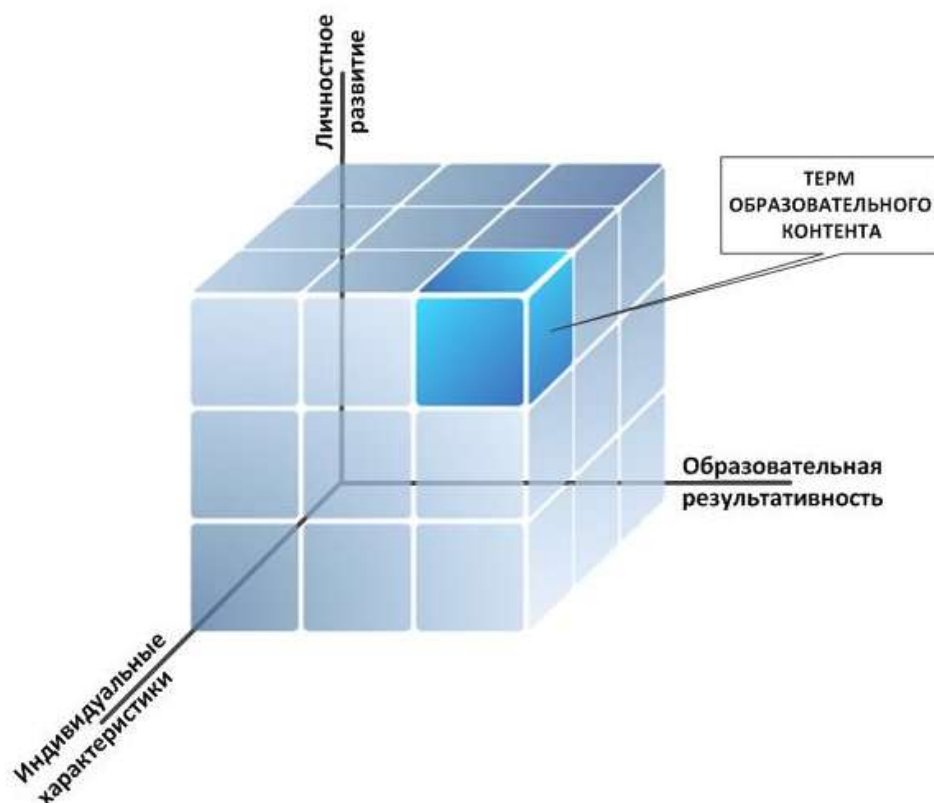


Рисунок 6 – Структура персонализированного адаптивного обучения

Каждый терм, мы в свою очередь, детализируем в разрезе основных элементов персонализированного адаптивного обучения и представим его тремя слоями: слой индивидуальных различий, слой образовательной результативности и слой личностного развития. Схематически послойное представление терма приведено на рис. 7, при этом стрелкой показано направление его изучения.

Слой индивидуальных характеристик включает образовательный контент, обучающие элементы, ресурсы и т.п., по форме представления ориентированные на различия в индивидуальных характеристиках обучающихся. Реализация

стратегии адаптации должна строиться таким образом, что контент автоматически рекомендуется для студента, но при этом не исключается возможность самостоятельного принятия решений по выбору формы его представления. Например, студенту автоматически представляется учебный материал с уровнем детализации, максимально соответствующим его индивидуальным характеристикам или по результатам выявления доминирующего канала восприятия информации. Студенты с учетом рекомендаций могут самостоятельно принимать решение о выборе контента, используя свои сильные стороны и при желании развивая слабые, что создает для них дополнительные возможности в учебном процессе.

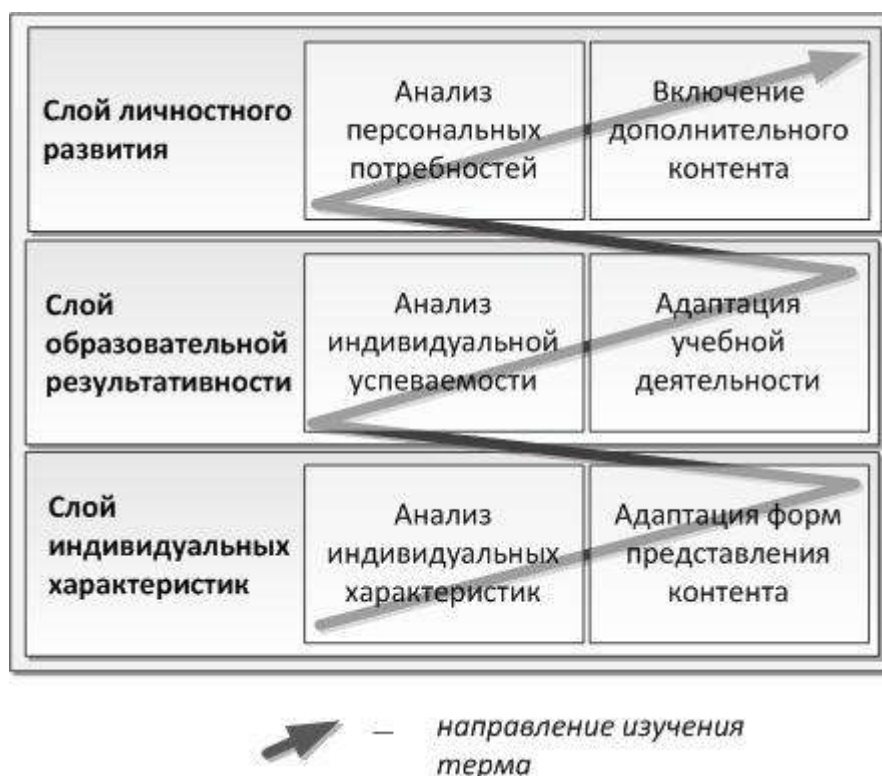


Рисунок 7 – Схема учебного объекта – термина

Слой образовательной результативности включает элементы формирующего и критериального оценивания, например, тесты, задания и т.п., позволяющие фиксировать результативность образовательного процесса. Это

необходимо для сравнения текущей индивидуальной результативности студента с целевыми показателями образовательных результатов по дисциплине. Выявление проблем в успеваемости отдельных обучающихся говорит о необходимости корректировки их учебных действий, в случае если проблемы в успеваемости носят массовый характер, то это влечет корректировку стратегии адаптации в целом или анализа и модификации образовательного контента.

Слой личностного развития включает дополнительные учебные материалы и расширенные задачи, соответствующие тем образовательным результатам, которые входят в образовательный запрос студента, то есть соответствуют его собственному видению с учетом выбора времени и темпа освоения материала. Это обеспечивается корректировкой целей обучения в ответ на персональный запрос через расширение содержания образовательного контента.

Обобщая вышеизложенное, можно констатировать, что в современных условиях цифровизации образования необходимо введение нового модифицированного понятия – персонализированное адаптивное обучение, реализацию которого необходимо организовать через автоматизированное отслеживание индивидуальных характеристик обучающихся, индивидуальной результативности, персональных потребностей, целей и реализацию стратегии адаптации на их основе, рис. 6. Конкретизировав понятие персонализированного адаптивного обучения, выявив его основные характеристики и стратегии адаптации, перейдем к построению структурно-содержательной модели педагогического проектирования персонализированного адаптивного образовательного процесса, в которой покажем взаимосвязь его основных этапов и их составляющих в условиях интеграции онлайн и офлайн обучения.

Выводы по главе 1

На основе анализа философских и научно-педагогических исследований в России и за рубежом показаны основные этапы развития образовательной системы: компьютеризация, информатизация и цифровизация, выявлена их сущность и основные характеристики. Научные статьи и аналитические источники, описывающие феномен цифровой трансформации образования и развития электронного обучения, а также нормативно-правовые документы, определяющие приоритетное развитие системы образования в РФ позволили констатировать, что переход от этапа компьютеризации на этап информатизации и от него к цифровизации образования представляет собой единый сквозной процесс, ядром которого выступают развивающиеся технологии, которые обеспечивают построение персональных образовательных маршрутов, управление собственными результатами обучения, управление образовательным процессом на основе данных, персонализировано-результативное, самонаправленное, мотивированное, адаптивное обучение в современных условиях.

Выделены основные признаки современного этапа цифровизации образования, которые необходимо целостно реализовывать в их взаимосвязи при построении образовательного процесса в вузе в современных условиях. При этом отмечено, что обучающий и воспитательный процесс, не может происходить с полным отсутствием педагога, поэтому особое место в образовательной системе в условиях цифровизации наряду с применяемыми цифровыми технологиями должны занимать педагог и педагогические технологии, сопровождающие образовательный процесс.

Выявлены основные психолого-педагогические аспекты построения образовательного процесса в электронной среде в условиях цифровизации образования, которые представляют собой ключевые факторы развития цифровой дидактики, создания новых моделей построения образовательного процесса с применением цифровых технологий и изменения подходов к педагогическому проектированию образовательного процесса в современных условиях.

Рассмотрены наиболее часто употребляемые понятия индивидуализации, дифференциации и соответствующие им подходы к обучению как движение в сторону персонализации обучения. При помощи контент анализа выявлены особенности, общности и отличительные черты этих образовательных подходов. Установлено, что персонализация включает и расширяет понятия индивидуализации и дифференциации обучения. Анализ технологических возможностей реализации персонализации позволил установить, что адаптивные технологии выступают наиболее эффективной формой персонализации обучения.

Рассмотрены существующие модели электронного обучения и показана перспективность интеграции методов онлайн обучения с лучшими практиками и подходами офлайн, доказавшими свою состоятельность в обучении и развитии студентов. Обозначены преимущества, которые обеспечивает использование возможности сочетать эффективные педагогические приемы и методы с современными цифровыми образовательными технологиями.

Конкретизировано понятие персонализированного адаптивного обучения, которое приобретает характеристики персонализированного и адаптивного обучения и представляет собой образовательный процесс, реализуемый в электронной информационно-образовательной среде, который включает стратегии адаптации, динамично изменяющие содержание образовательного контента, формы обучения и формирующие индивидуальную образовательную траекторию на основе персональных потребностей, целей, познавательных интересов, образовательных результатов и индивидуальных характеристик обучающихся.

ГЛАВА 2. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО АДАПТИВНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

2.1. Построение педагогической концепции в условиях интеграции офлайн и онлайн обучения

Целью концепция является теоретико-методологическое обеспечение персонализированного адаптивного образовательного процесса. Его построение в современных условиях необходимо осуществлять на основе цифровой дидактики. Это новое научное направление педагогической науки в настоящее время находится в стадии становления и формирования концептуальных основ. В настоящее время его больше характеризуют как спонтанное внедрение цифровых технологий, формирование локального дидактического опыта и стихийное возникновение дидактико-технологических практик и парадигм [9, 278].

Цифровая дидактика, согласно определению И.В. Роберт, представляет собой трансфер-интегративную «область научного знания, которая характеризуется взаимным переносом определенных научных идей и подходов из одной области в другую и их интеграцией» [278]. В качестве этих областей, естественно, выступают педагогика и информатика вместе со смежными науками, направленными на изучение цифровых технологий. В.И. Блинов предлагает рассматривать цифровую дидактику как отрасль педагогики, направленную на организацию образовательного процесса в цифровой среде» [115]. При этом цифровая среда становится базовой площадкой проектирования образовательного процесса и коммуникаций студента и преподавателя. Понятийный аппарат цифровой дидактики строится через интеграцию и взаимное дополнение основных понятий и принципов традиционной дидактики с понятиями и принципами онлайн обучения.

Факторами, порождающими потребность в построении персонализированного адаптивного образовательного процесса и разработки его концептуальных оснований, выступают следующие тенденции:

- переход общества на этап цифровизации и цифровой трансформации образования (рассмотрено ранее в параграфе 1.1);
- изменение социально-психологического портрета современного поколения обучающихся (рассмотрено ранее в параграфе 1.2);
- развитие и повсеместное внедрение цифровых технологий, развитие цифровых сред и распространение онлайн обучения (рассмотрено ранее в параграфе 1.2).

В научно-педагогических исследованиях находят отражения различные точки зрения на понятие педагогической концепции, сущность, содержание и особенности ее построения. Например, исследователи Т.С. Алиева, А.М. Новиков, А.М. Сохор определяют концепцию как основную мысль, ведущую идею чего-либо; Е.В. Бондаревская и С.В. Кульневич определяют ее как стратегию педагогической деятельности; как совокупность принципов, закономерностей и взаимосвязей основных понятий учебной деятельности ее определяют Загвязинский В.И. и Кустов Л.М. Мы в исследовании берем за основу понимание концепции данное Е.В. Яковлевым и Н.О. Яковлевой в своей монографии о том, что концепция представляет собой совокупность научных знаний об исследуемом объекте, оформленная специальным образом. В соответствии с данным понятием мы будем выстраивать комплекс ключевых положений, достаточно полно и всесторонне раскрывающих сущность, содержание и особенности персонализированного адаптивного образовательного процесса с учетом логической структуры, предложенной в монографии Е.В. Яковлева и Н.О. Яковлевой «Педагогическая концепция: методологические аспекты построения» [247].

Основными источниками создания концепции персонализированного адаптивного обучения студентов вуза являются: социальный заказ общества, зафиксированный в нормативных документах; объективные потребности

общества и личности на современном этапе; зарубежный и отечественный педагогический опыт цифровизации системы высшего образования, тенденций ее развития; изменяющиеся требования к кадрам в условиях цифровой экономики; смещение акцентов образовательного процесса на персонализировано-результативный образовательный процесс; теоретические основания концепции, фиксирующие современный уровень развития проблемы построения образовательного процесса в условиях интеграции онлайн и офлайн обучения; практический опыт формирования цифровой образовательной среды и методик электронного обучения в вузе.

Нормативно-правовую базу концептуальных оснований персонализированного адаптивного образовательного процесса составляют:

общегосударственные документы:

- Закон Российской Федерации «Об образовании» [348];
- Указ Президента РФ «О Стратегии развития информационного общества в РФ на 2017–2030 годы» [344];
- Распоряжение Правительства РФ «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [267];
- Приоритетный проект в сфере образования «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации» [266];
- Приказ Минобрнауки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [265] и др. [262, 263];

федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования);

регламентирующие документы образовательных учреждений;

материалы Круглого стола Ассоциации ведущих университетов РФ «Образование в постковидную эпоху: тренды новой реальности».

Изучение содержания нормативной и педагогической документации подтверждает актуальность разработки педагогической концепции, направленной

на построение образовательного процесса, направленного на подготовку высококомпетентного выпускника, подготовленного к жизни в современном цифровом обществе. Эффективное достижение поставленной педагогической задачи обеспечивается гибкой и адаптивной образовательной системой, отвечающей персональным запросам и потребностям обучающегося в условиях цифровизации образования и использования дидактического потенциала цифровых технологий.

При разработке нами концепции мы опирались на фундаментальные научные работы в области цифровой трансформации образования. В частности, рассмотрены работы, посвященные теоретическим основам развития электронного обучения и дистанционных образовательных технологий и исследования, раскрывающие основы теории персонализированного обучения и микрообучения. Значительный вклад в построение концепции внесла теория программированного и адаптивного обучения. При обучении современного цифрового поколения в концепции нашла отражение теория игры и геймификации деятельности, а также теория мотивации и рефлексии учебной деятельности.

Многочисленные исследования, которые заложили основания построения концепции, вскрывают многоаспектность и многофункциональность проблемы построения персонализированного адаптивного обучения, и с этой точки зрения, идея построения образовательного процесса с применением цифровых технологий в современных условиях цифровизации образования не является принципиально новой. Безусловно, построение любой концепции электронного обучения должно опираться на современные подходы, подтвердившие свою результативность в традиционном обучении. Выстраивая методологические основания концепции, мы опираемся на системный подход как общенаучную основу исследования, далее доминирующую роль мы предлагаем отводить компетентностному подходу, который выступает основой для определения целей и результатов образовательной деятельности, далее по дидактическому потенциалу следуют личностно-ориентированный, деятельностный, предметно-

информационный и средовый подходы, которые образуют открытый кластер подходов, рис. 8.

Системный подход выступает общенаучной основой исследования и позволяет рассматривать персонализированное адаптивное обучение как целостную систему во взаимосвязи ее компонент, системообразующим компонентом при этом выступает цель формирования предметной компетентности. Системный подход позволяет раскрыть сущность и содержание образовательного процесса и осуществлять поиск новых инновационных подходов к его педагогическому проектированию [24, 214]. Целесообразность применения системного подхода в педагогике обосновывается в исследованиях А.Н. Аверьянова, П.К. Анохина, В.Г. Афанасьева, В.П. Беспалько, И.В. Блауберга Н. Винера, Н.В. Кузьминой, А.М. Новикова, В.Н. Садовского, Э.Г. Юдина и др.

<i>системный подход</i>	Цели и результаты компетентностного подхода
<i>лично-ориентированный подход</i>	
<i>деятельностный подход</i>	
<i>предметно-информационный подход</i>	
<i>средовый подход</i>	
<i>подходы меньшей общности</i>	

Рисунок 8 – Кластер образовательных подходов
концепции персонализированного адаптивного обучения

При этом персонализированное адаптивное обучение по отдельной дисциплине, в свою очередь, может рассматриваться как некоторая подсистема системы более высокого уровня, в качестве которой выступает образовательный процесс в целом по образовательной программе, осуществление которого определяется как свойствами самой системы, так и свойствами составляющих ее

подсистем предметного обучения. Методология системного подхода расширяет применимость результатов исследования в решении проблемы построения индивидуальных учебных планов студентов. Рассматривая персонализированное адаптивное обучение в качестве подсистемы обучения по дисциплине целостной образовательной системы подготовки выпускника вуза. С этой точки зрения результаты исследования развивают логику исследований, посвященных построению индивидуальных образовательных траекторий на уровне образовательной программы (М.В. Литвиненко, К.Л. Полупан, К.Л. Токтарова и др.), выстраивая их на уровне отдельных учебных дисциплин.

Цели и образовательные результаты персонализированного адаптивного обучения мы определяем при ведущей роли *компетентностного подхода* в образовании, опираясь на исследования В.А. Адольфа, В.И. Байденко, А.А. Вербицкого, Б.С. Гершунского, Н.А. Гришановой, Н.Ф. Ефремовой, В.И. Звонникова, Э.Ф. Зеера, И.А. Зимней, В.А. Козырева, Н.В. Кузьминой, С.И. Осиповой, О.Г. Смоляниновой, Н.Г. Селевко, Ю.Г. Татура, А.В. Хуторского, В.А. Шершневой, Л.В. Шкериной и др. Как один из первых разработчиков компетентностного подхода в общем образовании А.В. Хуторской рассматривает его в качестве радикального средства модернизации профессионального образования и преодоления несоответствий между содержанием образования и требованиями общества и личности, а именно «средства проектирования содержания образования в терминах компетенций как совокупности знаний, умений с указанием желаемой степени владения ими» [359]. В своей статье С.И. Осипова подчеркивает, что именно компетентностный подход определяет цель педагогической системы, предопределяя ее результат через формируемые компетенции [242].

В мировой и отечественной образовательной практике нет единого понимания понятий «компетентность» и «компетенция», распространение получили различные трактовки. Многие исследователи-педагоги придерживаются понимания к ним Хуторского А.В., который предложил в качестве компетенции рассматривать совокупность взаимосвязанных качеств личности,

представляющих собой классическую триаду – знания, умения и навыки, необходимую для качественной продуктивной деятельности, а компетентности – присвоение человеком компетенций через ее личностное осмысление в рамках профессиональной деятельности [359].

В психолого-педагогических исследованиях Н.Г. Селевко компетенция определена как образовательный результат, а компетентность как интегральное качество личности, при этом компетенция направлена на освоение методов, средств для решения поставленных в обучении задач, а компетентность направлена на профессиональную деятельность на основе приобретенных компетенций, причем важно то, что она ориентирована на самостоятельность и успешность [287].

Мы в исследовании принимаем точку зрения И.А. Зимней, что компетенция и компетентность представляют собой феноменологически разные понятия, где компетентность есть интегративная характеристика, воплощающая результаты обучения, которыми являются компетенции [141] и будем придерживаться следующих понятий компетенция и компетентность: «*компетенция* – способность применять знания, умения, навыки и личностные качества для успешной деятельности в различных проблемных профессиональных ситуациях», а «*компетентность* – уровень владения совокупностью компетенций, отражающий степень готовности выпускника к применению компетенций для успешной профессиональной деятельности в определенной области» [137, 138, 141, 375, 416]. При этом компетенцию мы будем рассматривать как структуру, включающую когнитивный, праксиологический, аксиологический и рефлексивный компоненты [128, 129, 141, 242, 359, 372, 375]. Выделение когнитивного компонента обосновано знаниевым базисом выполнения профессиональной деятельности. Праксиологический компонент включает в себя умения, навыки и опыт их профессионально-практического применения при выполнении трудовых действий. Аксиологический компонент характеризует личностное отношение, ценностные ориентации и степень удовлетворенности достигнутыми образовательными результатами. Рефлексивный компонент мы

видим, как сквозной интегративный элемент, пронизывающий все её составляющие и обеспечивающий их динамику (когнитивную, праксиологическую, аксиологическую). Он направлен на изменение отношения студента к своей образовательной деятельности, формирование способности видеть себя субъектом ее моделирования, организации и развития.

Компетентностный подход в образовании усиливает практико-ориентированность образования, его прагматический, предметно-профильный аспект. Важнейшим его признаком является способность обучающегося к самообучению в дальнейшем [82, 130]. Компетентностный подход помимо представленного выше дидактического базиса подходов тесно связан с личностно-ориентированным подходом, так как касается индивидуальной личности обучающегося и может быть реализованным и проверенным только в процессе выполнения конкретным индивидуумом определенного комплекса действий [49, 52].

При рассмотрении *личностно-ориентированного подхода*, который представляет студента главным субъектом образовательной деятельности, мы опирались на исследования А.Г. Асмолова, Н.А. Алексеева, Б.П. Беспалько, Е.В. Бондаревской, А.В. Брушлинского, Л.С. Выготского, Н.В. Гафуровой, А.С. Границкой, И.А. Зимней, А.А. Кирсанова, А.А. Леонтьева, С.И. Осиповой, А.В. Хуторского, И.С. Якиманской и др. В нашем исследовании мы, рассматривая индивидуальную образовательную траекторию как продуктивный результат личностно-ориентированного подхода, будем осуществлять ее построение на внутрипредметном уровне через реализацию стратегий адаптации и формирование для каждого студента персонального образовательного пространства.

Деятельностный подход, раскрывающийся в работах Б.Г. Ананьева, М.А. Болдиной, Л.С. Выготского, П.Я. Гальперина, В.В. Давыдова, С.И. Осиповой, Н.Ф. Талызиной, С.Л. Рубинштейна, Д.Б. Эльконина, Э.Г. Юдина и др., определяет приоритетность применения активных и практико-ориентированных методов обучения для вовлечения студентов в образовательный

процесс. Осипова С.И. подчеркивает, что «деятельностный подход исходит из представлений о единстве личности с ее деятельностью и предполагает организацию и управление целенаправленной образовательной деятельностью студента в общем контексте его жизнедеятельности и в интересах становления личности» [242]. Проявлением такого единства выступает влияние многообразия форм и видов учебной деятельности на развитие личности и наряду с этим осуществление удовлетворения потребностей личностного развития непосредственно и опосредованно через выбор форм и видов этой деятельности. Болдина М.А. в своей работе определяет, что деятельностный подход ориентирует студента на формирование целостного образа его будущей профессиональной деятельности и развивает соответствующие компетентности [25]. Деятельностный подход приобретает особую важность при организации персонализированного адаптивного обучения в условиях электронной информационно-образовательной среды и преимущественно деятельностный характер образовательного процесса.

В настоящее время, в условиях цифровизации образования роль *предметно-информационного подхода*, представленного в исследованиях Р.Ф. Абдеева, Е.В. Ковалевской, И.А. Колесниковой, Н.И. Пака, А.Е. Полички, И.В. Роберт, А.Д. Урсула, Л.И. Фишмана, В.И. Штанько и др. и определяющего организацию учебной деятельности с применением цифровых технологий на ее различных этапах значительно возрастает [244, 245-257, 278, 279, 346]. Его применение обогащает исследование с точки зрения представления образовательного контента с позиций семантических и прагматических характеристик. Привлечение аппарата теории информации позволяет повысить управляемость процессом обучения за счет формализации образовательного процесса и измеряемости образовательных результатов [163]. В условиях цифровизации все отрасли переходят на качественно новый уровень, и выпускники наряду с универсальными и профессиональными компетенциями должны обладать готовностью их применять в единстве с цифровыми технологиями. Для этого необходимо создание и применение соответствующих методик и средств обучения. Например,

применение комплексов прикладных и междисциплинарных заданий с использованием персонализированной адаптивной обучающей системы. Таким образом, реализация в персонализированном адаптивном обучении студентов предметно-информационного подхода, адекватная потребностям информационного общества, способна внести значительный вклад в достижение образовательных результатов.

При построении персонализированного адаптивного обучения, реализующего индивидуальные образовательные траектории мы также опираемся на методологические основания *средового подхода*, особенности и сущностные характеристики которого представлены в исследованиях Н. Лумана [214], Ю.С. Мануйлова [222], Т.В. Менг [228], А.М. Новикова [233, 234], Н.Б. Стрекаловой [319, 320] и др., представляющего базис для личностного развития, управления самоорганизацией, активностью и рефлексией обучающихся. Построение образовательного процесса в условиях онлайн обучения с применением средового подхода позволяет реализовать адаптивную, развивающую и культуротворческую функцию образования [228]. Развитие среды с позиции ресурса, дискурса, процесса и поля активности позволит осуществить воспитание личности обучающегося, обеспечить взаимодействие обучающихся с цифровой средой, построить автоматизированное управление образовательным процессом, раскрыть индивидуальные особенности и удовлетворить потребности обучающихся.

Обобщая вышеизложенное, необходимо отметить, что построение концепции персонализированного адаптивного обучения обусловлено переходом общества на этап цифровизации образования, изменения социально-психологического портрета современного студента, а также повсеместным распространением онлайн обучения, что стало особенно актуальным в условиях глобального распространения коронавирусной инфекции. Обозначенные тенденции требуют рассмотрения педагогической концепции как целостной теории и ее представления в соответствии с требованиями логической последовательности, четкости, полноты и однозначности. Определив основные

источники, нормативно-правовую базу и методологические основания концепции мы видим ее функциональное наполнение в следующем: внедрение и развитие технологий адаптивного обучения; реализация индивидуальных образовательных маршрутов; персонализированный непрерывный мониторинг образовательных результатов; гибкость применяемых образовательных форм и методов обучения; формирование универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций; расширение образовательных возможностей инклюзивного образования; непрерывное оценивание образовательных результатов; гибкая модификация темпа и сроков освоения дисциплины; освобождение педагога от рутинных операций.

2.2. Ядро концепции персонализированного адаптивного обучения в условиях цифровизации

Раскрывая содержание концепции, особое внимание мы уделяем положениям, составляющим ее ядро, в которое мы включаем закономерности и принципы персонализированного адаптивного обучения. Первоначально определим основные педагогические закономерности, под которыми мы будем понимать тенденции развития и функционирования проектируемого нами образовательного процесса.

В первую очередь выделим *закономерности обусловленности*, в качестве которых выступают причинно-следственные факторы, определяющие возможность реализации, цели, особенности и содержание персонализированного адаптивного образовательного процесса. А именно:

- интенсивное распространение и развитие образовательных форматов онлайн обучения и их модификаций в связи с распространением коронавирусной инфекции и введением противоэпидемического режима в образовательных организациях по всему миру;

- повышение практико-ориентированности образовательного процесса, разработка образовательных программ с учетом профессиональных стандартов,

активное вовлечение работодателей в процесс проектирования образовательных результатов, акцентирование важности подготовки специалиста на любом этапе обучения готового к осуществлению реальной практической деятельности;

– стирание образовательных границ между уровнями образования, движение в сторону девальвации значимости высшего образования за счет ориентации на краткосрочные образовательные программы (особенно для студентов информационно-технологических направлений подготовки), которые обеспечивают формирование и фиксацию в цифровом пространстве актуальных образовательных результатов в соответствии с потребностями обучающихся относительно содержания, темпа и формата.

Цифровизация образования и всех сфер жизнедеятельности общества обуславливает следующие *атрибутивные закономерности персонализированного адаптивного обучения*, характеризующие рассматриваемый педагогический процесс. А именно: баланс интеграции онлайн и офлайн компонент, акцент на самостоятельность обучения, акцент на активные и интерактивные методы, акцент на визуализацию образовательного контента, динамичность процессов в современном обществе, многообразие образовательных форм, методов и средств, технологичность образовательных процессов, фокусное и динамичное обучение. Рассмотрим их подробнее.

Баланс интеграции онлайн и офлайн компонент – тенденция, проявляющаяся в важности достижения оптимального соотношения онлайн и офлайн компонент персонализированного адаптивного обучения, что напрямую влияет на результативность образовательного процесса. При педагогическом проектировании образовательного процесса необходимо в цифровую среду погружать те элементы персонализированного адаптивного обучения, которые повысят педагогическую результативность, при этом необходимо учитывать, возможную нецелесообразность отдельных видов учебной деятельности в онлайн среде, обусловленную спецификой дисциплины и важностью роли педагога.

Акцент на самостоятельность обучения – формирующаяся тенденция в образовании, которая состоит в ориентации на повышение самостоятельности,

самоопределение и саморазвитие обучающихся в образовательном процессе. Развитие цифровой среды, наделение ее полномочиями наряду с ресурсным обеспечением рекомендательно-управленческим функционалом, выводит ее на позицию полноценного участника образовательного процесса и можно сказать, что она начинает выполнять некоторые роли педагога. При этом обучающийся становится главным действующим лицом персонализированного адаптивного обучения и несет ответственность за данный процесс, самостоятельно принимает решения, определяющие его индивидуальную образовательную траекторию, уровень достигаемых образовательных результатов и их глубину и др. Условия увеличения объемов онлайн обучения, а зачастую и полный переход в онлайн требует от студента субъектной активности, мотивации к обучению и способности к самостоятельной организации своего образовательного процесса на всех его этапах.

Данная атрибутивная закономерность обуславливает важность включения преимуществ системного и деятельностного подходов, что позволит представить обучение как целостный процесс с элементами, вовлекающими в него обучающихся, мотивирующих их к обучению, обеспечивающих обратную связь и результативность обучения.

Акцент на активные и интерактивные методы – тенденция, связанная со смещением акцентов от пассивного получения образовательной информации в сторону активных методов ее освоения. Развитие цифровых технологий открывает принципиально новые возможности для технологической поддержки активных и интерактивных методов, проектной деятельности в цифровой среде, командной и индивидуальной работы, внедрению механизмов самооценки и взаимооценки, геймификации процесса обучения.

Акцент на визуализацию образовательного контента – тенденция, обусловленная интересом обучающихся к эффективным и наглядным способам визуализации образовательного контента. Современное цифровое поколение отдает предпочтение ярким зрительным образам, наглядным способам визуализации учебного материала, компактными вариантами его представления. В

онлайн обучении перспективным для применения становятся инфографика, ментальные карты, ленты времени, скрайбинг, цифровой сторителлинг, непродолжительные обучающие видео с обратной связью и др.

Динамичность процессов в современном обществе – тенденция развития современного общества, связанная с цифровизацией и активным развитием средств цифровой коммуникации, которые влекут изменения в современной культуре, изменения способов и стилей коммуникационного взаимодействия между людьми, а также изменения культурных практик в образовательном процессе. Современное поколение студентов все большее предпочтение отдает коммуникациям в цифровой среде, характер которых значительно отличается от «живого общения», происходит зарождение новой коммуникационной культуры.

Многообразие образовательных форм, методов и средств – тенденция, состоящая в поиске соответствия сложности образовательных форм и методов применяемых образовательным средствам. Динамичность и многообразие образовательных форм, методов и средств открывает широкие возможности для персонализации обучения и адаптации контента в соответствии с индивидуальными характеристиками обучающихся, а также обогащает содержание образовательного процесса.

Технологичность образовательных процессов – тенденция, которая обеспечивает условия для построения деятельностного обучения и достижения универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций. Цифровые технологии представляют эффективные образовательные инструменты для реализации учебной деятельности, оперативности обратной связи, автоматизированного управления, контроля календарного планирования и др.

Фокусное и динамичное обучение – тенденция к построению образовательного процесса в минимальные промежутки времени в комфортном для обучающегося ритме. Психолого-педагогические особенности современного цифрового поколения, например, клиповое мышление, сокращение объемов долговременной памяти, информационная перегруженность в цифровом мире приводят к актуальности микропорционности контента и разбиении его на

небольшие дидактические единицы. Такой подход выступает контентной основой активной адаптивности или активного управления образовательным процессом в ЭИОС в условиях цифровизации образования.

Мы считаем, что выявленные нами педагогические закономерности, как основополагающие тенденции концепции позволили раскрыть исследуемый феномен как процесс, определить основные тенденции его развития.

Рассмотренные закономерности обуславливают заложить в концепцию персонализированного адаптивного обучения в электронной среде комплекс принципов концепции персонализированного адаптивного предметного обучения студентов вуза в условиях цифровизации образования, включающий *общедидактические, личностно-направленные и технологически-обеспечивающие* принципы, рис. 9.

В качестве *общедидактических* принципов мы включили в концепцию следующие известные в педагогике принципы:

– *научности* – представления образовательного контента дисциплины в современной доступной трактовке и его актуальности современному научному знанию [134];

– *системности* – формирования целостной многоуровневой системы знаний, учебной деятельности и образовательных результатов [24, 214, 242];

– *междисциплинарности* – согласованного на междисциплинарном уровне изучения основных понятий, законов, теорий, методов и алгоритмов содержания, а также совместного формирования образовательных результатов, вклад в которые вносят одновременно или последовательно родственные дисциплины [142, 260, 317, 372].

– *фундаментализации* – направленности образовательного процесса на «углубленную теоретическую, общеобразовательную, общенаучную и общепрофессиональную подготовку учащихся и студентов» [326]

– *целостности* – достижения единства и взаимосвязи всех компонентов образовательного процесса и формирования целостного восприятия дисциплины обучающимся [247];

– *реализуемости* – образовательный процесс должен быть реализуем в соответствии с современной нормативной базой в рамках современной образовательной системы [379]

– *доступности* – организации образовательного процесса в соответствии с возрастными, физическими, интеллектуальными особенностями обучающихся [251]

– *управляемости* – организации образовательного процесса в запланированном режиме, обеспечивающим реализацию целей обучения, необходимую частоту и формы коммуникации преподавателей и студентов, а также поэтапный мониторинг образовательных результатов [119].

<i>Общедидактические признаки</i>
научность
системность
междисциплинарность
фундаментализация
целостность
реализуемость
доступность
управляемость

<i>Личностно-направленные принципы</i>
персонализация
индивидуальная результативность
мотивационно- интеллектуальная активность
коммуникативность

<i>Технологически- обеспечивающие принципы</i>
микрорпорционность
активная адаптивность
релевантность
вариативность ролей преподавателя
цикличность обучения
управляемость
автоматизированный мониторинг

Рисунок 9 – Принципы концепции персонализированного адаптивного обучения

В группу *лично-ориентированных принципов* мы включаем:

- *персонализацию* – обеспечение персонализации учебного процесса в электронной среде, позволяющей студенту построить индивидуальную образовательную траекторию и сформировать индивидуальное пространство учебных материалов;
- *индивидуальную результативность* – направленность на достижение личных результатов обучения;
- *мотивационно-интеллектуальную активность* – вовлечение в учебный процесс, обеспечивающий формирование возможностей для реализации собственного потенциала обучающимися;
- *коммуникативность* – обеспечение взаимодействия участников образовательного процесса.

В группу *технологически-обеспечивающих принципов*, направленных на достижение развития личности мы включаем следующие:

- *микрорпорционность* – разделение учебного материала на небольшие микропорции образовательного контента, изучаемые за короткий промежуток времени;
- *активная адаптивность* – вариативное представление содержания учебного контента на основе динамично изменяющихся характеристик обучающихся;
- *релевантность* – содержание обучения является актуальным и находится в контексте будущей профессиональной деятельности;
- *вариативность ролей преподавателя* (многофункциональность, вариантность ролей) – изменение роли преподавателя, который становится консультантом, партнером и координатором процесса обучения;
- *цикличность обучения* – автоматический переход к следующему материалу его усвоения или повторному изучение материала, представленного в другой форме;

– *автоматизированный мониторинг* – автоматизированная диагностика образовательных результатов.

Раскроем сущностные характеристики личностно-ориентированных принципов, связанных с развитием личности.

Принцип персонализации. Персонализация выступает приоритетным принципом концепции, согласно которому деятельность студента выступает важным фактором развития его личности, усиления субъектности обучения, развития обучения посредством различных видов взаимодействия. Значимость и актуальность персонализации раскрывалась в параграфе 2 первой главы настоящего исследования.

В основе принципа персонализации лежит процесс абсолютной субъектности обучающегося, как в отношении его личного опыта, так и в отношении реализации его образовательных целей. В исследовании мы будем придерживаться мнения А.В. Смирнова: абсолютная субъектность соответствует пониманию радикального субъекта, который способен к индивидуализации в любых условиях.

Принцип индивидуальной результативности. Он направлен на достижение образовательных результатов. Фундаментом процесса педагогического проектирования современного обучения выступает определение результатов обучения, которые должны удовлетворять свойствам конкретности и диагностируемости, являясь индикаторами сформированности определенных уровней предметных компетенций. Достижение некоторого уровня сформированности компетенций предполагает способность к решению определенного круга компетентностных задач, которые в рамках конкретной учебной дисциплины спроектированы на данную предметную область [231]. Затем определяются диагностические процедуры и методы оценки сформированности заявленных результатов обучения и проектируется стратегия преподавания. Этот принцип оказывает непосредственное влияние на построение структуры дисциплины и ее дорожной карты.

Принцип мотивационно-интеллектуальной активности. Данный принцип является чрезвычайно важным при реализации учебного процесса с применением ЭО и ДОТ. Мы считаем его важным в связи с выявленными многими исследователями проблемами и сложностями, связанными с недостаточным уровнем мотивации обучающихся в электронной среде, возникающей потерей их интереса к учебному процессу и трудностями управления их активностью в ЭИОС. В работе [417] авторы Дж. Ли и Дж. Хаммер обнаружили проблемы, связанные с вовлечением и удержанием студентов в процесс обучения, к которым они отнесли уменьшение заинтересованности в образовательном процессе и снижение уровня вовлеченности. Максимизация мотивации, инициативности и активности всех субъектов образовательного процесса выступает основным следствием, а также непременным условием успешного персонализированного образования. Важность персонализации для развития обучающегося базируется на проблемах, теориях мотивации и его потребностях [390].

Построение образовательного контента и проектирование учебного процесса должно быть основано на знании потребностей обучающихся и направлено на их удовлетворение, повышение мотивации к изучению дисциплины и увеличение интеллектуальной активности студентов, применяя современные педагогические технологии.

Предложенный принцип направлен на включение методов, форм и средств обучения, обеспечивающих вовлечение в учебный процесс, обеспечивающий формирование возможностей для реализации собственного потенциала.

Принцип коммуникативности является одним из основных принципов, направленных на интенсификацию образовательных процессов по дисциплине, организуемых в информационно-образовательной среде вуза за счет обеспечения взаимодействия участников образовательного процесса. Условия открытого взаимодействия развивают познавательную активность студента, способствуют наиболее полному проявлению его личностных свойств и качеств. Многие педагоги используют понятие «педагогическое общение» и описывают обучение как коммуникацию субъектов образовательного процесса, к которым относят

обучающегося, образовательный контент и педагога [147, 240]. Относительно педагогической коммуникации в электронной среде, часто рассматривается термин «компьютерноопосредованные коммуникации», направленные на использование электронных сообщений для формирования понимания в разнообразных средах, контекстах и культурах. Педагогические исследования рассматривают коммуникацию в электронной среде как первичный процесс, координирующий целенаправленные практические действия ее участников [202, 209]. С развитием ЭО и ДОТ процесс общения происходит в форме передачи информации, то есть в форме коммуникации и распространение получило понятие «электронные образовательные коммуникации» или «цифровые коммуникации» [367].

Особенностями электронной образовательной коммуникации выступают: вербальная активность, разорванность (несовпадение целей участников образовательного процесса), специфический этикет общения, эмоциональность, возможная анонимность. Для нее характерна дистантность и опосредованность, что, с одной стороны, облегчает процесс коммуникации, а с другой – делает его сложнее.

Рассматривая механизмы взаимодействия обучающегося с преподавателем при помощи цифровых технологий, можно отметить, что коммуникационная составляющая, обеспечение которой может реализовываться, например, через онлайн-сообщества для всех участников образовательного процесса, является одним из важнейших факторов удовлетворенности студентов электронным обучением. Педагогами-исследователями выявлено, что взаимодействие «педагог – студент» в цифровой среде повышает эффективность онлайн обучения и по сравнению с взаимодействием «студент – студент» в наибольшей мере удовлетворяет обучающихся. Стоит отметить, что наиболее эффективным обучение в электронной среде можно считать тогда, когда все участники активно включены в образовательный процесс и иницируют и участвуют в предметных дискуссиях [450]. Но наряду с этим существуют трудности измерения и интерпретации взаимодействия в электронной среде. Нет однозначного ответа на

вопрос о степени включения в учебный процесс студента на основе уровня его вовлеченности в образовательные коммуникации. Возникают ситуации, когда студенты могут принимать участие в дискуссиях, при этом, не вникая в материал и содержание, а с другой стороны – проводить глубинный анализ образовательного контента в самостоятельном режиме [367]. В этих условиях необходим персональный подход к каждому студенту. Выявлено, что повышает эффективность обучения и вызывает положительный отклик у студентов работа в микрогруппах, сформированных по интересам и предпочтениям студентов [387].

Таким образом, принцип коммуникации является важным аспектом концепции персонализированного адаптивного обучения, характеризующим эффективность учебного процесса и удовлетворенность обучением при своевременном участии преподавателя в разъяснении материала, своевременной обратной связи. Формы коммуникации при этом могут быть синхронными и асинхронными и представлены письмами, переговорами, видеоконференциями и дискуссиями, общением в форумах, чатах и социальных сетях.

Рассмотрим технологически-обеспечивающие принципы ядра выстраиваемой нами концепции, обеспечивающие технологическую поддержку достижения развития личности.

Принцип микропорционности. Этот принцип необходим для проектирования содержания обучения и основан на применении стратегии микрообучения (*microlearning*), которая состоит в том, что учебный материал представляется в виде небольших порций [393, 419, 432]. Каждая порция при этом представляет собой самостоятельный элемент, который вписан в общую стратегию обучения. В условиях лавинообразного возрастания объемов информации и возникающих в связи с этим информационных перегрузок микропорционность становится обязательным условием электронного обучения. Представление образовательного контента на основе принципа микропорционности позволяет студентам осваивать небольшой объем учебного контента за короткий промежуток времени с максимальной концентрацией внимания, а также предоставляет возможность оперативной проверки степени его

усвоения. Это могут быть интерактивные видео, аудио-подкасты, викторины и т.п. К преимуществам микрообучения относятся концентрация внимания, доступность, мобильность, а также модульность и гибкость.

Принцип активной адаптивности обучения представляет собой управление образовательным процессом на основе динамических характеристик обучающегося, которые могут изменяться на протяжении учебного процесса. Он включает необходимость организации вариативности содержания образовательного контента, то есть представления его содержания в различных формах, ориентированных на индивидуальные особенности студентов, которые динамично изменяются на протяжении всего процесса обучения студентов. Каждый обучающийся взаимодействует по-своему с учебным контентом, одним требуется определенный уровень детализации учебного материала, другие по-разному воспринимают формат его представления (текст, аудио, видео, инфографика и т.д.) и это влечет основные сложности нахождения оптимального образовательного пути [193]. Мы видим, что принцип активной адаптивности направлен на решение обозначенной проблемы и построение для каждого персонального пространства учебных материалов, отслеживания темпа его освоения и собственного образовательного прогресса в ответ на каждое результативное действие студента в ЭИОС.

Принцип релевантности. Основная посылка принципа *релевантности* выражается в том, что содержание обучения должно быть актуальным и находиться в контексте будущей профессиональной деятельности. То есть содержание любой учебной дисциплины должно обеспечивать профессионально-личностный рост обучающегося, проявляющейся в способности совмещать теорию с практикой, интегрировать знание в практическую деятельность. Как отмечается в работах А.А. Вербицкого, обучение, в котором моделируется предметное и социальное содержание будущей профессиональной деятельности, обеспечивает воспитание необходимых предметно-профессиональных и социальных качеств личности специалиста [69].

Релевантность содержания дисциплины – это отражение профессионального контекста, которое формирует целостное представление о будущей профессиональной деятельности (от целеполагания до самоанализа процесса и результатов) и позволяет получить обучающимся практический опыт, обеспечивающий после окончания вуза «безболезненность» их включения в реальное выполнение трудовых функций [300]. Это обуславливает необходимость использования таких форм занятий и методов обучения, которые наряду с приобретением элементарных профессиональных умений, обеспечивают приобретение комплексных навыков и формирование профессионально значимых личностных качеств, ценностных ориентаций и стимулируют мотивацию в процессе обучения [300]. Предложенный принцип направлен на включение в образовательный процесс простых или комплексных задач и заданий с информационно обеспечивающим их выполнение теоретическим материалом.

Принцип вариативности ролей преподавателя. При реализации образовательной системы электронного обучения содержание педагогической деятельности существенно отличается от традиционного обучения. По мнению американского ученого Питера Найта применение современных средств информационных технологий позволяет повысить эффективность электронного обучения за счет предоставления возможностей активного включения студентов в образовательный процесс и автоматизированного управления этим процессом [322]. В деятельности педагога возникают новые акценты, раскрывающие его новые функции в процессе педагогического взаимодействия. С развитием цифровых технологий и внедрением их в обучение роль преподавателя состоит не только в обучении и воспитании, а также в создании условий для его развития, стимулирования его к общему и профессиональному росту, формированию самостоятельности и готовности к обучению на протяжении всей жизни [65]. В исследовании предлагается в концепцию персонализированного адаптивного обучения ввести *принцип вариативности ролей преподавателя*, состоящий в модернизации роли педагога, при котором она становится более значимой, а его функции расширяются. Спектр ролей преподавателя, реализующего электронное

обучение, становится многогранен, из «источника знаний» он превращается в дизайнера, куратора, координатора, тьютора и модератора процесса обучения. Таким образом, педагог становится в некотором роде «проводником» обучающегося в лавинообразно нарастающем информационном массиве, из первоисточника информации он превращается в помощника, который помогает студенту в поиске нужных сведений и информации, анализе и оценке, формировании собственного мнения и представления [199].

Рассмотрим некоторые особенности ролей, возникающих у преподавателя. Например, он может выступать *дизайнером электронного обучения*, который разрабатывает его содержание и методику. Эта роль является одной из основных ролей и схожа с разработкой учебно-методических материалов при очном обучении, но требует принципиально новых подходов к разработке методики обучения и создания интерактивного образовательного контента. В отличие от роли дизайнера, *роль преподавателя-координатора* сводится к организации учебного процесса, непосредственному преподаванию, а также контролю темпа изучения учебного материала. Его ключевыми функциями выступают сопровождение обучения, организация активной и интенсивной обратной связи всех участников образовательного процесса, помощь студентам и их вовлечение в учебный процесс. *Роль куратора* или *фасилитатора* включает функцию организатора процесса обучения. Куратор оперативно отвечает на возникающие вопросы по дисциплине, решает технические проблемы, отслеживает своевременность представления выполненных заданий. *Тьютор* отвечает за организацию учебного процесса и создание комфортной атмосферы на протяжении всего периода обучения. Согласно определению тьютор (от англ. *tutor*, лат. *tutor* – защитник, опекун] – опекун, воспитатель в учебном заведении; персональный наставник студента [298]. Таким образом, получается, что его основная роль состоит в сопровождении индивидуального обучения и организации самостоятельной деятельности обучающихся, а также ее руководстве и контроле. *Модератор электронного обучения* осуществляет процесс коммуникации участников образовательного процесса, например, в форме

обратной связи в режиме видеоконференцсвязи, форума или других форматах, также обеспечивает процесс контроля образовательных результатов по дисциплине.

Многогранность ролей преподавателя современного вуза обуславливает возрастание значимости преподавателя в системе профессиональной подготовки студентов. Основная функция преподавателя состоит в поддержке обучающегося в его деятельности, которая может реализовываться за счет его навигационной поддержки в потоке учебной информации, решения возникающих сложностей и проблем и способствовать успешному достижению результатов обучения. Таким образом, при построении персонализированного адаптивного обучения в сфере высшего образования необходимо учитывать изменения сущности преподавательской деятельности, места и роли преподавателя в образовательном процессе, его основных функций. Это будет способствовать повышению педагогического мастерства и эффективности образовательного процесса.

Принцип цикличности обучения. Данный принцип также является важным при построении проектируемого образовательного процесса. Универсальная природа процесса цикличности как свойства, характеризующего многие естественные процессы характерна и для образовательного процесса. И в условиях цифровизации образования понятия «цикл» и «цикличность» в педагогике обретают новый смысл. Например, Н.Ф. Талызина определяет цикл как деятельность педагога и обучающегося, результатом которой выступает усвоение единицы содержания учебного материала: понятия, закона, правила и оперирования ими через соответствующие умения [323]. П.И. Пидкасистый представляет его как учебный процесс, разбиваемый на отдельные шаги, характеризующиеся последовательным формированием образовательных микрорезультатов [249]. Учитывая смысл, вкладываемый в понятие цикла в педагогике, при построении концепции адаптивного электронного обучения мы видим, что *принцип цикличности* направлен на построение поэтапного образовательного процесса и представляет собой «движение по спирали». Согласно утверждению П.И. Пидкасистого, в каждом ее витке реализуются

следующие аспекты учебного процесса: цель – деятельность преподавания – средства – деятельность обучения – образовательный результат [249]. При этом начало каждого этапа является следствием результативного окончания предыдущего, его завершение – причиной возникновения следующего, то есть в условиях электронного обучения необходим автоматический переход к следующему учебному материалу после его усвоения или возврат к повторному изучению материала, представленному в другой форме изложения. Основными показателями циклов адаптивного электронного обучения при этом выступают цель, средства и результат.

Принцип автоматизированного мониторинга. Современный этап модернизации образования, связанный с внедрением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, обуславливает необходимость обновления технологий мониторинга результатов обучения как инструмента автоматизированной диагностики образовательных результатов и управления качеством образования. В связи с этим целесообразно включить в концепцию *принцип автоматизированного мониторинга*. Автоматизированный контроль результатов позволяет объективно, быстро и надежно оценивать уровень усвоения учебного материала и устанавливает оперативную обратную связь, дает возможность динамического отслеживания успеваемости. Как отмечает Н.М. Розенберг «Лишь подкрепив качественный, содержательный анализ тех или иных объектов и явлений обоснованными и надежными измерениями, можно обеспечить педагогов-практиков, ученых, методистов, руководителей... объективной научной информацией» [281].

Согласно И.П. Подласому «диагностика – это прояснение всех обстоятельств протекания дидактического (учебного) процесса, точное определение всех его результатов» [251]. Именно диагностика обеспечивает эффективное управление образовательным процессом в электронной среде. Рассматривая диагностику образовательных результатов студентов вузов в условиях ЭО и ДОТ, мы видим, что необходимо использовать механизмы контроля на протяжении всего периода обучения, а также в рубежные периоды

обучения для фиксации достигнутых результатов. В этих условиях важность приобретает использование комплекса автоматизированной диагностики учебных результатов, которое должно носить целостный и системный характер на всем протяжении образовательного процесса [196].

Анализируя педагогические исследования, посвященные проблеме диагностики образовательных результатов, в качестве основополагающих характеристик принципа автоматизированного мониторинга мы выделяем: объективность, систематичность, наглядность и регулярность [16, 143, 152, 251]. Объективность заключается в научно обоснованном содержании контрольно-измерительных материалов, адекватно установленных критериев оценивания образовательных результатов. Объективность означает независимость процесса оценивания от средств, методов и преподавателя, осуществляющего контроль. Для этого необходимо применение современных информационно-коммуникационных средств и технологий, позволяющих минимизировать субъективизм преподавателя при помощи автоматизированной проверки и оценки результатов обучения. Систематичность обуславливает комплексный подход к процедуре автоматизированного мониторинга, при котором применяемые формы, методы, средства и современные информационные технологии используются в тесной взаимосвязи и единстве. При этом на передовые позиции выходят управление, активизация и результативность обучения в условиях ЭО и ДОТ. Наглядность состоит в проведении открытых контрольно-измерительных мероприятий для всех студентов по единым критериям, формирования рейтингов студентов, позволяющих оценивать обучающимся себя в сравнении с позициями остальных участников образовательного процесса. Регулярность предполагает, что проведение мониторинга образовательных результатов осуществляется на всем периоде изучения дисциплины.

В заключение необходимо отметить, что общие положения, нормативно-теоретические и методологические основания, закономерности и педагогические принципы, составляющие ядро педагогической концепции персонализированного адаптивного обучения студентов вуза в условиях цифровизации образования

позволили обозначить пути дальнейшего теоретического осмысления проблематики исследования в виде структурно-содержательной модели педагогического проектирования предмета диссертационного исследования.

2.3. Структурно-содержательная модель педагогического проектирования персонализированного адаптивного обучения

Несмотря на возрастающий интерес к персонализированному адаптивному обучению, в настоящее время имеются лишь отдельные практики его реализации в процессе обучения студентов вузов. В основном развиваются подходы к персонализации обучения студентов через модели индивидуальных образовательных траекторий, обеспечивающие формирование образовательных программ с персональным набором модулей и дисциплин на основе индивидуальных предпочтений или образовательных возможностей обучающихся [131, 208, 215, 224, 230, 250, 259, 330]. С позиции повышения качества обучения было бы целесообразным дополнить модели индивидуальных образовательных траекторий в рамках образовательных программ студентов моделями управления предметным обучением, обеспечивающими автоматизированное формирование образовательных траекторий в самом учебном предмете на основе динамического анализа данных в электронной информационно-образовательной среде.

Существуют также отдельные практики и модели организации персонализированного образовательного процесса по дисциплинам в условиях онлайн обучения на основе адаптивности, ориентированной на статические характеристики обучающихся, не изменяющиеся на протяжении изучения дисциплины, например, стилевые характеристики, физиологические особенности и др., которую мы будем называть *пассивной адаптивностью*. С позиции повышения качества обучения становится понятным, что актуализируется педагогическое проектирование образовательного процесса студентов вуза на основе адаптивности, учитывающей динамические характеристики студентов, которые могут изменяться в процессе изучения дисциплины, включая

персональные потребности и цели обучающихся, которую мы будем называть *активной адаптивностью*.

Выявленные направления совершенствования образовательного процесса, введение нового понятия – персонализированное адаптивное обучение в этих условиях требует его тщательного педагогического проектирования на основе интеграции результативных подходов в офлайн и онлайн обучении, а также с учетом психолого-педагогических особенностей современного поколения обучающихся. Вопросы педагогического проектирования, которое выступает одним из объективных и универсальных средств анализа и моделирования образовательного процесса и педагогической деятельности, раскрываются в работах Н.Г. Алексеева, В.В. Афанасьева, В.С. Безруковой, В.П. Беспалько, Е.С. Заир-Бек, И.А. Колесниковой, В.В. Краевского, В.М. Монахова, Т.Г. Новиковой, О.Г. Прикота, М.И. Рожкова, В.А. Сластенина, Г.П. Щедровицкого, В.В. Юдина и др. Несмотря на начальную природу понятия, введенного А.С. Макаренко, направленного на организацию воспитательного процесса, в настоящее время мы наблюдаем разнообразие терминологических подходов.

К наиболее распространенным трактовкам педагогического проектирования относят следующие. Например, В.А. Болотов под педагогическим проектированием предлагает понимать «процесс «выращивания» новейших форм общности всех участников образовательного процесса и педагогической общественности, нового содержания и технологий образования, способов и технологий педагогической деятельности и мышления» [26]. Как «содержательное, организационно-методическое, материально-техническое и социально-психологическое оформление замысла реализации целостного решения педагогической задачи, осуществляемой на эмпирическо-интуитивном, опытно-логическом и научном уровнях» [379] его определяют В.А. Сластенин и Е.Н. Шиянов. На предварительную разработку основных деталей предстоящей деятельности учащихся и педагогов направляет его понимание В.С. Безрукова. Как «вдохновенный прыжок от фактов настоящего к возможностям будущего»

[379] определяет его английский педагог-психолог Дж. Пейдж. Американский исследователь Дж. Ризуик предлагает рассматривать его как «творческую деятельность, которая дает жизнь нечто новому и полезному, что ранее не существовало» [193]. В силу многоаспектности существующих исследований в этой области они могут быть разделены по объекту педагогического проектирования, в качестве которого выступают образовательные системы федерального, регионального, муниципального уровней, образовательный процесс, педагогическое взаимодействие, учебные ситуации и др.

Проанализировав существующие подходы, мы считаем, что можно говорить о том, что их объединяет то, что в их основе заложена творческая деятельность, направленная на обеспечение и результативное осуществление образовательного процесса. При этом результатом такой деятельности выступает модель педагогического объекта со свойствами системы и новый подход к решению проблемы и включает возможные варианты применения. Для целей нашего исследования наиболее подходящими понятиями педагогического проектирования мы считаем определение Н.О. Яковлева о том, что это целенаправленная работа педагога по созданию проекта, т.е. инновационной модели предназначенной для массового использования, а также понимание проектирования В.П. Беспалько как процесса многошагового планирования [22, 379].

Согласно этим определениям и учитывая проблематику нашего исследования, педагогическое проектирование мы рассматриваем, как целенаправленную поэтапную деятельность по созданию проекта персонализированного адаптивного обучения и основной акцент при этом осуществляем на деятельности педагога, как основного конструктора образовательного процесса. В понятие «проект персонализированного адаптивного обучения» мы вкладываем следующее содержание: это представление будущего образовательного процесса в виде модели, реализующей его основные технологические этапы и раскрывающие его сущность. На наш взгляд, именно поэтапное проектирование образовательного процесса раскрывает

возможности для его оперативной модификации, вариативности контента и обеспечения персонализации обучения.

Педагогическое проектирование персонализированного адаптивного обучения мы строим, основываясь на модели обратного педагогического дизайна (англ. backward design), которая включает: определение результатов обучения, проектирование методов оценивания результатов обучения и построение стратегии преподавания [403, 408, 451]. Согласимся с Велединской С.Б., что движение в процессе проектирования от образовательных результатов к контенту позволяет его полноценно ориентировать на параметры, определяемых на начальных этапах педагогического проектирования, что позволяет перейти от контентоцентричного к студентоцентричному образовательному процессу, нацеленному на результативность обучения [68].

Отметим, что распространенной проблемой образовательной действительности вузов при построении образовательного процесса по дисциплине выступает первоначальное построение содержания обучения, а затем искусственное наложение его на компетенции учебного плана и формулирование образовательных результатов. Это приводит к тому, что целями образовательного процесса выступает получение знаний, а не формирование компетенций. Мы применяем в нашем исследовании основную идею модели обратного педагогического дизайна, состоящую в движении от образовательных результатов. К *основным этапам педагогического проектирования персонализированного адаптивного обучения* студентов вуза в условиях интеграции офлайн и онлайн компонент с учетом его специфики, изложенной в параграфе 1.3 мы относим следующие.

- I. Построение поля образовательных результатов.
- II. Создание профиля обучающегося.
- III. Структурирование и создание образовательного контента.
- IV. Создание средств диагностики результатов обучения и обратной связи.
- V. Построение механизмов управления обучением.
- VI. Педагогическая рефлексия.

Мы считаем, что структурно-содержательная модель педагогического проектирования персонализированного адаптивного обучения должна предусматривать возможность реализации индивидуальной образовательной траектории, проектирования системы коммуникационного взаимодействия всех участников образовательного процесса, видов учебной деятельности, форм и методов обучения. При ее построении мы определили основные необходимые технологические этапы данного процесса, которые в совокупности будут решать задачу реализации персонализировано-результативного образовательного процесса с применением адаптивных технологий обучения, повышения уровня компетенций, формируемых в дисциплине. Также мы определили назначение данных этапов и модели в целом, которые в совокупности обеспечат ее целостность, рис. 10. Остановимся на каждом из этапов, включенных в структурно-содержательную модель педагогического проектирования персонализированного адаптивного обучения.

Рассмотрим *этап I – построение поля образовательных результатов*, который включает в себя: анализ компетенций, определение индикаторов их достижения (с включением результатов этой деятельности в учебный план), декомпозицию индикаторов на множество дескрипторов и выделение ядра результатов обучения.

При определении *индикаторов достижения компетенций* мы понимаем под ними набор характеристик, уточняющих и раскрывающих компетенцию в виде конкретных измеряемых действий, которые, в соответствии с ФГОС ВО 3++ измеряемы с помощью доступных в образовательном процессе средств. Учитывая то, что индикаторы могут быть отнесены к различным дисциплинам образовательной программы, мы для каждого индикатора в дисциплине определяем дескрипторы, которые описывают наблюдаемые проявления индикаторов компетенций.

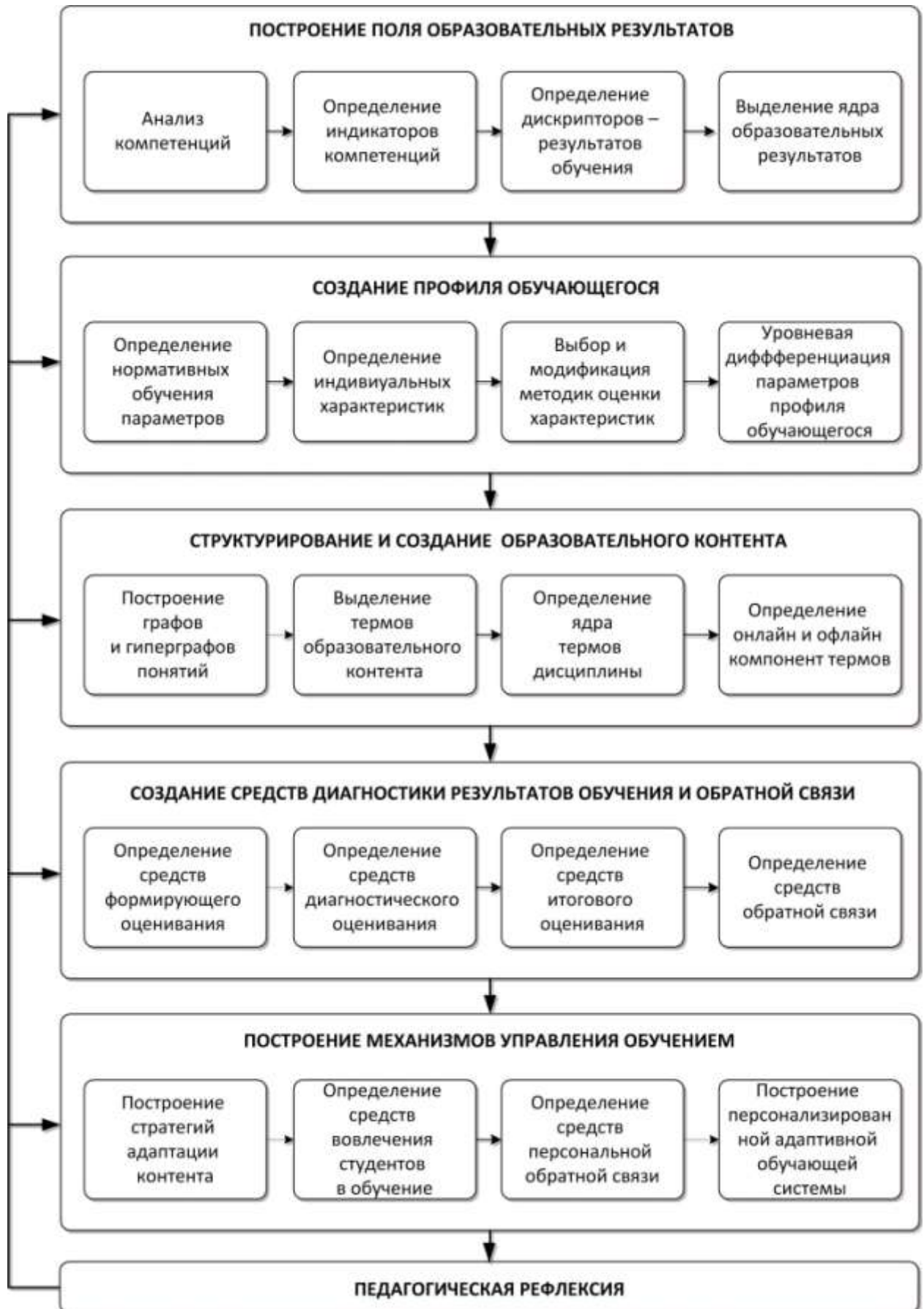


Рисунок 10 – Структурно-содержательная модель педагогического проектирования персонализированного адаптивного обучения

Под *дескрипторами* мы понимаем результаты обучения по дисциплине, которые удовлетворяют свойствам конкретности, диагностируемости и операционализируют формирование компетенции. При определении дескрипторов мы предлагаем формулировать их с указанием таксономии целей обучения, например, Б. Блума (знание, понимание, применение, анализ, синтез, оценивание), которую мы применяем в дальнейшем в нашем исследовании.

Также возможно применение других таксономий целей обучения, например, М. Марзано (воспроизведение, понимание, анализ, применение знаний) или др. Шкалирование дескрипторов по уровням таксономии позволяет осуществлять наряду с их комплексной оценкой их оценку с точки зрения уровней их освоения. Также это позволяет установить соответствие между дескрипторами и когнитивным и праксиологическим компонентами компетенций. Подробно методика оценки сформированности компетенций и их компонент изложена в параграфе 3.2.4.

Важной особенностью результатов обучения выступает то, что перечень дескрипторов по дисциплине представляет собой открытый пул результатов обучения, который зависит от целей педагогического проектирования образовательного процесса, от новых профессиональных задач, от глубины погружения в предметно-профессиональное поле и, что чрезвычайно важно при организации персонализированного адаптивного образовательного процесса от запроса и потребностей обучающегося. При этом в связи с тем, что обучение в вузе регламентируется ФГОС ВО, образовательной программой, графиком учебного процесса, для контроля результативности и темпа образовательного процесса мы вводим понятие *ядро результатов обучения*, которое представляет собой совокупность результатов обучения, которые выступают обязательными для всех обучающихся. То есть перечень дескрипторов по дисциплине является открытым и модифицируемым. Расширение результатов обучения позволяет не только корректировать результаты обучения в дальнейшем, но и предоставит возможности для анализа и мониторинга образовательного процесса.

Рассмотрим *этап II – создание профиля обучающегося*, который включает в себя параметры обучающихся, актуальные с точки зрения образовательного процесса по дисциплине. А именно, на этом этапе необходимо определить нормативные параметры обучения, определить индивидуальные характеристики обучающихся, выбрать методики их оценки и при необходимости провести уровневую дифференциацию индивидуальных характеристик. Отметим, что особенностью профиля обучающегося выступает его открытость и модифицируемость.

Нормативные параметры обучения связаны с результатами обучения и предназначены для контроля и управления образовательным процессом, так как задают требования к целевому состоянию обучающегося по дисциплине.

В качестве индивидуальных характеристик могут быть выбраны личностные особенности студентов, особенности его психологических механизмов, свойств характера, темперамента и другие. Например, перцептивная модальность обучающихся, основанная на доминирующем канале восприятия и обработки информации: аудиальном, визуальном, кинестетическом или дигитальном. Результаты психологических исследований подтверждают, что доминирующий канал восприятия информации не постоянен и может изменяться в течение жизни человека, но при рассмотрении его в течение семестра или учебного года его можно определить в начале обучения по дисциплине и учитывать на протяжении всего образовательного процесса. Данный параметр открывает возможности выбора формы учебного материала самостоятельно или автоматизировано, например, для аудиального – звуковая форма представления, визуального – графическо-презентационная, для кинестетического – пространственно-динамическая, а для дигитального – логико-схематическая. При обучении иностранных студентов или студентов малочисленных народов России, для которых характерны языковая консервация или обучение в условиях билингвальности, актуальность приобретает включение в профиль обучающегося параметра – языковой аспект, связанного с уровнем знания языка на котором изучается дисциплина, а также национальными особенностями восприятия

обучающимся учебных материалов. Данный параметр в дальнейшем используется для адаптации образовательного контента по языковому аспекту. Например, этот параметр был применен нами при построении учебного процесса для студентов Республики Тыва с разным уровнем параллельного владения родным тувинским и русским языками. Подробнее об этом изложено в параграфе 3.2.3.

Также в качестве индивидуальных характеристик мы включаем уровень мотивации и уровень активности обучающихся. Открытость профиля позволяет включить в субмодель когнитивные стили обучающихся или специально заданные роли участников образовательного процесса, например, роли актуальные с точки зрения адаптации методов обучения для студентов ИТ направлений подготовки: постановщик задачи, проектировщик, модератор, кодировщик, тестер и другие.

Рассмотрим *этап III – структурирование и создание образовательного контента*. На данном этапе мы считаем целесообразным осуществлять на основе анализа дескрипторов выделение понятий предметной области дисциплины и осуществлять построение графов и гиперграфов понятий, что позволит выделить термы, сформировать ядро термов образовательного контента и определить офлайн и онлайн составляющие каждого терма. Такой подход к проектированию образовательного контента, позволяет получать логически обоснованные последовательности изучения дисциплины и структурировать в виде микропорций. Содержание терма образовательного контента в разрезе онлайн и офлайн компонент обучения, а также уровней таксономии Блума, рис. 11.

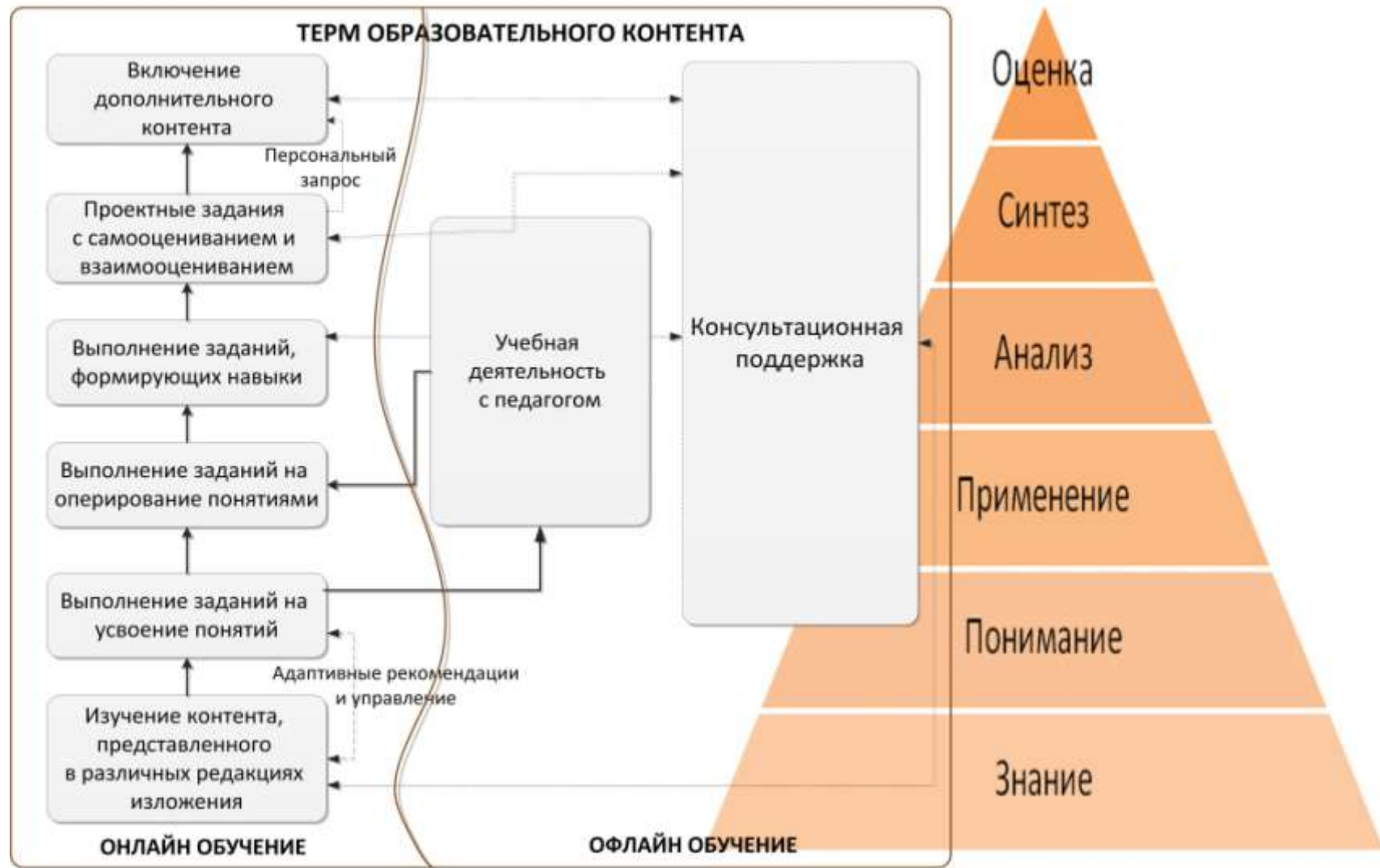


Рисунок 11 – Терм образовательного контента

Подробнее о структурировании и создания образовательного контента будет изложено в параграфе 3.2.1.

Отметим, что проектирование содержания термов мы осуществляем на основе технологии *перевернутого класса (flipped classroom)*, родоначальниками которой стали американские учителя химии Аарон Самс и Джонатан Бергманн, которые в 2004 г. предложили этот термин, а также разработали и первыми апробировали соответствующую технологию. В России одними из первых в практику работы вузов «перевернутый класс» внедрили С.Б. Велединская и М.Ю. Дорофеева из Института электронного обучения Национального исследовательского Томского политехнического университета. Она заключается в перераспределении ключевых составляющих процесса обучения. «Перевернутый» учебный процесс начинается с самостоятельной работы студентов в офлайн среде. Далее студенты продолжают учебный процесс практической аудиторной офлайн работой. После практического занятия происходит возврат в онлайн среду, деятельность в которой направлена на закрепление материала и обеспечивает «прирост» образовательных результатов обучающихся. То есть, обучение реализуется циклом «онлайн – офлайн – онлайн» с взаимосвязью электронной и аудиторной компонент. При этом онлайн обучение включает механизмы синхронного и/или асинхронного взаимодействия.

Этап IV – создание средств диагностики результатов обучения и обратной связи включает определение средств формирующего оценивания внутри каждого терма и по результатам его освоения, определение средств рубежного оценивания по результатам освоения совокупности термов, составляющих образовательный модуль дисциплины (подробнее о принципах построения модулей дисциплины в параграфе 3.2.1.) и определение средств итогового оценивания и определение средств обратной связи.

Средства формирующего оценивания нацелены на непрерывную оценку индивидуальных результатов обучения студентов и предназначены для самоконтроля образовательных результатов, выявления проблем в обучении, оценки образовательных потребностей, автоматизированного управления

образовательным процессом, поощрения успешных студентов и стимулирования отстающих и т.д. Результаты формирующего оценивания имеют небольшой вес в итоговой оценке по дисциплине.

Средства рубежного оценивания представляют собой средства контроля результатов обучения и предназначены для определения качества усвоения образовательного контента обучающимся по модулям учебной дисциплины. Результаты рубежного оценивания являются наиболее значимыми по сравнению с результатами формирующего оценивания при формировании итоговой оценки по дисциплине.

Средства итогового оценивания представляют собой средства итогового контроля по дисциплине и вносят наибольший вклад в результирующую оценку.

Этап V – построение механизмов управления обучением включает построение стратегий адаптации контента, определение средств вовлечения студентов в обучение, средств персональной обратной связи и построение персонализированной адаптивной обучающей системы.

Проектирование стратегий адаптации включает построение стратегий адаптации контента на основе индивидуальных характеристик обучающихся, включенных в профиль обучающегося, отклонений достигнутых параметров образовательных результатов студентов от нормативных, в зависимости от выхода за ядро результатов обучения и изменений персональных запросов, потребностей и предпочтений обучающихся. При этом важной особенностью управления обучением мы считаем активное управление обучением, которое мы называем активной адаптацией, т.е. ориентированной на динамично изменяющиеся характеристики обучающихся на протяжении всего периода обучения учебной дисциплине. В качестве средств вовлечения и удержания обучающихся в образовательном процессе, предлагается применять геймификацию образовательной деятельности, подробнее о геймификации будет представлено в параграфе 3.2.3. Важной особенностью образовательного процесса, реализуемого в условиях интеграции офлайн и онлайн обучения

является повышение коммуникативности образовательного процесса и включение механизмов цифровой коммуникации при обучении в ЭИОС.

Отметим, что основным типом коммуникативного взаимодействия субъектов образовательного процесса в условиях интеграции онлайн и офлайн обучения выступают взаимодействия «студент – студент», «педагог – студент», «студент – контент» и «педагог – контент». Главным инструментом реализации активного учебного взаимодействия в электронной среде является применение взаимного рецензирования и оценивания, организация дискуссий, разбор проблемных ситуаций и вопросов, а также общения в форумах и чатах. Это позволяет реализовать один из продуктивных способов обучения – самообучение через обучение других. В исследовании разработана классификация технологических средств персональной обратной связи в зависимости от образовательной задачи и параметров профиля пользователя, представленная в параграфе 3.2.3. В качестве технологического средства онлайн обучения выступает разрабатываемая на данном этапе персонализированная адаптивная обучающая система, особенности реализации которой подробно представлены в параграфе 3.2.

Основная цель данного этапа состоит в интенсификации образовательного процесса по дисциплине в условиях интеграции онлайн и офлайн компонент. При этом, согласно определению Манделя Б.Р., под *интенсификацией* мы будем понимать «сокращение образовательных циклов и сроков перехода от стадии к стадии, длительности стадий при максимальной реализации потенциала обучающегося» [220].

Этап VI – педагогической рефлексии предназначен для предварительной оценки результатов педагогического проектирования персонализированного адаптивного предметного обучения, критического осмысления проекта и по результатам коррекции его на предшествующих этапах. Оценка полученных результатов, по нашему мнению, также должна включать самооценку и независимую комиссионную экспертизу полученных результатов с точки зрения

целостности и результативности педагогического проектирования образовательного процесса.

Подводя итоги, можно утверждать, что предложенная в исследовании структурно-содержательная модель педагогического проектирования персонализированного адаптивного предметного обучения, раскрывающая последовательность технологических этапов и соответствующая введенному в работе понятию персонализированного адаптивного образовательного процесса, в явном виде отражает смену его состояний, при этом все этапы отличаются друг от друга решаемыми задачами и получаемым результатом. Структурно-содержательная модель педагогического проектирования персонализированного адаптивного обучения построена в условиях интеграции офлайн и онлайн обучения, что позволяет на теоретической основе осуществлять проектирование обучения в ЭИОС. Модель является открытой и гибко модифицируемой, так как может адаптироваться и развиваться в ответ на изменение внешних условий. Структурно-содержательная модель педагогического проектирования адекватна логике проектировочного процесса, позволяет спрогнозировать образовательный процесс и обеспечить достижение необходимого образовательного результата.

Выводы по главе 2

Обоснована и разработана научная концепция персонализированного адаптивного обучения в условиях цифровизации высшего образования. Основными источниками которой выступили социальный заказ общества; зарубежный и отечественный педагогический опыт цифровизации высшего образования; изменяющиеся требования к кадрам в условиях цифровой экономики; смещение акцентов на персонализировано-результативный образовательный процесс; теоретические основания, фиксирующие современный уровень развития проблемы построения образовательного процесса в условиях интеграции онлайн и офлайн обучения; практический опыт формирования цифровой образовательной среды и методик электронного обучения в вузе. Актуальность разработки концепции подтверждена анализом нормативно-правовой базы, научных работ в области теории информатизации и цифровизации образования.

Определены методологические основания концепции, включающие системный подход как общенаучную основу исследования, компетентностный подход, доминирующая роль которого состоит в определении целей и результатов образовательной деятельности, далее по дидактическому потенциалу следуют личностно-ориентированный, деятельностный, предметно-информационный и средовой подходы, которые образуют открытый кластер.

Ядро концепции персонализированного адаптивного обучения составляют закономерности обусловленности, в качестве которых выступают причинно-следственные факторы, определяющие возможность реализации, цели, особенности и содержание обучения в условиях цифровизации, а также атрибутивные закономерности персонализированного адаптивного обучения, характеризующие рассматриваемый педагогический процесс (баланс интеграции онлайн и офлайн компонент, акцент на самостоятельность обучения, акцент на активные и интерактивные методы, динамичность процессов в современном обществе, акцент на визуализацию образовательного контента, многообразие

образовательных форм, методов и средств, технологичность образовательных процессов, фокусное и динамичное обучение).

На основе выделенных закономерностей в ядро концепции включен комплекс педагогических принципов, содержащих *общедидактические* (научности, системности, междисциплинарности, фундаментализации, целостности, доступности); *лично-направленные* (персонализации, индивидуальной результативности, мотивационно-интеллектуальной активности, коммуникативности) и *технологически-обеспечивающие* (микропорционности, активной адаптивности, релевантности, вариативности ролей преподавателя, цикличности, управляемости и автоматизированного мониторинга).

Предложена структурно-содержательная модель педагогического проектирования персонализированного адаптивного обучения, содержащая технологические этапы (построение поля образовательных результатов, создание профиля обучающегося, структурирование и создание образовательного контента, создание средств диагностики результатов обучения и обратной связи, построение механизмов управления обучением, педагогическая рефлексия) комплексно раскрывающие процесс обучения в ЭИОС. Это расширяет научные представления о проектировании образовательного процесса в условиях интеграции офлайн и онлайн обучения в современных условиях и закладывает основания комплексного процесса обновления методических систем, методов и организационных форм образовательного процесса в условиях цифровизации образования. Структурно-содержательная модель педагогического проектирования персонализированного адаптивного обучения в условиях интеграции офлайн и онлайн обучения открывает возможности на теоретической основе осуществлять проектирование образовательного процесса в ЭИОС и потенциально влияет на обеспечение необходимого образовательного результата в соответствии с персональными потребностями и целями обучающихся.

ГЛАВА 3. НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ

3.1. Модель методической системы образовательного процесса

На основе анализа нормативно-правовых документов, материалов научно-педагогических отечественных и зарубежных исследований, построенной концепции персонализированного адаптивного обучения, которая интегрирует преимущества результативных подходов в офлайн и онлайн обучении с педагогическими принципами организации обучения в электронной среде были разработаны теоретические и концептуальные основания процесса персонализированного адаптивного обучения, для реализации которого необходимо построить методическую систему проектируемого образовательного процесса.

Классически понимание методической системы основывается на определении, введенным А.М. Пышкало, согласно которому ее следует понимать как пятикомпонентную структуру, включающую цели, содержание, методы, организационные формы и средства обучения [273]. При этом обязательным условием выступает взаимосвязь всех компонент при лидирующей позиции образовательных целей. Данного функционального подхода придерживаются в своих работах многие исследователи Н.В. Кузьмина, А.И. Архангельский, Ю.С. Брановский, М.В. Швецкий, Н.И. Рыжова, И.М. Дудина и другие.

Но вместе с тем, развивая концепцию построения методической системы обучения, например, Н.Л. Стефанова расширяет ее пятикомпонентную структуру, вводя дополнительную компоненту – планируемые результаты обучения [315]. И.М. Дудина в своих исследованиях видит методическую систему как совокупность целевого, содержательного, операционно-деятельного, контрольно-регулирующего и оценочно-результативного [117]. В операционно-деятельный компонент она включает методы, формы и средства, в контрольно-регулирующий – преподавательский контроль выполнения образовательных

задач и самоконтроль обучающихся, в оценочно-результативный – оценку и самооценку образовательных результатов, рефлексию и корректировку задач обучения.

Существует позиция, согласно которой ряд исследователей, рассматривая в структуре методической системы образовательные результаты, выносят цели обучения за ее рамки. Например, Т.А. Бороненко, определяя методическую систему, придерживается трактовки В.В. Краевского, представляющего ее как целостную модель образовательной деятельности, считает необходимым включение в ее структуру технологического блока, содержащего технологии отбора содержания обучения, методов, форм и обучающих средств, а также технологии определения взаимосвязей между всеми элементами системы [29].

Готская И.Б. в своих работах уделяет внимание направленности методической системы на социально-индивидуальные, корпоративно-индивидуальные и индивидуальные потребности в результатов предметного обучения индивидуумов [96]. Развитие понятия методической системы, с точки зрения уточнения ее направленности, удовлетворяет знаниевой парадигме и потребности общества в специалистах нового качества. И.Б. Готская определяет методическую систему обучения на текущем этапе ее эволюционного развития как открытую динамическую образовательную систему, с точки зрения изменения состава, содержания ее элементов и взаимосвязей между ними. В дальнейшем эта мысль получила свое развитие в работах Л.В. Шелеховой, которая уточняет взаимосвязанные компоненты методической системы и вводит содержательно-структурный, процессуальный, методико-технологический, и критериальный компоненты.

В условиях направленности обучения на развитие личности обучающегося Г.И. Саранцев отмечает важность комплексного рассмотрения содержания обучения наряду с возрастными характеристиками и личностными целями студентов. В своих исследованиях при построении методической системы обучения математики центральное место в учебном процессе он отдает личности ученика и его саморазвитию. Таким образом, структуру личности,

индивидуальность обучающегося он выделяет в качестве одного из компонентов методической системы обучения наряду с образовательными целями, содержанием, методами, формами и средствами [285].

Вслед за Осиповой С.И. и Смыковской Т.К., рассматривая методическую систему с позиции целостности и системного подхода, будем считать обязательным включение в ее структуру цели обучения [241].

В условиях развития электронного обучения и дистанционных образовательных технологий развиваются новые подходы к построению методических систем обучения, в том числе адаптивных. Например, Л.И. Долинер вводит понятие адаптивной методической системы обучения, под которой предлагает понимать «систему, содержащую в своей структуре образовательную технологию, обладающую свойствами адаптивности к требованиям преподавателей, адаптивности к формам обучения, адаптивности к нормативным требованиям учебной организации и открытой для модификации» [116].

Интерес представляет исследование А.М. Новикова, в котором он рассматривает методические системы в последовательности их исторического развития:

- репродуктивное обучение (исторически первый вид обучения, связанный с воспроизведением, репродуцированием образцов учебной деятельности);
- догматическое обучение (обучение через слушание, чтение, механическое запоминание и дословное воспроизведение материала);
- сообщающее обучение (процесс передачи знаний в готовом виде);
- развивающее обучение Л.В. Занкова; Д.Б. Эльконина и В.В. Давыдова (методическая система развития абстрактного, творческого мышления);
- программированное обучение Б.Ф. Скиннера, Н.А. Краудера (обучение, осуществляемое без педагога на основе обучающих программ);

- задачная система обучения (поэтапная организацию формализации учебных задач, выбора методов их решения, диагностики и оценки учебных результатов);
- продуктивная система обучения Дж. Керрола, Б. Блума (система, ориентированная на достижение конечного образовательного результата соответствующего установленным критериям);
- система проективного обучения Г.Л. Ильина (центральным звеном проективного обучения выступает проект, направленный на решение профессионально значимой проблемы);
- система контекстного обучения А.А. Вербицкого;
- имитационная (моделирующая) система обучения (моделирование в учебном процессе отношений и условий реальной жизни);
- информационная система обучения (включает интерактивные обучающие системы, гипертекстовые системы и системы, функционирующие на базе информационных телекоммуникационных сетей [233, 234].

Отметим, что в своем эволюционном развитии подход к определению методической системы постоянно развивается в связи с постоянно возрастающими требованиями современного цифрового общества к модернизации системы образования. Например, в работе С.И. Осиповой представлены теоретические основания совершенствования методических систем с позиции личностно-ориентированного подхода. Мы видим необходимым при построении нашей методической системы создать условия для личностного развития обучающегося, на основе его учебного опыта, потребностей, возможностей и способностей; перевести обучающегося в субъектную позицию, активизируя его личностный потенциал, внедряя проблемно-поисковые подходы обучения и проектную деятельность, развивающую субъект-субъектное взаимодействие; благодаря широким возможностям многофункциональной электронной информационно-образовательной среды обеспечить участие обучающегося в определении своего образовательного маршрута, принятия решений, выбора

содержания и формы представления образовательного контента, что оказывает непосредственное влияние на развитие личности [120, 242].

В современных условиях цифровизации образования, когда происходит обновление системы обучения с точки зрения ее перехода к персонализировано-результативной системе, обеспечивающей всестороннее личностное развитие каждого обучающегося, к теоретическим основаниям построения методической системы обучения наряду с основаниями, представленными выше отнести следующие положения:

- создание условий для личностного развития студента через реализацию его персональных целей, потребностей и способностей;
- дидактически целесообразное определение логически связной последовательности построения образовательного процесса и научно-обоснованное формирование вариативного содержания образовательного контента;
- релевантность содержания образовательного контента дисциплины в контексте межпредметных связей и будущей профессиональной деятельности;
- активизация личностного потенциала студента, реализация его субъектной позиции посредством активного включения в образовательный процесс и повышение познавательной мотивации обучающегося;
- развитие способности к самообразованию, самоорганизации и саморефлексии в процессе решения предметных и профессиональных задач;
- построение индивидуальной образовательной траектории;
- включение индивидуальной и командной проектной деятельности;
- внедрение современных педагогических и цифровых технологий.

В работе Каргиной З.А. выделены следующие технологии персонализации образования: дидактические, организационно-методические и информационные, но, рассматривая процесс персонализации образования на этапе цифровизации, мы будем использовать современное понятие – цифровые технологии. Основное назначение дидактических технологий состоит в развитии личности студента как

субъекта образовательной деятельности. Среди дидактических технологий выделяют проблемное обучение, активное обучение (геймификация учебного процесса), задачно-эвристические технологии, знаково-контекстное обучение, развивающе-акмеологические технологии. Целевое назначение организационно-методических технологий – перевод студента в позицию субъекта построения персонального образовательного пространства и индивидуальной образовательной траектории. Потенциал использования цифровых технологий открывает возможности реализации развития студента как субъекта информационной деятельности и информационной культуры в целом. Это обеспечивается за счет создания и применения автоматизированных обучающих систем, электронных обучающих курсов и ресурсов, электронных учебников и тренажеров, обучающих систем развиваемых в условиях реализации ЭО и ДОТ.

Методическая система адаптивного обучения в электронной среде по мнению Э.Г. Скибицкого должна обеспечивать реализацию технологической последовательности и планомерного и заранее программируемого перехода от способов и методов деятельности педагогов к активной учебной деятельности студентов и от них – к формам самообразования, самоорганизации и саморефлексии в процессе решения различных педагогических и профессиональных задач [295]. Как отмечает в своей работе А.Б. Кондратенко при создании методической системы персонализированного обучения необходимо отталкиваться от индивидуальных характеристик студента и применять технологии, обеспечивающие оптимальные условия для реализации потенциальных возможностей каждого студента [174].

В итоге рассмотрения данного вопроса можно сказать, что трактовка понятия методической системы многообразна, но существует единство мнений исследователей о важности ее проектирования как целостной, открытой, динамично развивающейся, доступной к оперативной модификации в условиях изменений образовательной системы вуза и цифровой трансформации современного образования.

В условиях цифровизации образования и построения персонализированного адаптивного обучения, опираясь на исследования А. М. Пышкало и развивающиеся в работах Т. А. Бороненко, Г. И. Саранцева и С. И. Осиповой, мы представляем модель методической системы персонализированного адаптивного обучения в условиях цифровизации образования, предназначенную для студентов инженерных направлений подготовки. Модель определяется целью исследования и отражает процесс построения целостной системы обучения в условиях интеграции онлайн и офлайн обучения через функциональные связи между ее компонентами. Данная модель представлена совокупностью взаимосвязанных и взаимообусловленных компонентов: целевого, содержательно-концептуального, адаптивно-технологического и результативно-оценочного, рис. 12.

Целевой компонент методической системы обучения направлен на обеспечение персонализированного адаптивного результативного обучения с возможностью гибкой адаптации контента в ЭИОС вуза в условиях цифровизации образования. Данный компонент представлен классическими требованиями социального заказа: совокупностью требований общества и цифровой экономики к подготовке обучающихся, требованиями федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования РФ, а также требованиями международных проектов и стандартов в области повышения качества образования (например, для инженерного образования – Tuning Russia, CDIO, EUR-ACE и др.), а также требованиями работодателя [39, 46, 129, 165]. Целевой компонент выступает системообразующим фактором методической системы и определяет ее основные компоненты: содержание обучения, методы, формы и образовательные средства, применяемые технологии и формируемые результаты обучения. Для нас целью выступает реализация персонализированного адаптивного обучения в электронной информационно-образовательной среде вуза в условиях цифровизации образования, которая реализуется через остальные компоненты методической системы обучения исходя из формируемых образовательных результатов.

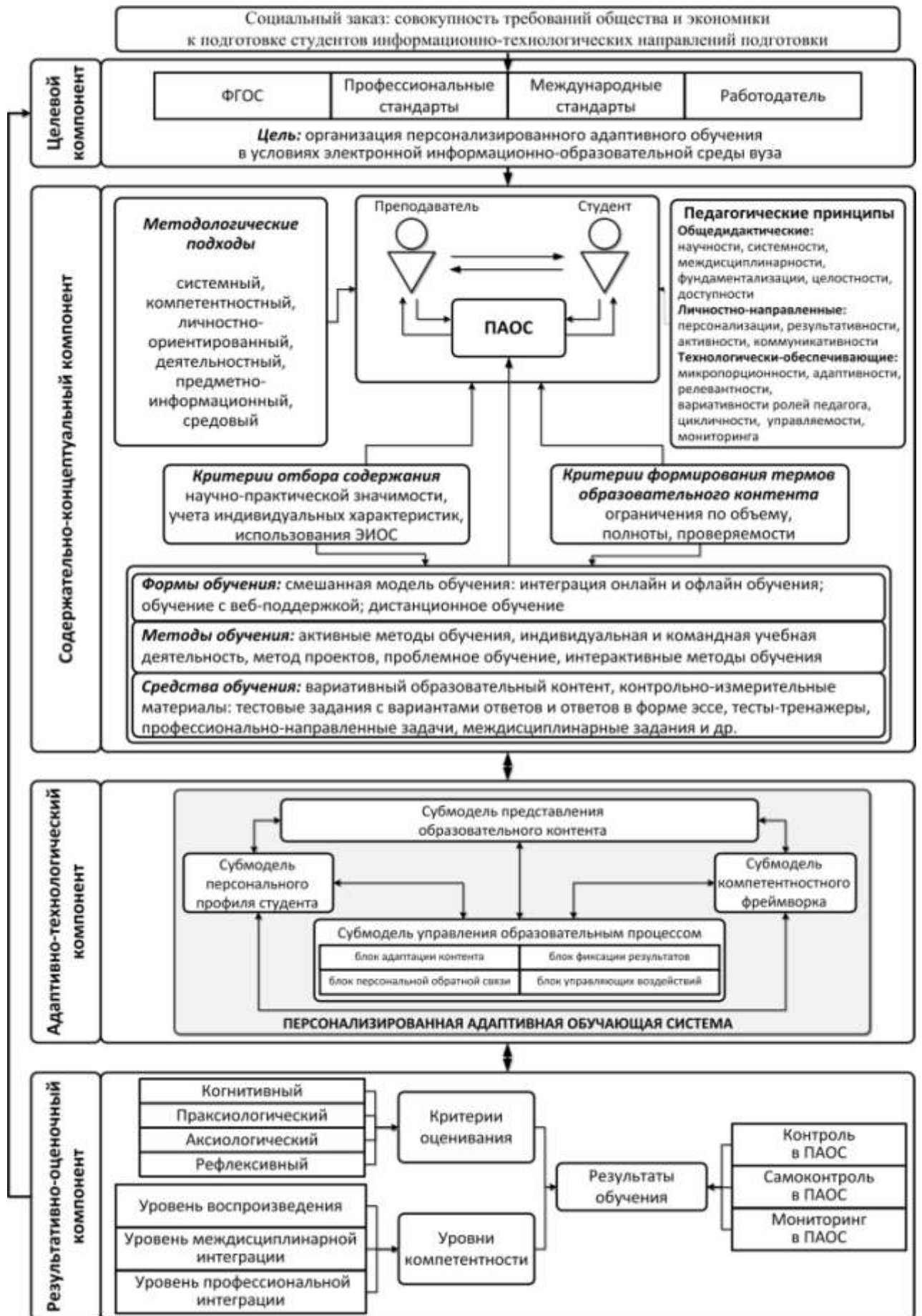


Рисунок 12 – Методическая система персонализированного адаптивного обучения

Рассмотрим формирование образовательных результатов на примере ФГОС ВО 3++, которые включают универсальные, общепрофессиональные компетенции и профессиональные компетенции. Причем, если универсальные и общепрофессиональные компетенции определены в федеральном стандарте, то формирование профессиональных компетенций осуществляется на основе профессиональных стандартов по областям профессиональной деятельности выпускников. Рассмотрим формирование компетенций на примере направлений информационно-технологического профиля подготовки, а именно укрупненной группы направлений подготовки «Информатика и вычислительная техника».

Подготовка специалистов в сфере информационных технологий приобретает особую значимость в условиях цифровой трансформации всех сфер жизнедеятельности общества, развития цифровой экономики, повышения эффективности развития и функционирования организаций и предприятий, повышения экономической стабильности страны. Прогнозируется, что численность требующихся специалистов в области информационных технологий в ближайшие годы в несколько раз превысит численность высококомпетентных выпускников вузов. Необходимость внедрения инновационных разработок в области цифровых технологий, расширение секторов оказания цифровых услуг и разработки программного обеспечения отражает растущую необходимость в высококвалифицированных выпускниках в сфере информационных технологий, способных решать задачи проектирования, разработки, внедрения и эксплуатации информационно-коммуникационных систем. Требования работодателей к выпускникам вузов в этих условиях постоянно возрастают. Поэтому для подготовки конкурентоспособных специалистов, обладающих высоким уровнем квалификации, высшим учебным заведениям необходимо следить за тенденциями развития отрасли, оперативно выявлять и учитывать спрос ведущих работодателей и объединений работодателей отрасли на квалификацию и подготовку кадров в условиях цифровизации всех отраслей. Требования, предъявляемые к выпускникам, объединяют требования ФГОС ВО 3++, профессиональных стандартов по областям профессиональной деятельности и

потребностей рынка труда и работодателей. В области связи, информационных и коммуникационных технологий по состоянию на 01.06.2021 утверждено 45 профессиональных стандартов, которые направлены на системное и полноценное отражение трудовой деятельности, базируясь на компетентностном и деятельностном подходах. При этом профессиональная деятельность в стандартах определяется через обобщенные трудовые функции, трудовые функций, трудовые действия, необходимые умения, необходимые знания.

Проектирование профессиональных компетенций невозможно без ориентации на международные проекты и стандарты. В области образования и информационных технологий данное направление представляют, например, проект *Tuning Russia*, инициированный высшими учебными заведениями Европы и поддержанный Европейской Комиссией, инициатива *CDIO* (*Conceive, Design, Implement, Operate* – *Планировать, Проектировать, Производить, Применять*) как комплексный подход к инженерному образованию, европейская система аккредитации инженерных программ *EUR-ACE* и др.

Основная идея проекта *Tuning Russia*, разработанного и реализованного в качестве независимого университетского проекта европейскими и российскими университетами, состоит в решении общих целей на основе идей Болонского процесса и компетентностного подхода. Проект *Tuning* направлен на создание единых образовательных уровней, согласованных требований к структуре образовательных программ, выработке общих подходов к сравнению и оценке результатов обучения студентов в предметной области – информационно-коммуникационные технологии. Его результаты послужили своего рода дорожной картой Болонского процесса. В рамках реализации проекта *Tuning Russia* разработана методика формализованного описания уровня полученного образования в терминах компетенций и результатов обучения в области информационно-коммуникационных технологий. Методология *Tuning* предлагает набор профессиональных компетенций выпускников данной предметной области, обобщенные результаты обучения по уровням образования, а также инструменты для разработки, реализации и оценки образовательных программ.

Российское образовательное сообщество рекомендует наряду с ФГОС ВО 3++ ориентироваться также и на стандарты CDIO, в основе которых лежит универсальная модель освоения образовательных программ в области техники и технологий. Цель CDIO состоит в том, чтобы выпускники вуза были способны создавать новые продукты или инновационные технические идеи, осуществлять конструкторские работы и внедрять результаты в производство. Профессионально-практическая направленность этого международного проекта способствует устранению противоречий между теорией и практикой в инженерном образовании, а основное преимущество состоит в системной интеграции существующих образовательных технологий с инженерными задачами в контексте модели жизненного цикла программно-технической продукции, систем и технологий [46]. CDIO определяет комплексный подход к инженерному образованию через совокупность общих принципов разработки образовательных программ. Образовательные результаты выпускников в области техники и технологий (*CDIO Syllabus*) содержат личностные качества, межличностные результаты обучения, навыки разработки продуктов, процессов и систем, а также дисциплинарные знания.

Основная цель проекта *EUR-ACE* (Европейский аккредитованный инженер), инициированного Европейской постоянной наблюдательной комиссией по инженерной профессии и образованию (*ESOEPE*), состоит в разработке рамочных стандартов – основы для аккредитации инженерных программ, реализуемых вузами Европейского пространства высшего образования. Рамочные стандарты для аккредитации инженерных программ (*EUR-ACE Framework Standards for the Accreditation of Engineering Programmes*) выражают результаты обучения, сформулированные в виде общих требований к знаниям и пониманию, инженерному анализу, инженерному проектированию, исследованиям, инженерной практике и личностным качествам выпускников и могут использоваться как для создания, так и для оценки образовательных программ во всех областях инженерии [186].

Таким образом, на основе комплексного анализа требований ФГОС ВО 3++, профессиональных стандартов, отраслевых международных проектов и стандартов, потребностей рынка труда и работодателей определяются образовательные результаты.

Содержательно-концептуальный компонент методической системы определяется целевым компонентом и включает две взаимосвязанных составляющих: *концептуальную* и *дидактическую*. Концептуальная составляющая включает методологические подходы, принципы составляющие ядро концепции персонализированного адаптивного обучения, критерии отбора содержания и формирования термов образовательного контента, а дидактическая – оптимальное сочетание организационных форм обучения, методов и средств с ориентацией на конкретных обучающихся, их индивидуальные характеристики, уровень исходных знаний, умений и текущий уровень сформированности образовательных результатов.

Исходными методологическими положениями, концептуально обеспечивающими реализацию персонализированного адаптивного обучения в электронной информационно-образовательной среде вуза в условиях цифровизации образования, являются системный, компетентностный, личностно-ориентированный, деятельностный, предметно-информационный и средовый подходы, которые взаимосвязаны между собой и взаимодополняют друг друга. Общенаучный системный подход позволяет рассматривать обучение как целостную систему во взаимосвязи ее компонент, системообразующим компонентом которой выступает цель обеспечения массовой персонализации и обеспечения результативности учебного процесса. Компетентностный подход выступает основой для определения целей образовательной деятельности и результатов обучения. Он позволяет определить структуру функциональных компонентов персонализированной адаптивной обучающей системы и рассмотреть их взаимосвязь. Личностно-ориентированный подход позволяет рассматривать студента как субъекта образовательной деятельности с его индивидуальностью и предполагает построение индивидуальной образовательной

траектории. Деятельностный подход обуславливает приоритетность активных и практико-ориентированных методов для активного включения студентов в процесс персонализированного адаптивного обучения. Предметно-информационный подход определяет организацию учебной деятельности с применением цифровых технологий на различных этапах информационного процесса. Средовый подход, представляющий базис для личностного развития, управления самоорганизацией, активностью и рефлексией обучающихся. Сущностные характеристики методологических подходов были представлены ранее в параграфе 2.1.

Недостаточная разработанность используемых подходов в теории и методике электронного адаптивного обучения студентов обуславливают заложить в концепцию персонализированного адаптивного обучения комплекс педагогических принципов, содержащих *общедидактические* (научности, системности, междисциплинарности, фундаментализации, целостности, доступности); *лично-направленные* (персонализации, индивидуальной результативности, мотивационно-интеллектуальной активности, коммуникативности) и *технологически-обеспечивающие* (микропорционности, активной адаптивности, релевантности, вариативности ролей преподавателя, цикличности, управляемости и автоматизированного мониторинга), которые подробно описаны в параграфе 2.2.

Мы считаем, что образовательный контент должен удовлетворять критериям отбора его содержания: научно-практической значимости контента, учета индивидуальных характеристик студентов, использования ЭИОС вуза. Критерий научно-практической значимости состоит в том, что образовательный контент учебной дисциплины должен иметь научную и практическую значимость с позиций междисциплинарного вклада и применения формируемых образовательных результатов в дальнейшей профессиональной деятельности бакалавров информационно-технологических направлений подготовки. Критерий учета индивидуальных характеристик студентов состоит в том, что образовательный контент, его форма и содержание должны позволять

формировать персональное пространство образовательного контента дисциплины, ориентированного на индивидуальные характеристики студента и «подстраивающееся» под уровень его образовательных результатов. Критерий использования электронной информационно-образовательной среды позволяет осуществлять учебный процесс в формате 24/7, то есть независимо от времени и места. Также концептуальный компонент наряду с включением в него образовательного контента, представленного в виде деревьев термов и понятий предметной области дисциплины включает критерии включения понятий в терм: ограничения по объему, полноты и проверяемости. Описание критериев представлено в параграфе 3.2.1.

Формами обучения выступают обучение с веб-поддержкой, дистанционное обучение и смешанное обучение, включающее интеграцию онлайн и офлайн образовательных форматов. Применяемые формы обучения определяются стратегиями интеграции персонализированной адаптивной обучающей системы в образовательный процесс и траекториями ее реализации, рассмотренными в параграфе 3.3.

Методы образовательной деятельности представляют собой последовательные, взаимосвязанные действия преподавателя и обучающихся, обеспечивающие достижение образовательных целей и усвоение содержания образования. Перечень существующих педагогических методов чрезвычайно разнообразен и их выбор зависит от решаемой образовательной проблемы, особенностей субъектов педагогического процесса, условий его осуществления. В исследовании в качестве основных методов обучения выделены: активные методы обучения, индивидуальная и командная учебная деятельность, метод проектов, проблемное обучение, интерактивные методы обучения. Методы обучения могут выбираться в зависимости от ее специфики.

Для активизации учебно-познавательной деятельности студентов применяются активные методы обучения, которые вовлекают обучающихся в учебную деятельность и формируют познавательную мотивацию к самостоятельному и инициативному освоению учебного материала. Наряду с

методами индивидуальной работы, применяются методы командной работы, что важно в связи со спецификой специалистов направлений в области информационных технологий, при участии которых в крупных проектах возникает распределение ролей: аналитик, проектировщик предметной области, программист и т.п. Поэтому формирование навыков командной работы будет способствовать повышению профессиональной подготовки. В электронном обучении, основанном на увеличении объемов управляемой самостоятельной работы студентов и, следовательно, высокой мотивации, применение проектной деятельности становится все более распространенной практикой. Организация командной проектной деятельности в соответствии с итеративной моделью жизненного цикла реальных программно-технических систем позволяет организовать выполнение групповых проектов по применению полученных знаний и умений в профессиональной деятельности. Методы геймификации в обучении студентов в электронной информационно-образовательной среде способствуют их вовлечению и удержанию в учебном процессе. Проблемные методы обучения обеспечивают приобретение знаний в процессе разрешения проблемной ситуации в постоянной коммуникации и сотрудничестве с обучающимся по поиску разрешения проблемы. При этом выделены уровни проблемного обучения, в которых проблема ставится и студентам демонстрируется ее разрешение преподавателем; проблема выделяется и ее решение осуществляется студентами; проблема обозначается и ее решение завершается в самостоятельной работе студентов; проблема только обозначается. Включенные в модель методической системы обучения интерактивные методы обучения можно разделить на дискуссионные и тренинговые методы. Дискуссионные методы позволяют в активном коммуникационном диалоге между студентом и преподавателем в процессе бесед, обсуждений и дискуссий осуществлять разбор учебного материала. Тренинговые методы, реализуемые в персонализированной адаптивной обучающей системе через тесты-тренажеры, позволяют доводить до автоматизма выполнение студентами заданий по дисциплине.

Основными средствами персонализированного адаптивного обучения в электронной информационно-образовательной среде выступают вариативный образовательный контент, содержание которого определяется на этапе проектирования образовательного контента, ориентируясь на индивидуальные характеристики студента и контрольно-измерительные материалы. Например, тестовые задания с вариантами ответов и ответов в форме эссе, тесты-тренажеры, профессионально-направленные задачи, междисциплинарные задания, задания, направленные на разработку ментальных карт предметной области дисциплины, разработке заданий, реализацию программ и выполнение контрольных работ. Подробное описание средств обучения будет представлено в параграфе 4.1 диссертационного исследования.

Адаптивно-технологический компонент методической системы включает инструментарий достижения целей обучения и взаимосвязан с содержательно-концептуальным компонентом. Определение функционала и структуры инструментария, в качестве которого выступает персонализированная адаптивная обучающая система, осуществляется исходя из методологических оснований реализации обучения в офлайн и их интеграции с принципами адаптивного онлайн обучения в концепции персонализированного адаптивного обучения, заложенных в содержательно-концептуальный компонент методической системы. В свою очередь, субмодели, входящие в структуру ПАОС и включающие технологии определения содержания контента, технологии его структурирования и выделения учебных объектов, технологии фиксации параметров студента, технологии управления ПАОС, технологии адаптации контента, технологии обеспечения коммуникативного взаимодействия определяют выбор применяемых организационных форм, методов и средств обучения.

Результативно-оценочный компонент методической системы предназначен для оценки уровня сформированности образовательных результатов обучающегося по дисциплине и включает критерии оценивания и уровни сформированности компетенций, а также способы контроля, мониторинга и самоконтроля в ПАОС. Составляющие результативно-оценочного компонента

определяются на основе технологий оценки результатов обучения и фиксации цифрового следа студента, в свою очередь, уровень сформированности образовательных результатов определяет построение субмодели управления образовательным процессом и субмодели компетентностного фреймворка ПАОС. Результативно-оценочный компонент позволяет определить уровень сформированности образовательных результатов обучающегося по дисциплине на основе когнитивного, праксиологического, аксиологического и рефлексивного компонентов компетенции. Определим соответствие между результатами обучения и результатом освоения компетенции в виде:

$$K \Leftrightarrow (R_1 \wedge R_2 \wedge R_3 \dots R_n),$$

где K – формируемая компетенция, а R_i – результаты обучения по учебным дисциплинам. То есть компетенция представляет собой проекцию на образовательные результаты, которые выступают необходимыми и достаточными условиями ее сформированности. В связи с формированием компетенции в нескольких дисциплинах соотнесение результатов дисциплин и компетенций учебного плана осуществляется в карте компетенций образовательной программы. Результаты обучения по дисциплине проверяются при помощи средств обучения, то есть в нашем исследовании при помощи контрольно-измерительных материалов ПАОС. Методика оценки сформированности компетенции представлена в параграфе 3.2.4.

При фиксации достигнутых образовательных результатов и оценке уровня сформированности компетенций мы считаем возможным определить следующие: уровень воспроизведения (пороговый уровень) дает общее представление об основных понятиях и закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методах и алгоритмах решения практических задач и включает воспроизведение знаний и выполнение простейших учебных действий; уровень междисциплинарной интеграции (базовый) позволяет решать типовые задачи профессиональной деятельности по известным алгоритмам, правилам и методикам и включает способность устанавливать взаимосвязи и интегрировать материал из разных предметных областей; уровень

профессиональной интеграции (продвинутой) предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи профессиональной деятельности.

Остановимся подробнее на каждом уровне:

– Уровень воспроизведения (пороговый) представляет собой применение в известной ситуации знакомых фактов, стандартных методов, распознавание объектов и свойств, формализация понятий, фактов и построение простейших конструкций, применение известных алгоритмов и технических навыков, работа со стандартными, знакомыми выражениями и формулами, непосредственное выполнение вычислений и преобразований.

– Уровень междисциплинарной интеграции (базовый) – строится на реконструктивной деятельности по анализу условий и выполнению заданий, которые, хотя и не являются типичными, но все же знакомы студентам или выходят за рамки известного, лишь в очень малой степени. Данный уровень предполагает интеграцию предметных областей и установление связей между ними в условиях практико-ориентированного контекста предложенной задачи.

– Уровень профессиональной интеграции (продвинутой) строится как развитие предыдущего уровня с ориентацией на применение знаний и методов в различных профессионально-ориентированных задачах, направленных на развитие навыков самостоятельности и инициативности, включает проблемный подход к изложению материала, побуждает студентов к самостоятельному формированию алгоритмов решения задач, интегрированию знаний всей дисциплины и объяснению, и обоснованию полученных результатов. Данный уровень характеризует выбор применяемого инструментария, интегрирование знаний из разных тем и модулей дисциплины, а также из общеинженерной и профессиональной области.

Для проверки сформированности порогового уровня воспроизведения компетенции предлагаются базовые учебные задания. Базовый уровень междисциплинарной интеграции проверяется с помощью решения несложных практико-ориентированных заданий. Для проверки сформированности

продвинутого уровня профессиональной интеграции применяются задания профессиональной деятельности более высокого уровня, например, исследовательские проекты, в которых, прежде всего, необходимо определить проблему с учетом профессиональных особенностей, осуществить формализованную постановку задачи, выбрать алгоритмы и методы ее решения, реализовать решение и провести его анализ с точки зрения оценки эффективности полученных результатов и сформулировать выводы и заключения.

Оценку результатов персонализированного адаптивного обучения мы видим возможным организовать через контроль, самоконтроль и мониторинг в ПАОС. Контроль в ПАОС представляет собой измерение оценки результатов обучения и обеспечивает обратную связь с целью установления соответствия достигнутых образовательных результатов запланированным. Выделяются текущий, промежуточный и итоговый контроль, в рамках которого применяются:

- входное тестирование, направленное на оценку входного уровня обучающегося;
- формирующие (критериально-ориентированные) тесты текущего контроля, позволяющие осуществлять контроль по термам образовательного контента и корректировать индивидуальную образовательную траекторию студента через реализуемые стратегии адаптации;
- диагностические тесты текущего контроля, позволяющие рекомендовать обучающий контент;
- критериально-ориентированные тесты сопоставления учебных достижений каждого студента по отношению к целевым показателям;
- задания на оценку прагматического компонента компетенций;
- проектные задания;
- обсуждения и дискуссии;
- личностные опросники как наборы стандартизованных анкет с вопросами закрытого и открытого типа;

- наблюдение, как инструмент сбора информации для установления фактов;
- анкетирование – инструмент для сбора информации;
- портфолио обучающегося и др.

Самоконтроль в ПАОС как оценка достижения собственных образовательных результатов включает в себя:

- самопроверку, то есть проверку достигнутого результата,
- самооценивание, то есть оценку обучающимся своих результатов,
- самоанализ, то есть анализ студентом собственного поведения, учебных действий, целей и поведения (рефлексия).

В исследовании под мониторингом в ПАОС предлагается понимать непрерывное наблюдение за образовательным процессом обучения студента в электронной информационно-образовательной среде с целью корректировки его индивидуальной образовательной траектории.

Также в структуру методической системы включена обратная связь, позволяющая корректировать образовательные цели на основе результативно-оценочного компонента.

Совокупность целевого, концептуально-содержательного, адаптивно-технологического и результативно-оценочного компонентов модели методической системы обучения способствует реализации персонализированного адаптивного обучения в электронной информационно-образовательной среде вуза в условиях цифровизации образования. Отметим, что предложенная модель методической системы обеспечивает результативность образовательного процесса и построение индивидуальной образовательной траектории обучающегося в электронной информационно-образовательной среде предметного обучения на основе, разработанной в исследовании ПАОС.

3.2. Персонализированная адаптивная обучающая система

Структуру персонализированной адаптивной обучающей системы подготовки студентов вуза в условиях цифровизации образования предлагается представить совокупностью следующих субмоделей:

- субмодель представления вариативного образовательного контента персонализированной адаптивной обучающей системы, реализуемая на основе интеграции логических методов анализа понятий, логико-гносеологических методов соотношения объема и содержания понятий с методами теории графов и гиперграфов;

- субмодель персонального профиля пользователя персонализированной адаптивной обучающей системы, ориентированная на личностные особенности обучающихся;

- субмодель управления образовательным процессом, включающая методы и алгоритмы адаптации образовательного контента, построения индивидуальной образовательной траектории и реализации образовательной стратегии, обеспечивающая автоматическую навигацию индивидуального образовательного процесса на основе интеграции и развития методов адаптивного управления;

- субмодель компетентностного фреймворка в условиях цифровой трансформации образования, предназначенная для структурирования, формирования и оценки многомерных образовательных результатов по дисциплине с использованием методики фиксации данных об опыте деятельности, обучении, личных качествах студентов в предлагаемой персонализированной адаптивной обучающей системе,

и интерфейсы субъектов образовательного процесса: преподавателя и обучающегося, рис. 13.

Интерфейс представляет совокупность средств, методов и правил взаимодействия (управления, контроля и т.д.) между элементами персонализированной адаптивной обучающей системы. Интерфейс имеет

большое значение для любой обучающей системы и выступает неотъемлемой ее составляющей, ориентированной на участника учебного процесса.



Рисунок 13 – Структура персонализированной адаптивной обучающей системы

В структуре ПАОС предлагается выделить два типа интерфейса в зависимости от роли субъекта – участника образовательного процесса. Интерфейс преподавателя обеспечивает механизм наполнения ПАОС образовательным контентом, контрольно-измерительными материалами, обеспечивает доступ к настройкам системы. В процессе эксплуатации ПАОС интерфейс преподавателя может использоваться для корректировки параметров адаптации, добавления новых, модификации алгоритмов адаптивного управления, а также контроля и управления учебным процессом. Интерфейс обучающегося предназначен для обеспечения его взаимодействия с ПАОС и включает элементы консультационной поддержки. Такой подход максимально комфортен для пользователя так как позволяет строить визуальное отображение персонального образовательного пространства студента и включает функционал,

непосредственно предназначенный для выполнения задач его учебной деятельности [436, 437].

Рассмотрим подробно каждую субмодель, входящую в структуры персонализированной адаптивной обучающей системы.

3.2.1. Субмодель представления образовательного контента

Проектирование субмоделей ПАОС и механизмов их взаимодействия определяется структурой знаний, заложенной в субмодель представления образовательного контента ПАОС, представляющей собой описание предметной области и являющейся основой обучающей системы. Представление предметной области в виде дерева понятий является наиболее удобной формой представления знаний предметной области обучающей системы, которая может быть использована неограниченное число раз, постепенно накапливая и уточняя информацию об уровне знаний студента [77, 89]. Субмодель представления образовательного контента предназначена для разработки его структуры и взаимосвязей между отдельными элементами ПАОС и переходов между ними с учетом способностей и потребностей студентов. Структура этих взаимосвязей должна обеспечивать обучающимся возможность перехода на требуемый элемент ПАОС в условиях электронного обучения.

При построении субмодели предметной области мы используем авторский подход, основанный на интеграции теории логико-гносеологического анализа понятий Е. К. Войшвилло [75, 76, 338] с методами теории графов и гиперграфов.

На первом этапе мы выделяем все понятия предметной области. Структура предметной области дисциплины при этом имеет вид дерева, где вершины соответствуют понятиям предметной области дисциплины, а отношения между ними – это отношения иерархии: «родовидовые» и «часть-целое», рис. 14.

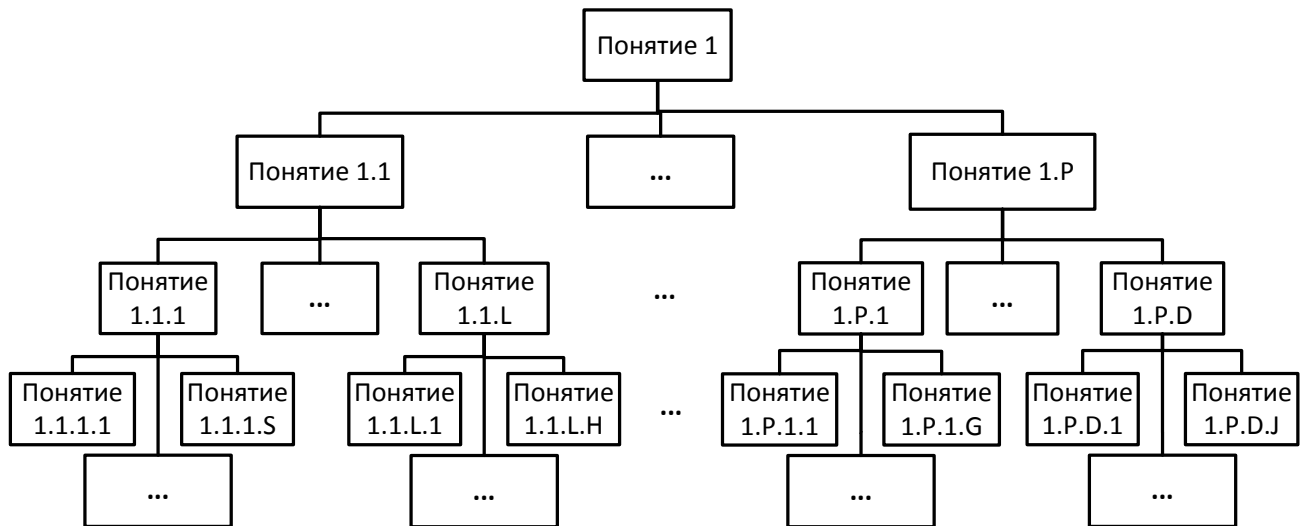


Рисунок 14 – Иерархическая структура понятий предметной области

Представление предметной области в виде дерева позволяет структурировать дисциплину на уровне основных понятий и заложить основу для основных учебных действий: усвоения понятий в сфере их определения, выявления основных признаков и свойств изучаемых объектов и выявления структурно-логических связей в рамках изучаемой теории [194].

При этом в исследовании предлагается придерживаться определения понятия, данного Е.К. Войшвилло, что это результат обобщения предметов некоторого вида и выделения соответствующего класса (множества) по определенной совокупности существенных признаков (существенных свойств). Всякое понятие C мы характеризуем двумя видами моделей: феноменологической и структурной моделью.

Феноменологическая модель понятия имеет вид:

$$C_f = \{x_1, x_2, \dots, x_n\},$$

где x_1, x_2, \dots, x_n – существенные признаки понятия, минимальный набор которых достаточен для идентификации описываемого понятия из всех понятий заданной предметной области независимо от текущих целей обучения, – внешняя гетерогенность понятия.

Структурная модель понятия имеет вид:

$$C_s = \{A, R\},$$

где A – множество подпонятий описываемого понятия, R – множество существенных признаков подпонятий A , которые образуют феноменологические модели подпонятий, – внутренняя гетерогенность понятия.

Внешняя и внутренняя гетерогенность понятия представляют собой две основные характеристики понятия – качественную и количественную, позволяющие раскрыть суть понятия в соответствующем ему фрагменте учебного материала.

Понятие предметной области характеризуется своим объемом и содержанием. Объем понятия (экстенционал, степень общности) – множество его подпонятий, то есть оно представляет собой совокупность классов объектов, входящих в понятие. Содержание понятия (интенционал) – конечный минимальный набор существенных признаков. Интенционал понятия может быть представлен эталоном класса, обладающим усредненными значениями признаков в пределах своего объёма и допустимым разбросом значений признаков.

Любое понятие может быть определено через указание его интенционала или экстенционала. Первый способ – это определение понятия через соотнесение его с понятием более высокого уровня абстракции с указанием существенных свойств определяемого понятия и допустимого разброса свойств. Тогда эталон определяемого понятия является представителем (реализацией, частным случаем) понятия более высокого уровня абстракции. А экстенционал понятия определяет понятие через соотнесение с понятиями более низкого уровня абстракции, что представляет собой определение понятия через данные. В этом случае необходимо указать все реализации объема определяемого понятия. Например, содержание понятия «сочетание» включает следующие два признака: «быть k -элементной выборкой» и «выборка неупорядоченная», а объём понятия «сочетание» составляет сочетания без повторения и сочетания с повторением.

При построении дерева понятий предметной области выделяются следующие типы понятий: дифференциально общие, интегрально общие и

переходные между ними собирательно общие понятия [338]. Они отличаются друг от друга по своим логико-гносеологическим свойствам и функциям. Дифференциально общие понятия представляют собой понятия, в которых объекты по выбранным существенным признакам отождествляются в единый класс, а остальные признаки отбрасываются и не включаются в значение (смысл) данного понятия. Содержание интегрально общих понятий включает сведения о частных случаях того или иного признака (сведения о подклассах данного класса объектов), которые выводимы из них при помощи наложения ограничений извне или содержательной классификации, отражающей весь путь развития понятия.

Например, понятие графа в дискретной математике в дифференциально общей форме может быть определено как совокупность двух множеств, множества вершин и множества ребер, а в интегральной форме понятие графа включает в себя его разновидности, соответствующие ориентированным, неориентированным и смешанным графам.

Дифференциально общие понятия подчиняются формально-логическому закону обратного отношения между содержанием и объемом понятия, то есть чем больше содержание понятия, тем меньше его объем. Иными словами, чем больше признаков входит в понятие, тем меньше предметов это понятие охватывает (и наоборот). Например, понятие «Отношение линейного порядка» в теории множеств и отношений содержит больше признаков и соответственно меньше по содержанию, чем понятие «Отношение порядка», следовательно, объем первого понятия меньше, чем объем второго, так как отношения линейного порядка являются подклассом всех отношений порядка.

Интегрально общие понятия характеризуют как прямое (гносеологическое), так и обратное (логическое) отношения их содержания и объема. Этим отношениям соответствуют соподчиненные и родовидовые отношения входящих в это понятие признаков. Например, дерево понятий интегрально общего понятия «Комбинаторика» при изучении дисциплины «Дискретная математика» представляет собой несколько уровней соподчиненных понятий, в содержании которых отображены разновидности более общего признака.

Рассмотрим подробнее процесс структурирования учебного материала в разделе «Комбинаторика»: сначала вводится общее фундаментальное понятие дисциплины – «комбинаторика». Затем оно конкретизируется посредством его соподчиненных базовых понятий: комбинаторных принципов и комбинаторных конфигураций. Каждому из них соответствует фрагмент учебного материала, раскрывающий данное понятие. Следуя принципу соподчинения, конкретизация базовых понятий происходит через установление их взаимосвязей с более мелкими – ключевыми понятиями. Так, базовое понятие «комбинаторная конфигурация» включает в себя ключевые понятия «размещение» и «сочетание». Наконец, раскрытие сути ключевых понятий осуществляется с помощью частных понятий: «размещение без повторений», «размещение с повторениями», «сочетание без повторений», «сочетание с повторениями». Каждое понятие характеризуется своим содержанием и объемом. Каждому признаку, характеризующему эти понятия, соответствует свой класс объектов. Набор признаков уровней общности, образующих вертикали дерева понятий, представляет собой соподчиненные отношения. Таким образом, предметная область формализуется в виде сложной системы фундаментальных, базовых, ключевых и частных понятий, рис. 15.

Если при построении субмодели предметной области в дереве понятий не удастся установить отношения между некоторыми понятиями, то возникает смысловой разрыв предметной области, нарушается ее единство. Этот разрыв говорит о том, что предметная область дисциплины неоднородна и должна быть представлена в виде совокупности деревьев понятий, а учебные материалы дисциплины должны быть представлены в виде отдельного модуля для каждого дерева. В этом случае каждый модуль дисциплины будет обладать целостным содержанием.

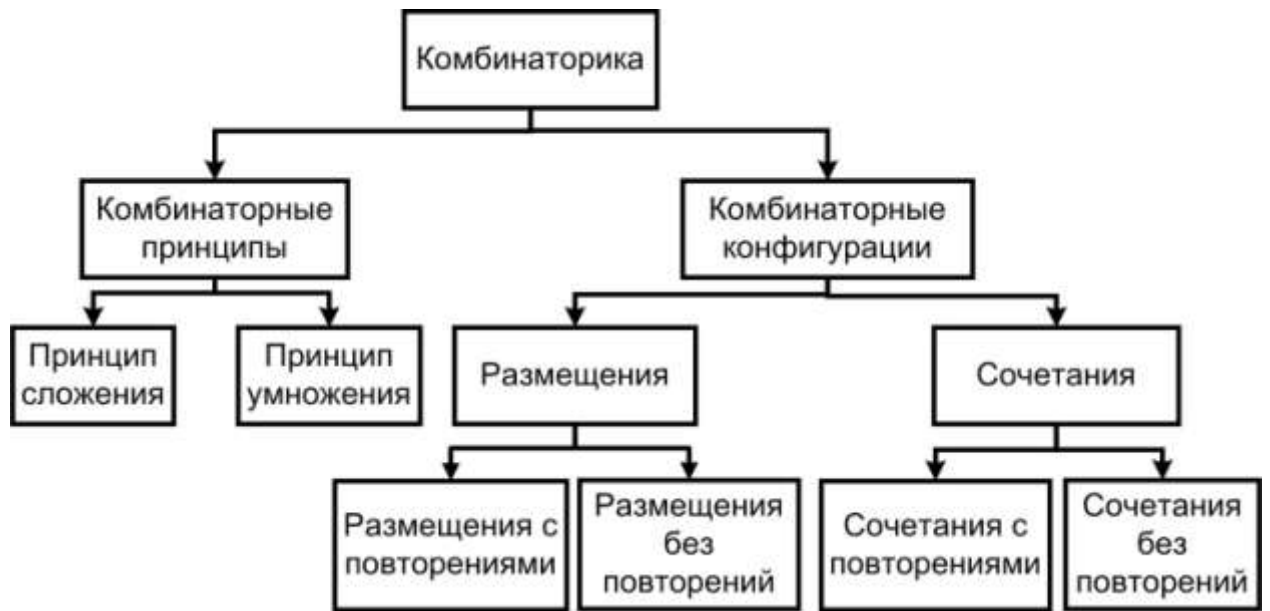


Рисунок 15 – Фрагмент дерева понятий дисциплины «Дискретная математика»

Например, при построении дерева понятий по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов» все понятия, относящиеся к понятию «Формальные теории», выстраиваются в отдельное дерево понятий, фрагмент которого представлен на рис. 16.

Понятие «Алгоритм» дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов» с точки зрения оценки вычислительной сложности можно представить как отдельное дерево понятий, рис. 17.

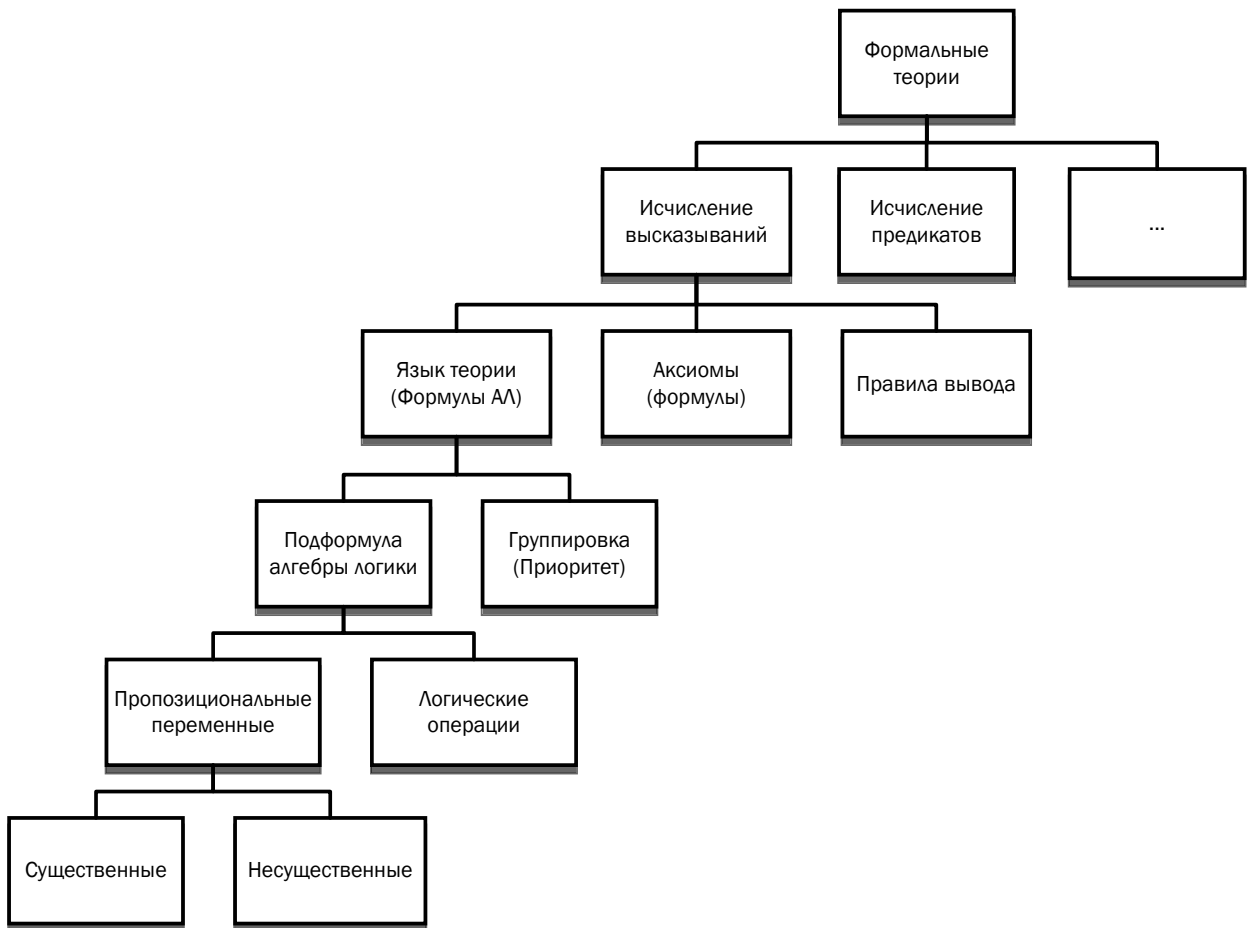


Рисунок 16 – Фрагмент дерева понятий дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов»

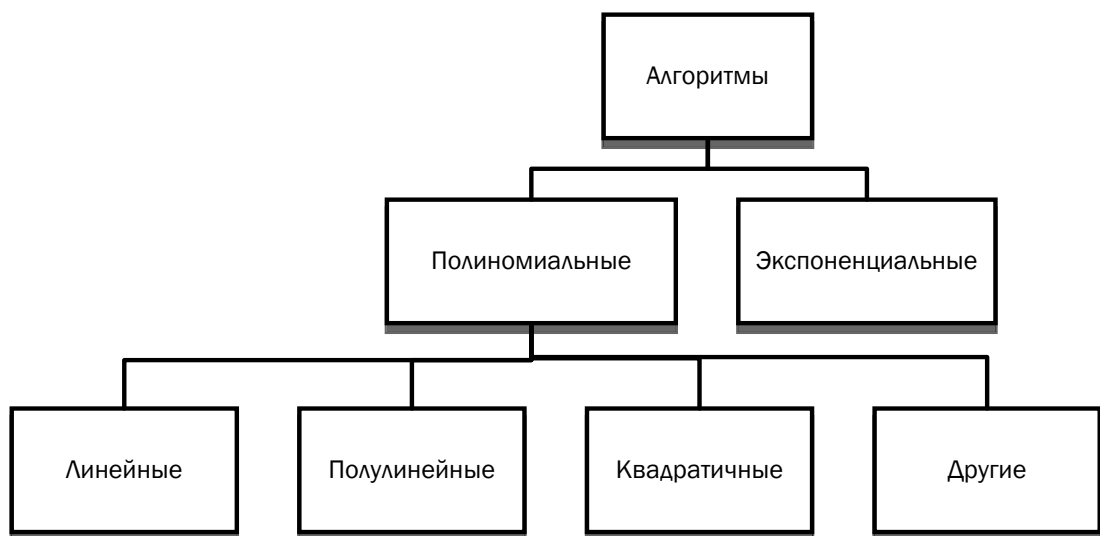


Рисунок 17 – Фрагмент предметной области дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов»

Возникающая ситуация построения в рамках одной дисциплины более одного дерева понятий наглядно демонстрирует ситуацию смыслового разрыва дисциплины и обуславливает необходимость введения в образовательный процесс учебного проекта, обеспечивающего взаимосвязь модулей дисциплины и измерение результатов обучения. Например, когда студенту предлагается учебный проект, в котором необходимо осуществить программную реализацию некоторого изученного алгоритма и произвести оценку его вычислительной сложности.

Объем дерева понятий определяется, исходя из условий необходимости и достаточности для достижения результатов обучения и формирования компетенций, например, обозначенных в международных, профессиональных и государственных образовательных стандартах

В дереве понятий возможно выделение некоторого ядра знаний [165]. Концепция ядра знаний – это идея выделения минимально необходимого образовательного контента, то есть минимального числа понятий, изучение которых является обязательным условием достижения целей обучения по дисциплине. Ядро знаний дисциплины определяется на основе международных и профессиональных стандартов. Все вершины дерева понятий, не попавшие в ядро знаний, могут быть не включены в индивидуальную образовательную траекторию студента, в случае если произошел выход студента за график учебного процесса.

Далее, дерево понятий используется в качестве основы для выделения минимальных порций теоретического материала – термов. Под термом мы понимаем последовательность семантических фактов и процедурных правил, имеющую смысловую законченность [13, 41]. Каждый терм представляет собой некоторый фрагмент дерева понятий дисциплины. При этом дерево термов представляет собой гиперграф понятий (древесный гиперграф), в котором ребром соединены подмножества понятий, входящих в терм.

Например, дерево понятий, представленное на рис. 8. проецируется в дерево термов на рис. 18.

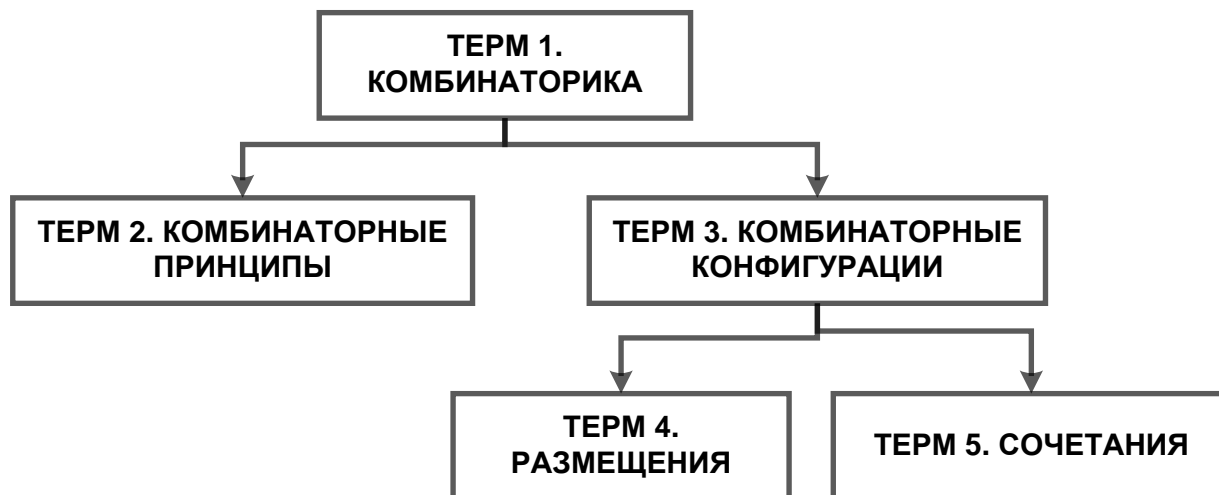


Рисунок 18 – Фрагмент дерева термов
дисциплины «Дискретная математика»

При включении понятий в терм мы, применяя стратегию микрообучения, руководствуемся следующими критериями:

- ограничение по объему – каждый терм содержит не более пяти понятий; в случае, когда понятие является информационно насыщенным, оно может выделяться в отдельный терм;
- полнота – при формировании термина реализуется принцип вложения мелких структурных единиц в крупные, то есть вместе с понятием небольшого объема включаются связанные с ним более мелкие понятия;
- проверяемость – все понятия термина допускают возможность проверки их усвоения.

Количество термов зависит от объема дисциплины. Например, при структурировании предметной области дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов» объемом в 144 академических часа количество термов составило 21, а для дисциплины «Дискретная математика», имеющей трудоемкость 180 часов, было сформировано 32 термина.

Изучение термов осуществляется последовательно: от фундаментальных понятий к базовым, далее – ключевым и частным, что позволяет соотнести

понятия, составляющие терм, с их местом в общей структуре предметной области и способствует формированию целостного ее восприятия. Для изучения материала можно реализовывать разными способами. Например, методом обхода дерева термов поиском в ширину или глубину. На рис. 19 пронумерована последовательность обхода вершин дерева термов, которая задает порядок их изучения: $T_1, T_{11}, T_{12}, T_{111}, T_{112}, T_{121}, T_{122}, T_{1211}, T_{1212}, T_{1222}$.

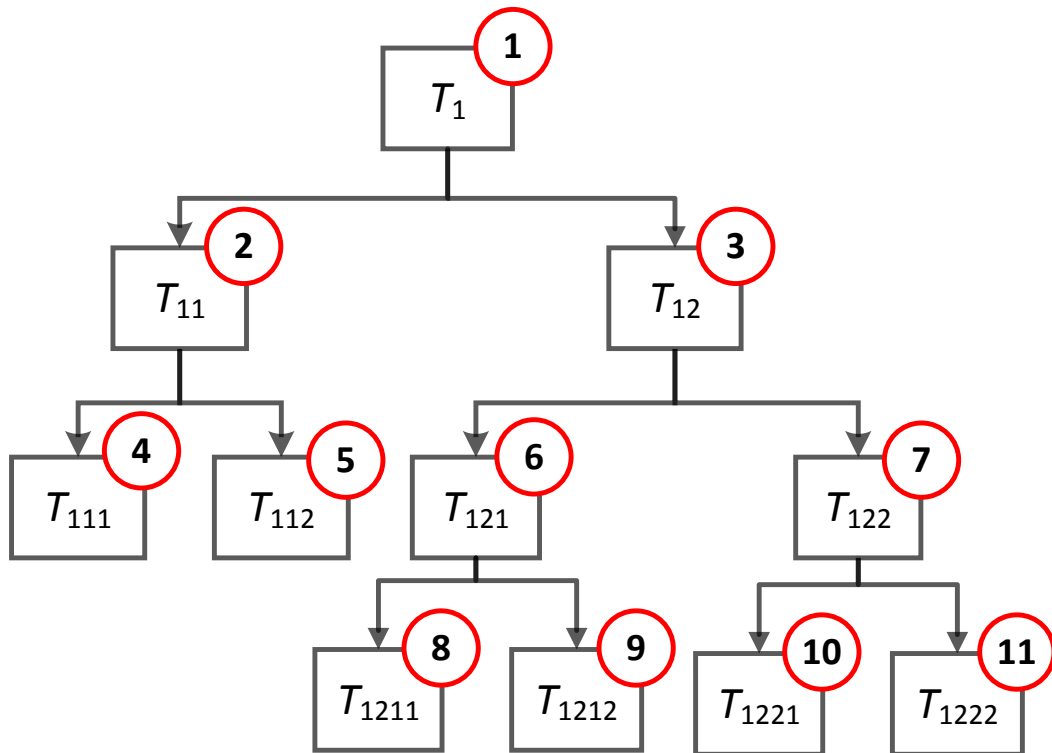


Рисунок 19 – Обход дерева понятий поиском в ширину

Таким образом, получается линейная последовательность изучения термов предметной области. Например, фрагмент последовательности изучения термов дисциплины «Дискретная математика», соответствующий дереву термов, представленному ранее на рис.18 представлен на рис. 20.

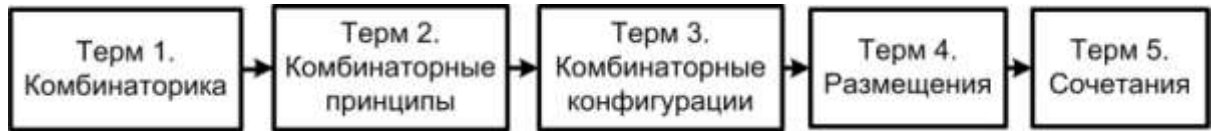


Рисунок 20 – Фрагмент последовательности изучения термов дисциплины «Дискретная математика»

На заключительном этапе производится распределение термов по учебным неделям, что определяет нормативный темп обучения. Таким образом, предметная область структурируется в виде последовательности термов, охватывающих весь учебный материал и изучаемых в определенном порядке. Это позволяет определить базовый темп обучения – то есть экспертным путем распределить термы по неделям, входящим в срок освоения дисциплины, что, несомненно, является важной особенностью предлагаемой субмодели представления образовательного контента [58], рис. 21.

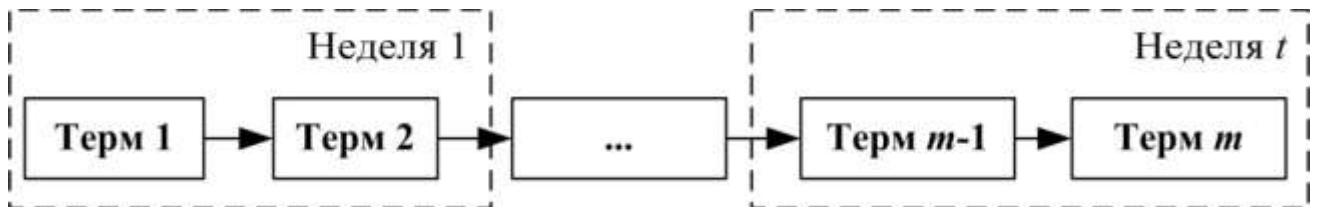


Рисунок 21 – Последовательность изучения термов дисциплины

Предложенный в исследовании подход удовлетворяет современному тренду в создании учебного электронного контента не в виде крупных блоков учебных материалов, а в виде самостоятельных фрагментов, «кирпичиков» знаний: «учебных объектов». Опыт разработки и использования целостных, объемных обучающих систем, а также электронных обучающих курсов и ресурсов показывает, что значительные интеллектуальные, технические и временные затраты не окупаются на практике. Это не позволяет динамично их перестраивать

под нужды текущего контингента обучающихся: объемные обучающие системы быстро устаревают, они являются короткоживущими конструктами. В то же время «учебные объекты», накапливаясь в некотором репозитории образовательных ресурсов могут быть многократно использованы при проектировании новых образовательных программ или адаптации действующей программы под особенности конкретного обучающегося.

Содержание учебного материала ПАОС при таком подходе соответствует разработанной субмодели предметной области. Структурирование образовательного контента дисциплины (выделение «учебных объектов») осуществляется в соответствии с минимальными единицами содержания предметной области – терминами. То есть каждый терм предметной области дисциплины представляет собой учебный объект, формирование содержания которого осуществляется через указание интенционала или экстенционала входящих в него понятий. Таким образом, знание о внешней и внутренней гетерогенности, о феноменологической и структурной модели понятий термина, соответственно, является необходимым и достаточным содержанием термина. То есть для формирования минимальной порции учебного материала в нее необходимо включить материал, раскрывающий содержание и структуру понятий термина, определить их существенные признаки и взаимосвязи с другими понятиями в дереве понятий. А понятия предметной области формируют глоссарий (лат. *glossarium* – «собрание глосс») ПАОС по дисциплине, который представляет собой словарь узкоспециализированных терминов с толкованием, иногда переводом на другой язык, комментариями и примерами. В электронном обучении глоссарий выступает инструментом для индивидуальной или групповой работы с теоретическим материалом.

Но изучение любой дисциплины не ограничивается усвоением понятий и обоснованием их свойств и связей. В дидактическом плане важной составляющей образовательного процесса выступает формирование у обучающихся компетенций в соответствии с ФГОС ВО и образовательной программой через декомпозицию компетенций на индикаторы и их достижения, в качестве которых

выступают знания, умения и трудовые действия, в дальнейшем декомпозируемые на множество проверяемых дескрипторов в оценочных средствах дисциплины. Освоение специализированной информации в виде понятий, их основных признаков и связей мы понимаем в исследовании как знания.

Под умениями мы предлагаем понимать способность осуществлять операции над изученными понятиями предметной области дисциплины [92] и независимо от предметной области мы опираемся на классически выделяемые виды операций над понятиями: обобщение, ограничение, включение, пересечение, объединение и дополнение. Обратимся к сущности данных операций и примерам их применения при создании контрольно-измерительных материалов.

Операция «обобщение» осуществляет расширение объема понятия путем уменьшения его признакового описания. При этом увеличивается объем понятия и уменьшается содержание. Пределом операции обобщения понятий выступает наиболее общее понятие предметной области, то есть понятие, которое является корневым узлом дерева понятий.

Например, в дисциплине «Дискретная математика» в качестве задания на применение операции обобщения понятий выступает следующее тестовое задание.

Задание. Упорядочите понятия «Множество». «Элемент множества» и «Подмножество» от наименее общего к наиболее общему.

Варианты ответов: а) Множество

б) Элемент множества

в) Подмножество

Эталон (верный ответ): б, в, а

Операция «ограничение» осуществляет сужение объема понятия путем увеличения его признакового описания. Пределом операции ограничения понятий выступает понятие, относящееся к терминальной вершине дерева – листу, то есть понятие, которое невозможно сузить в рамках предметной области дисциплины.

Например, в дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов» в качестве задания на применение операции ограничения понятий выступает

следующее задание.

Задание. Дана формула $X \wedge Y \vee X \wedge Z$. Определите элементарные конъюнкты совершенной дизъюнктивной нормальной формы заданной формулы.

Варианты ответов: а) $X \wedge Y \wedge \bar{Z}$

б) $X \wedge Y \wedge Z$

в) $X \wedge \bar{Y} \wedge Z$

г) $\bar{X} \wedge Y \wedge \bar{Z}$

Эталон (верный ответ): а, б, в

Операция «включения» $A \subset B$ – понятие A является частью понятия B , при этом всем объектам понятия A приписываются признаки более широкого понятия B . Понятие A обобщается, его признаковое описание сокращается за счет исключения различающихся признаков описаний понятий A и B . Тогда объем знаний (содержание понятия), который содержит понятие B , меньше объема, который содержит понятие A .

Любое понятие дерева понятий является включением, если множество объектов этого понятия принадлежит множеству объектов некоторого понятия верхнего уровня. Например, понятие «Покрытие» является включением для понятия «Разбиение» в дискретной математике.

Операция «пересечения» $C = A \cap B$ – образуется третье понятие, объем которого представляет собой пересечение экстенсионалов первых двух понятий, при этом объекты третьего понятия характеризуются объединением признаков первых двух путем включения всех признаков понятий-операндов.

Экстенсионал нового понятия не больше экстенсионалов исходных понятий-операндов, объекты образуемого понятия имеют более длинное признаковое описание (или совпадающее с одним из понятий-операндов при иерархической подчиненности понятий), следовательно, объем знаний, который содержит новое понятие, больше объема знания, который содержат исходные понятия-операнды (или совпадает с объемом знаний одного из понятий-операндов при существовании между ними иерархической подчиненности). Например, если

применить операцию пересечения к понятиям «Покрытие» и «Разбиение», то результатом будет понятие «Разбиение».

Операция «объединения» $C = A \cup B$ – объем понятия C представляет собой суммарный объем понятий A и B , при этом набор признаков объектов понятия C – пересечение признаков объектов объединяемых понятий. Пересечение признаков описаний объединяемых понятий – сужение признакового описания за счет всех различающихся признаков объединяемых понятий. Таким образом, понятие C содержит меньший объем знаний в отличие от объема знаний, который содержат понятия-операнды операции объединения. Например, объединение понятий «Покрытие» и «Разбиение» дает понятие «Покрытие».

Операция «дополнения» для понятия A – понятие C : $C = U \setminus A$. Объем понятия C образуется как совокупность тех объектов, которые дополняют A до универсума U . U – это некоторое универсальное множество, которое в рассматриваемом контексте следует определить как набор объектов, характеризуемых одной системой признаков.

Например, рассмотрим множество всех полных графов – простых неориентированных графов, которые характеризуются смежностью каждой пары различных вершин. Дополнением этого понятия – выступают все графы, которые не могут быть отнесены к рассматриваемому понятию (не являются объектами его экстенционала), то есть графы не являющиеся полными. Таким образом, набор признаков дополнения – это разница между полным набором признаков (системой признаков) рассматриваемых объектов (графов) и набором признаков исходного понятия. Полный набор признаков (система признаков) формируется, как правило, эмпирически.

Операция ограничения понятия противоположна по своему смыслу операции обобщения – введения нового признака в описание класса объектов, что по смыслу является дополнительным ограничением на объекты класса. Чем большим числом признаков характеризуется объект, тем более полно характеризует его соответствующее понятие, тем больший объем знаний об отображаемом объекте содержит понятие. Рост числа признаков – рост числа

отличий отображаемого объекта от всех остальных объектов. Рост числа признаков в конечном итоге приводит к формированию уникального описания объекта, отличающего его от всех остальных объектов заданной предметной области. Уникальное описание объекта $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ можно рассматривать как набор существенных свойств рассматриваемого объекта для заданной предметной области. Тогда процесс роста размерности признакового описания объекта – процесс уточнения содержания соответствующего понятия, рост объема знаний, который содержит уточняемое понятие.

Очевидно, что рассмотренные отношения применимы только к однородным (гомогенным) понятиям, когда экстенсионалы понятий-операндов образуются объектами одного порядка (одного уровня общности), какими, например, являются все простые неориентированные графы. Однородными понятиями будем называть такие понятия, которые характеризуются одной системой признаков. Например, для графов как объектов таковой системой признаков являются отношения смежности, которые можно рассматривать как достаточную систему признаков для их описания независимо от решаемых задач.

Если понятия характеризуются различными системами признаков, то эти понятия являются разнородными (гетерогенными). Например, гиперграфы наряду с отношениями смежности вершин характеризуются еще и отношениями смежности, возникающими между подмножествами вершин. Таким образом, возникает новая система признаков, достаточная для описания гиперграфов.

Таким образом, рассматривая каждый сформированный терм, входящие в него понятия, его содержание можно расширить за счет операций, которые к ним применимы. То есть каждый терм включает два вида понятий: операторы и операнды. В качестве понятий-операндов выступают понятия предметной области изучаемой дисциплины, а понятия-операторы описывают совершаемые действия над понятиями-операндами (рассмотренные выше операции). Это позволяет осуществить проектирование набора контрольно-измерительных материалов, позволяющих обеспечить контроль усвоения каждого термина и формирования целостной микропорции образовательного контента. Для этого необходимо

априорно задать дерево операций или их совокупности в явном виде. При построении дерева операций над понятиями ПАОС возможна ситуация, при которой при объединении одного понятия-операнда с различными понятиями-операторами осуществляется формирование различных результирующих понятий. Примеры построения применений понятий-операторов к понятиям-операндам будут представлены в параграфе 4.1.

Помимо контрольно-измерительных материалов, направленных на оперирование понятиями в терм согласно структурно-содержательной модели педагогического проектирования (представленной в параграфе 2.3.) необходимо включить проектные задания с самооцениванием и взаимооцениванием обучающихся. Причем в зависимости от глубины термина в дереве, задания могут быть направлены, как на закрепление содержания текущего термина, так и на закрепление терминов, изученных ранее и взаимосвязи, содержащихся в них понятий, что формирует целостное восприятие дисциплины.

При создании «учебных объектов» ПАОС для каждого термина предметной области рекомендуется разработать несколько редакций изложения учебного материала, которые могут отличаться по степени детализации или количеству представленных примеров, по стилю изложения, по языку представления и др. [125, 154, 297]. При разработке редакций учебного материала мы считаем возможным ориентировать их на текущий уровень образовательных результатов, индивидуальный стиль восприятия информации, языковые, национальные особенности студентов и т.п. Множество редакций учебных материалов используется для формирования персонального образовательного пространства студента и выступают элементами построения индивидуальных траекторий изучения дисциплины.

Примеры различного изложения редакций термина «Размещение» дисциплины «Дискретная математика» приведены в Приложении 1. При их построении выбраны индуктивный, дедуктивный и комбинированный способы изложения учебного материала. Индуктивный метод позволил определить понятие «Размещение» в изложении материала от представления примеров

объектов, входящих в данное понятие, к формированию содержания и структуры понятия и определению его существенных признаков. То есть форма изложения материала характеризуется как изложение от частного к общему, к обобщениям и выводам. Дедуктивный метод позволил определить понятие «Размещение» в изложении материала от представления содержания понятия, его структуры и существенных признаков к объяснению материала конкретными примерами и фактами. То есть форма изложения материала характеризуется как изложение от общего положения к частным, объясняющим смысл общего конкретными примерами, фактами. Комбинированный метод изложения материала представлен нами как последовательное изложение одного вопроса за другим: содержание понятия, структура понятия и его место в дереве понятий предметной области, а также выделение существенных признаков понятия с закреплением конкретными примерами на каждой ступени изложения материала. Также в Приложении 1 представлены примеры редакций учебного материала по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов», различающихся по стилю изложения и степени детализации материала.

Таким образом, содержание термина, на примере термина «Сочетания» включает в себя: редакции изложения учебного материала, контрольно-измерительные материалы, в качестве которых выступают тесты на проверку усвоения понятий, тесты на оперирование понятиями, индивидуальные задания на составление ментальных карт, программная реализация

Помимо термов учебного материала, входящего в ядро предметной области, в субмодель ПАОС включаются термины, выходящие за пределы ядра, то есть те, изучение которых возможно по запросу обучающегося согласно его персональным предпочтениям и целям.

Таким образом, предложенный в исследовании подход к построению субмодели представления образовательного контента состоит в структурировании предметной области в виде последовательности термов, охватывающих весь учебный материал, изучаемых в определенном порядке. Ограничение

возможностей использования предложенной субмодели связано с высокой трудоемкостью структурирования и формализации понятий дисциплины.

Представленная субмодель образовательного контента учебной дисциплины отличается от известных наличием логического упорядочения понятий на основе интеграции логических методов анализа понятий, логико-гносеологических методов соотношения объема и содержания понятий с методами теории графов и гиперграфов; определением учебных объектов на основе дерева (древесного гиперграфа) термов, полученного проецированием дерева понятий дисциплины; определением последовательности их изучения; включением в содержание учебного объекта феноменологической и структурной модели, позволяющей идентифицировать каждое изучаемой понятие в рамках предметной области и раскрывать его сущность. Это позволяет формализовано представлять учебный материал и строить логически обоснованные последовательности его изучения.

3.2.2. Субмодель персонального профиля обучающегося

Субмодель персонального профиля обучающегося персонализированной адаптивной обучающей системы содержит информацию о студенте, необходимую для адаптации образовательного контента к его индивидуальным характеристикам и управления процессом обучения в электронной среде. Подходы к построению моделей обучаемых берут свое начало в работах П.Л. Брусиловского [31, 32, 449], В.А. Петрушина [248] и отмечают необходимость фиксации знания о предмете обучения, о стратегиях и методах обучения для поддержки эффективности обучения в обучающих системах. Наибольшее число подходов предложено для представлений знаний о студенте, применяемых для управления образовательным процессом и значительно меньше для учета личностных характеристик обучающихся [12, 15, 91, 135, 136, 172, 195, 316, 283, 331, 384].

Субмодель персонального профиля обучающегося (в педагогической литературе очень часто носит название модель пользователя или обучающегося) –

одно из центральных понятий современной дидактики. Существуют различные трактовки этого понятия. Потребность в его введении была вызвана необходимостью формализовать представления о студенте для управления образовательным процессом [361]. Рассмотрим наиболее распространенные определения. Атанов Г.А. определяет ее как множество фактов о студенте, описывающих его знания, личностные характеристики, профессиональные качества и др. [13]. Это определение, по мнению В.А. Петрушина, допускает две интерпретации: 1) модель студента является моделью текущего состояния знаний и умений индивидуального обучаемого; 2) она представляет собой «идеальную» модель знаний об обучаемом, включающую знания о предметной области, типичных ошибках и когнитивных механизмах [248]. Субмодель персонального профиля обучающегося дает возможность строить гибкую траекторию обучения, учитывающую степень усвоения материала.

Дж. Селф под моделью пользователя обучающей системы понимает формализованное множество фактов об обучаемом, которые могут описывать предпочтения, представления, навыки или действия [434]. Л.А. Растрингин под моделью обучаемого понимает представление того процесса, который происходит в обучаемом в результате восприятия им той или иной обучающей информации [276]. Помимо учета текущего состояния знаний и умений обучаемого он считает важным учитывать психические процессы, а именно запоминание и забывание. Важной особенностью модели выступает адаптация возможностей системы к потребностям пользователя [447] и представление целей обучения и фиксация текущего состояния обучаемого [34].

Анализируя существующие подходы к определению моделей пользователя, мы видим, что в качестве основных функций субмодели персонального профиля обучающегося в ПАОС можно выделить фиксацию информации об обучающемся, фильтрацию и выбор необходимым данных для мониторинга и управления обучением, контроль индивидуальных характеристик студента [43, 360, 363, 364, 404]. При этом к основным требованиям, которым должна удовлетворять субмодель персонального профиля, обучающегося можно отнести адекватность,

валидность, динамичность и масштабируемость. Адекватность субмодели гарантирует ее соответствие оригиналу. Валидность мы понимаем как учет ПАОС индивидуальных характеристик обучающихся как статичных на протяжении обучения, так и динамично изменяющихся на каждом шаге учебного процесса, обеспечивающих повышение качества обучения. Динамичность субмодели позволяет уточнять ее во время образовательного процесса. Масштабируемость субмодели позволяет гибко модифицировать набор индивидуальных характеристик обучающихся

Рассматривая существующие подходы к построению моделей пользователя, в работе предлагается за основу взять фиксирующую сетевую оверлейную модель, которые с позиции фиксирующей – предназначены для хранения образовательных результатов, а с оверлейной позиции базируются на структуре предметной области дисциплины, то есть выполняют наложение профиля обучающегося на субмодель предметной области [34].

В настоящем исследовании предлагается в субмодель персонального профиля обучающегося, как основной компонент ПАОС, включить информацию об индивидуальных характеристиках студента: его прогрессе в изучении предметной области, уровне усвоения учебного материала, поведении и пр. Субмодель пользователя динамична, то есть она изменяется в процессе обучения в ПАОС [36, 428]. Она тесно связана, с одной стороны, с индивидуальными характеристиками обучающегося, которые меняются в процессе обучения, а с другой демонстрирует результаты адаптации образовательного контента ПАОС и применения конкретных обучающих воздействий. То есть информация об обучающемся изменяется со временем и содержит не только общую информацию о студенте, но и фиксирует изменение всех его действий в процессе персонализированного адаптивного обучения в информационно-образовательной среде, а также может быть дополнена преподавателем на основе наблюдений за действиями студента в рамках контактной работы, в том числе офлайн.

Индивидуальные характеристики обучающихся в ПАОС предлагается описывать с помощью двух групп параметров. В первую группу входят

параметры, связанные с предметной областью дисциплины: стиль обучения студента, результаты освоения им каждого термина и др., во вторую – результаты наблюдения за процессом обучения студента в электронной среде, что позволяет преподавателю управлять активностью обучающегося. Субмодель персонального профиля обучающегося, связанная с предметной областью, фиксирует и отражает информацию об образовательных результатах студента и описывает уровень достигнутых результатов обучения, понимание студентом содержания терминов и предмета в целом, ошибки, которые студент совершил в процессе изучения, прогресс студента в изучении предметной области, его оценки за выполненные задания, тесты и т.д.

Таким образом, субмодель персонального профиля обучающегося позволяет учитывать индивидуальные параметры студента, а также потребность в персональной поддержке для него со стороны преподавателя.

Предложенная в исследовании субмодель персонального профиля обучающегося описывает все уровни компетентности студента. Более того, рассматриваемая субмодель описывает рост его компетентности при изучении образовательного контента дисциплины. Таким образом, эта субмодель описывает как начальную (стартовую) компетентность обучающегося, так и текущую компетентность (поведенческую составляющую обучающегося). Кроме того, субмодель описывает и ее нормативную составляющую, которая задает требования к его конечному состоянию по дисциплине.

Нормативная субмодель персонального профиля обучающегося в ПАОС формируется при проектировании субмодели представления образовательного контента и путем создания для него дерева результатов обучения. Структурирование результатов обучения и соответствующих контрольно-измерительных материалов позволяет адаптивно управлять учебной деятельностью студента.

В субмодель персонального профиля обучающегося на этапе проектирования ПАОС включаются нормативные значения компетенций, формирующихся в текущей дисциплине, в разрезе их компонентов и трудовых

функций. Для каждой трудовой функции ставится в соответствие набор знаний, умений и трудовых действий, необходимых для ее осуществления. Под необходимыми профессиональными знаниями понимается освоенная специализированная информация, методы ее применения и переработки, имеющие существенное значение для выполнения профессиональной деятельности. Необходимые знания становятся базисом формирования необходимых умений, требуемых для выполнения трудовых действий. Умения представляют собой оперирование профессиональными знаниями. А трудовые действия рассматриваются как выполнение умений, доведенное до автоматизма и обеспечивающее высокую производительность выполнения профессиональных задач (иметь навык оперирования со знаниями во времени, определяемом профессиональной средой) [364, 446].

Отметим, что субмодель персонального профиля обучающегося в персонализированной адаптивной обучающей системе включает текущую (поведенческую) и нормативную составляющие. Текущая (поведенческая) составляющая пользователя ПАОС формируется путем анализа его текущего поведения (учебного опыта). Основным способом ее построения является осуществление контрольно-измерительных мероприятий, выполнение тестовых заданий закрытого и открытого типа, индивидуальных и проектных заданий. Нормативная составляющая субмодели персонального профиля обучающегося включает в себя формализованные требования к результатам обучения по дисциплине. Помимо этих составляющих в субмодель персонального профиля обучающегося включается прогнозируемая составляющая субмодели. На основе текущей составляющей субмодели можно строить прогнозируемую составляющую субмодели персонального профиля обучающегося, например, к моменту завершения им обучения.

Субмодель персонального профиля обучающегося в ПАОС включает следующие нормативные данные: требуемый (нормативный) уровень усвоения обучающимся необходимых знаний когнитивного компонента (K_{st}), необходимых умений (A_{st}) и трудовых действий (S_{st}). Зачастую эти требования исходят из

требований профессиональных и международных стандартов, могут быть определены профессиональным сообществом или разработчиками ОП и рабочей программы дисциплины.

В процессе изучения элементов субмодели представления образовательного контента дисциплины формируется динамическая субмодель обучающегося, то есть выполняется текущее означивание результатов обучения. На каждом этапе учебного процесса определяются текущие параметры субмодели: объём и уровень усвоенных знаний (K_{cr}), уровень умений (A_{cr}) и трудовых действий (S_{cr}). Таким образом, определяется достигнутый уровень сформированности обучающимся компетентности по отношению к результирующему (целевому уровню) сформированности компетентности по дисциплине.

Помимо обозначенных параметров субмодель персонального профиля обучающегося ПАОС обладает свойством масштабируемости, то есть она может быть дополнена другими параметрами, которые характеризуют, например, время усвоения материалов учебного объекта, время выполнения трудовых действий – t_{st} и т.п. Дополнительные элементы субмодели персонального профиля обучающегося в ПАОС характеризуют его индивидуальный темп изучения учебных материалов, уровень интереса к изучаемому материалу, усидчивость и др. [43]. Но для построения ПАОС, адаптирующей учебные материалы в зависимости от степени его усвоения обучающимся, представленных параметров является достаточно.

Т.е. если представить некий фрагмент субмодели персонального профиля обучающегося, предназначенный для управления контентом на уровне образовательных результатов терма, он имеет следующий вид: $\langle KS_t, AS_t, SS_t, KC_r, AC_r, SC_r \rangle$ и характеризует слой индивидуальных образовательных результатов терма в разрезе элементов ПАОС. Заданные параметры субмодели персонального профиля обучающегося используются для управления процессами обучения в ПАОС и построения индивидуальной образовательной траектории, для которой характерны переходы между уровнями обучения, зависящие от набранных баллов, которые приведены в таблице 4.

Таблица 4

Примеры параметров субмодели персонального профиля обучающегося в ПАОС для реализации стратегии адаптации, включающие корректировку контента на основе достижения результатов обучения

Результаты обучения			Терм	Понятие	Средства оценивания результатов обучения	Значение	Параметры нормативной субмодели пользователя ПАОС
Компетенция	Компоненты компетенции	Трудовые функции					
Компетенция <i>k</i>	Аксиологический				Шкала академической мотивации	Балл	Уровни: 0-50 – недостаточный 51-67 – низкий 68-84 – средний 85-100 – высокий
	Когнитивный	Необходимые знания	Терм 1 Терм <i>i</i> Терм <i>j</i>	Понятие 1 Понятие <i>i</i> Понятие <i>i+1</i> Понятие <i>j</i> Понятие <i>j+1</i>	Тестовые задания закрытого типа	Балл	Уровни: 0-50 – недостаточный 51-67 – низкий 68-84 – средний 85-100 – высокий
	Праксиологический	Необходимые умения			Тестовые задания открытого типа Индивидуальные задания	Процент выполнения заданий в заданное время	Уровни: 0-50 – недостаточный 51-67 – низкий 68-84 – средний 85-100 – высокий
		Трудовые действия	Проектные задания				

Фрагмент субмодели персонального профиля обучающегося, характеризующий слой индивидуальных характеристик студента, включает параметр, характеризующий ведущий канал восприятия информации – CP , уровень мотивации – CM , уровень рефлексии – CR , при реализации адаптации к языковому уровню: текущий уровень языкового владения – LL_b , нормативный уровень языкового владения – LL_r и имеет следующий вид: $\langle CP, LM, LR, LL_t, LL_r, \dots \rangle$, при этом он открыт с точки зрения расширения состава параметров, т.е. индивидуальных характеристик обучающегося, актуальных в проектируемом образовательном процессе.

Фрагмент субмодели персонального профиля обучающегося, характеризующий слой личностного развития, фиксирует предпочтения студентов: $\langle PD \rangle$ по термам образовательного контента, что позволяет в соответствии с ними реализовывать доступ к необходимому контенту или расширять и модифицировать существующий.

Также в субмодель мы включаем: продолжительность изучения учебного материала ПАОС по каждому варианту его представления, время выполнения тестовых заданий, количество попыток выполнения элементов и др.

Таким образом, фрагмент субмодели персонального профиля обучающегося ПАОС на каждом шаге обучения представляет собой совокупность кортежей, в которых содержатся текущие значения достигнутого уровня образовательных результатов, индивидуальных характеристик, предпочтений студента, а также заданных нормативных значений, обеспечивающих управление результативным образовательным процессом.

При этом параметры «уровень усвоения знаний» и «уровень усвоения умений» задаются по 100-балльной шкале, а «уровень выполнения трудовых действий» задается как процент выполнения заданий в заданное время. Также данные параметры могут быть использованы для управления интенсивностью образовательного процесса.

На каждом шаге обучения элементы текущей субмодели персонального профиля обучающегося принимают новые значения. И по мере того как студент

изучает один терм за другим, понятие за понятием, формируется полная субмодель персонального профиля обучающегося. Таким образом, осуществляется движение студента по дереву образовательных результатов. Корневая вершина полной субмодели персонального профиля обучающегося характеризует уровень формирования им всех итоговых компетенций. Итоговая цель обучения считается достигнутой, если корневая вершина полной субмодели персонального профиля обучающегося попадает в кластер допустимых целей многомерного пространства уровней сформированности компетенций.

Особенностью предложенной сетевой оверлейной субмодели персонального профиля обучающегося выступает наложение знаний пользователя на структуру субмодели представления образовательного контента. Для каждого обучающегося создается индивидуальная оверлейная субмодель, хранящая наборы кортежей по всем термам предметной области и по всем слоям, входящим в терм образовательного контента. Каждый кортеж при этом содержит текущие и нормативные параметры, значения которых мы задаем на этапе проектирования субмодели персонального профиля обучающегося, входящей в персонализированную адаптивную обучающую систему.

В зависимости от иерархии предметной области дисциплины текущие и нормативные параметры согласно принципу наследования могут быть неравнозначными. Таким образом, содержание субмодели персонального профиля обучающегося – многоуровнево. На верхнем уровне мы наблюдаем глобальные характеристики результатов обучения студента по дисциплине, на уровнях ниже мы имеем данные о достижениях студента по модулям, термам, включая отдельные понятия. Очевидно, что предложенный подход к построению субмодели позволяет преподавателю средствами ПАОС осуществлять мониторинг результатов обучения студента по любому модулю дисциплины и на любом шаге.

3.2.3. Субмодель управления образовательным процессом

Адаптация выступает составной частью образовательного процесса в условиях цифровизации образования. Адаптацию в персонализированной адаптивной обучающей системе можно определить как процесс изменения учебных воздействий на обучающегося с целью перевода его текущего состояния в целевое на основе текущей субмодели персонального профиля обучающегося.

Субмодель управления образовательным процессом в электронной среде должна обеспечивать автоматизированную навигацию и гибкую адаптацию формы представления и содержания учебного контента с учетом индивидуальных характеристик обучающегося и позволять генерировать, и динамически модифицировать на всех этапах обучения персональные образовательные стратегии и индивидуальные образовательные траектории, обеспечивающие эффективность каждого этапа.

В исследовании субмодель управления образовательным процессом в ПАОС представлена следующими составляющими:

- блок адаптации образовательного контента;
- блок персональной обратной связи;
- блок фиксации результатов;
- блок управляющих воздействий.

Предлагаемый *блок адаптации образовательного контента* включает совокупность алгоритмов управления учебным процессом, обеспечивающих адаптацию формы представления и содержания контента, а также реализацию индивидуальных образовательных траекторий путем формирования для каждого студента персонального пространства учебных материалов, максимально соответствующего его индивидуальным характеристикам.

Общая структура блока адаптации контента ПАОС представлена на рис. 22, который включает следующие этапы адаптации:

- *вводная адаптация* (адаптация содержания вводных учебных материалов дисциплины);

- *текущая адаптация учебных материалов* (адаптация формы изложения материала на основе текущих действий студентов в ПАОС);
- *оценочно-корректирующая адаптация* (адаптация содержания учебного материала термов или нормативных параметров уровня их усвоения на основе достигнутых студентами образовательных результатов) [444].



Рисунок 22 – Структура блока адаптации в ПАОС

При этом этап текущей адаптации является обязательным в структуре ПАОС. Дополнительная гибкость субмодели управления образовательным процессом обеспечивается за счет гибкого введения обозначенных этапов, например, целесообразность введения этапов вводной и оценочно-корректирующей адаптации определяется на основе учета особенностей предметной области дисциплины коллективом разработчиков ПАОС. Общая схема реализации адаптации в ПАОС представлена на рис. 23.

Остановимся на всех этапах адаптации ПАОС более подробно.

На начальном этапе обучения при необходимости осуществляется вводная адаптация обучающихся. Ее назначение состоит в оценке начального уровня подготовки студента (оценки его образовательных результатов по дисциплинам пререквизитам) и выравнивании входного уровня подготовки студентов путем персонального предоставления студентам учебных материалов.

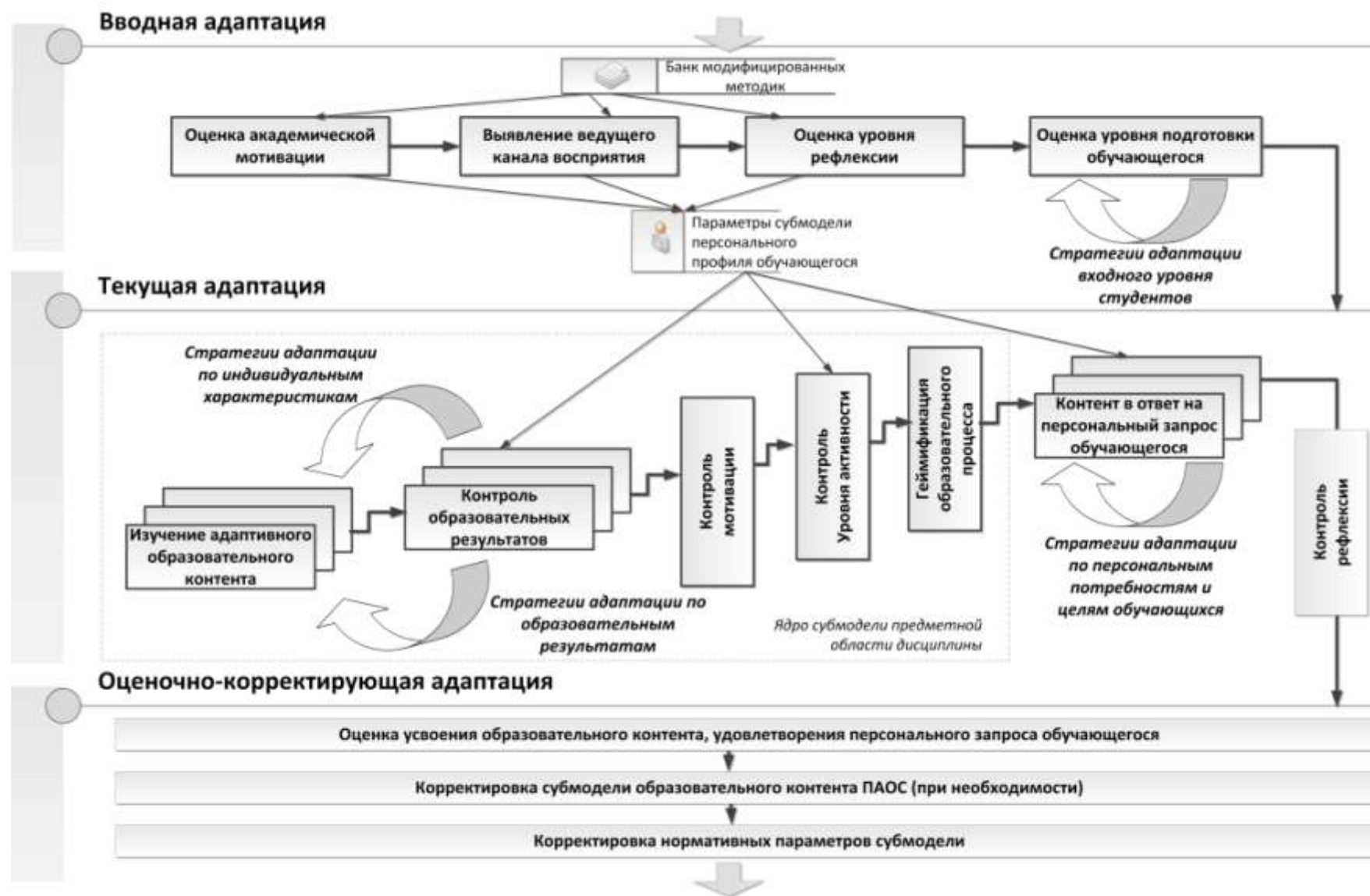


Рисунок 23 – Схема адаптации образовательного контента в ПАОС

На основе вводной адаптации в дальнейшем осуществляется изучение первого термина предметной области дисциплины с выбранной стратегией адаптации по образовательным результатам. Укрупненный алгоритм вводной адаптации представлен на рис. 24.

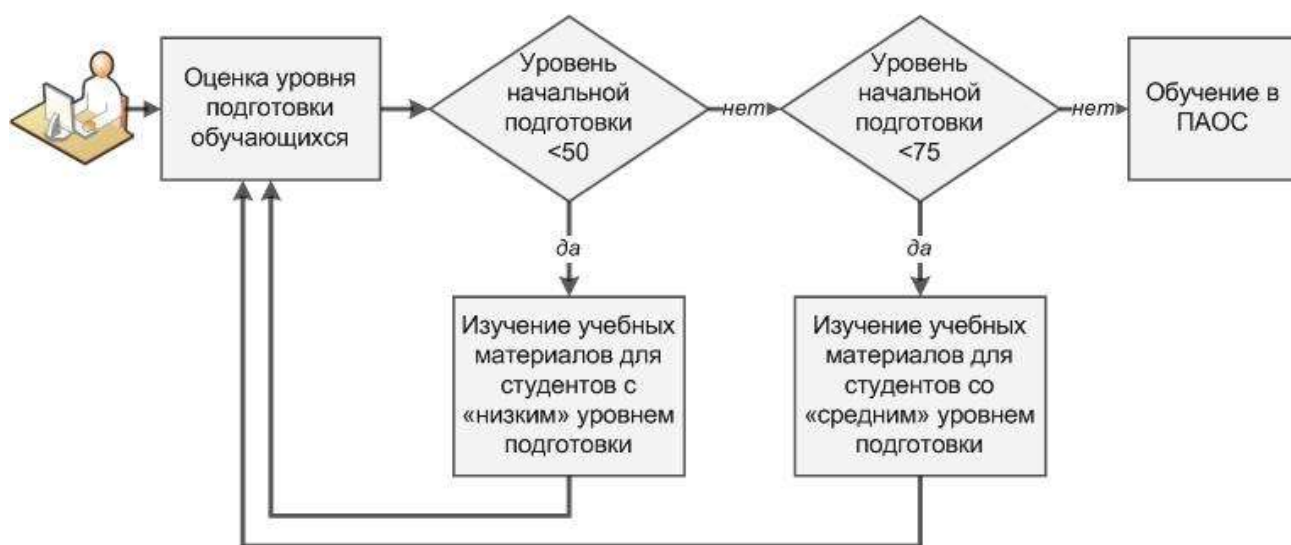


Рисунок 24 – Укрупненный алгоритм вводной адаптации в ПАОС

Мы предлагаем выделять два типа *вводной адаптации* в ПАОС: адаптация по входному пре-тестированию и адаптация по выравнивающему материалу.

На основе оценки уровня начальной подготовки студентов по дисциплинам, изучаемым ими ранее, мы разделяем студентов на группы с низким, средним и высоким уровнем подготовки, которым соответствуют результаты входного контроля: от 0 до 50%, от 50% до 75% и от 75% до 100% соответственно. Обучающимся, попавшим в группы низкого и среднего уровня рекомендуются дополнительные учебные материалы, в зависимости от выявленных у них проблем и сложностей.

При адаптации по выравнивающему материалу студентам на начальном этапе предлагается учебный контент для изучения, содержащий необходимые базовые сведения по дисциплине для дальнейшего ее изучения. Например,

рассматривая вводную адаптацию, организованную на примере дисциплины «Дискретная математика» в качестве выравнивающих учебных материалов мы включаем материалы по методу математической индукции. Это заключение, можно сделать исходя из педагогической практики, так как известно, что обучающиеся всегда имеют разный уровень представления о методе математической индукции. В дальнейшем освоение этого метода позволяет студентам доказывать утверждения, зависящие от целочисленных параметров в рамках модуля «Комбинаторика» и др. После изучения выравнивающего материала повторно используется пре-тестирование для определения качества его усвоения. Если тестируемый не справляется с пре-тестом, то необходимо дополнительное изучение материала. В зависимости от успешности прохождения пре-тестирования студентам становятся доступны материалы дисциплины. Данный тип адаптации дает возможность студентам начать изучение материалов дисциплины после достижения некоторого базового уровня, что обеспечивает им дальнейшее результативное обучение.

Согласно такому подходу на этапе вводной адаптации для каждого студента начинает строиться индивидуальная образовательная траектория изучения учебной дисциплины и вход в образовательный процесс осуществляется для каждого студента с уровнем комфортным для дальнейшего ее изучения. В процессе обучения в ПАОС реализуются следующие два этапа адаптации учебного материала: текущая и оценочно-корректирующая.

На этапе *текущей адаптации* производится адаптация формы изложения учебного материала в зависимости от индивидуальных характеристик обучающихся, от образовательных результатов и в ответ на персональный запрос обучающегося, удовлетворяющий его персональные предпочтения и целям. В исследовании мы рассматривали в качестве индивидуальных характеристик обучающихся ведущий канал восприятия информации студентов, языковые особенности студентов, уровень мотивации, уровень активности и рефлексии.

Мы рассматриваем стили восприятия учебного материала, основанные перцептивной модальности, то есть доминирующем канале восприятия и

обработки информации: аудиальном, визуальном, кинестетическом или дигитальном. При этом мы принимаем что доминирующий канал восприятия информации обучающегося не изменяется на протяжении изучения дисциплины и в соответствии с выявленным у обучающегося доминирующим каналом в ПАОС ему рекомендуется учебный материал термина. Но рекомендация ПАОС не является обязательной к исполнению, при этом для обучающегося открыты возможности самостоятельного выбора контента, что позволяет ему с учетом его персональных предпочтений осуществлять выбор формы представления материала терминов [125].

При обучении иностранных студентов или студентов малочисленных народов России, для которых характерны языковая консервация или обучение в условиях билингвальности, актуальность приобретает адаптация контента по языковому аспекту и национальным особенностям восприятия обучающимся учебных материалов [236]. Интересные результаты были получены при построении учебного процесса с применением ПАОС для студентов Республики Тыва с разным уровнем параллельного владения родным тувинским и русским языками. При разработке образовательного контента использован методический прием «Варьирование приёмов языковой коммуникации», который направлен на использование двух параллельно работающих языков – тувинского и русского для создания наилучших условий обучения студентов в вопросах доступности и восприятия изучаемого материала [439]. Адаптация по языковому аспекту может быть применена для других коренных малочисленных народов России.

Уровень мотивации мы определяли на основе модифицированного опросника, предназначенного для измерения выраженности и типа мотивации к учебной деятельности, разработанного Т.О. Гордеевой, О.А. Сычевым и Е.Н. Осиным [93]. Модификация опросников в части инструкций и вопросов была проведена относительно контекста предметного обучения и обучения в электронной среде. Контроль уровня мотивации студентов при обучении в ПАОС обусловлен проблемами, связанными со сложностями вовлечения и удержания студентов в электронной информационно-образовательной среде. Для этого образовательный контент ПАОС сопровождается разработанной системой

геймификации, выступающей эффективным средством повышения мотивации и вовлечения студентов в учебный процесс [124, 126].

Блок текущей адаптации обеспечивает гибкость в формировании различных комбинаций параметров адаптации, что накладывает определенные условия на разработку образовательного контента: особенности и форму изложения учебного материала, разработку контрольно-измерительных материалов термов ПАОС.

При реализации стратегий адаптации, различных по основаниям адаптации мы используем соответствующие им алгоритмы блока текущей адаптации субмодели управления ПАОС. При увеличении количества параметров возникает необходимость априорного увеличения редакций термов образовательного контента. Рассмотрим стратегию адаптации образовательного контента к уровням образовательных результатов студентов. В ПАОС в случае неудовлетворительных результатов усвоения каждого изученного термина автоматически предлагается материал в более доступной форме изложения, например, используя другие примеры и уровень детализации. Схематически в укрупненном виде алгоритм, реализующий стратегию адаптации контента по образовательным результатам в укрупненном виде представлен на рис. 25.



Рисунок 25 – Стратегия адаптации по образовательным результатам
в укрупненном виде

Рассмотрим алгоритм адаптации образовательного контента на основе уровня усвоения текущего материала. Для адаптации учебного контента по образовательным результатам рассмотрим использование трех редакций изложения материала каждого термина, которые содержательно будут отличаться степенью детализации и формой представления: текст, графика, таблицы, аудио- и видеоматериалы, интерактивные ресурсы. Например, редакции термов математической дисциплины связаны с уровнем сформированности математической компетентности у обучающихся и отражают специфику ее формирования. Так, изложение термина в редакции первого уровня направлено на развитие навыков самостоятельности и инициативности, использует проблемный подход к обучению, побуждает студентов к составлению алгоритмов решения

задач, интегрированию знаний и обоснованию корректности полученных результатов. Содержание термина в редакции второго уровня (базовый уровень) наряду с теоретическим материалом включает примеры решения типовых математических задач, а также задач, в некоторой степени, выходящих за рамки типовых, которые требуют интеграции различных математических методов и знаний. Изложение термина в редакции третьего уровня строится за счет расширения материалов базового уровня подробным представлением математических объектов и их свойств, детальным описанием решения задач с применением стандартных выражений и формул, типовых процедур и известных алгоритмов.

Для адаптации формы изложения учебного материала в зависимости от достигнутого уровня его усвоения предлагаемый алгоритм основан на предоставлении возможности улучшения уровня освоения материала путем изучения термина дисциплины в редакциях изложения, соответствующих параметрам текущей субмодели персонального профиля обучающегося. Вариативное представление образовательного контента позволяет освоить ядро предметной области дисциплины на уровне не ниже базового, реализация стратегий адаптации по образовательным результатам позволяет рассматривать адаптивность как динамическую реакцию на сложности, возникающие у студента при изучении материала. Фрагмент укрупненного алгоритма текущей адаптации формы представления учебного материала в зависимости от уровня его освоения на примере трех редакций изложения образовательного контента P1.1., P1.2, P1.3 термина 1 и P2.1., P2.2, P2.3 термина 2 представлен на рис. 26.

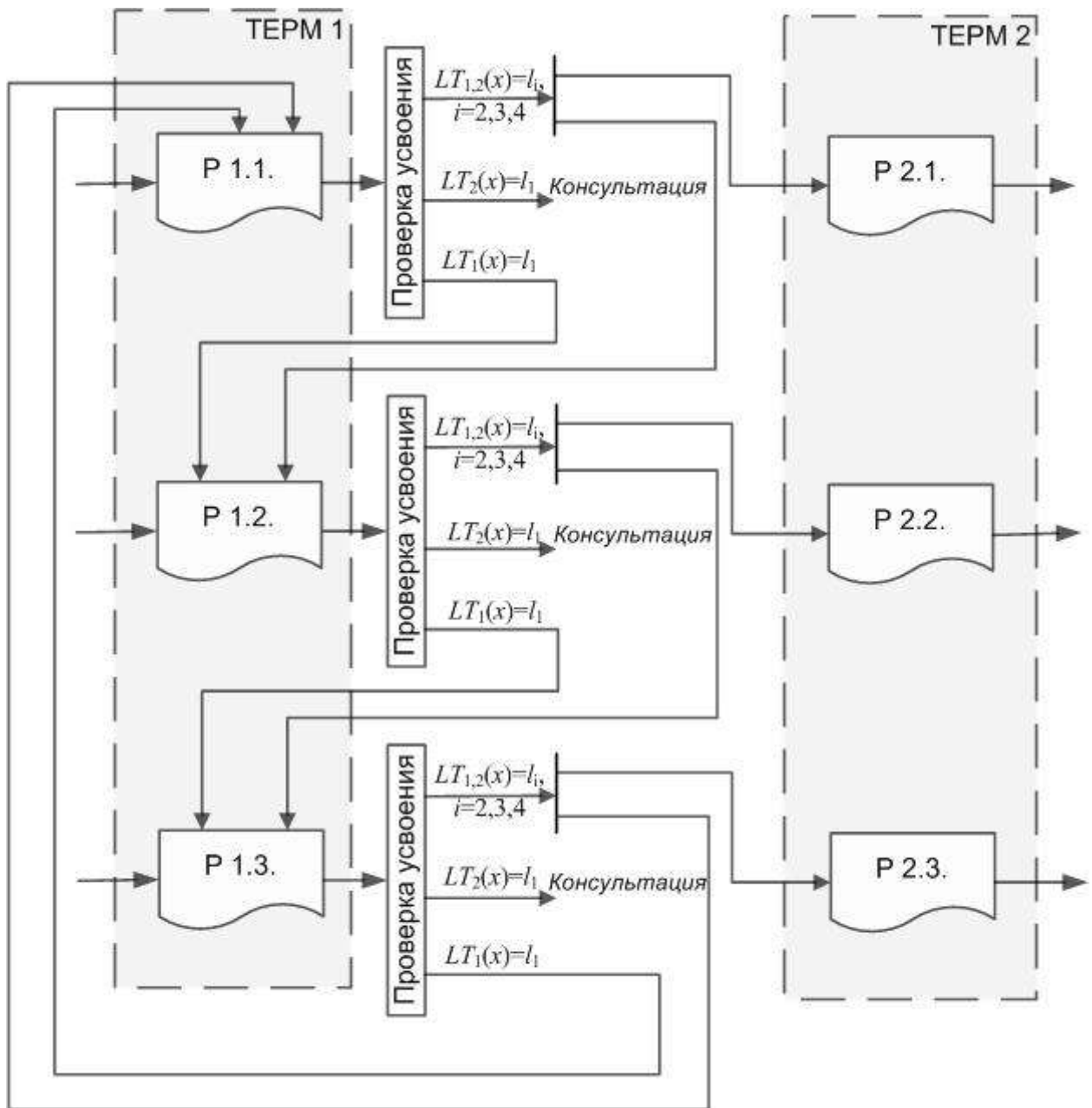


Рисунок 26 – Схема переключения между редакциями материала в процессе текущей адаптации

Для определения условий перехода между редакциями учебных материалов термина введем функцию LT , определяющую уровень подготовки студента:

$$LT(x) = \begin{cases} l_4, & \text{если } 84 \leq x \leq 100 \\ l_3, & \text{если } 67 \leq x < 84 \\ l_2, & \text{если } 50 \leq x < 67 \\ l_1, & \text{если } 0 \leq x < 50 \end{cases},$$

где:

x – оценка студента, заданная в шкале от 0 до 100 баллов,

l_i – уровень подготовки, определяемый в соответствии с параметрами нормативной субмодели персонального профиля обучающегося, при этом: l_1 – мы определяем как недостаточный уровень, l_2 – низкий, l_3 – средний, а l_4 – высокий уровень обучающегося.

Обозначим уровень подготовки обучающегося, выявленный при первой попытке LT_1 , при второй попытке – LT_2 .

При изучении учебного материалы текущего терма редакции следующего учебного материала рекомендуются следующим образом. В случае, если студент продемонстрировал на этапе контроля результатов недостаточный уровень, ему автоматически рекомендуется повторное изучение учебного материала и редакция текущего терма с наибольшим уровнем детализации изложения. Если студент продемонстрировал низкий или средний уровень, ему рекомендуется принять самостоятельное решение о повторном изучении учебного материала текущего терма или в случае, если результат его удовлетворяет перейти к дальнейшему материалу. Если у студента выявлен высокий уровень усвоения учебного материала текущего терма, то он продолжает изучение терма, а учебный материал следующего терма ему будет автоматически доступен в редакции, изучение которой позволило получить ему наиболее высокий результат. Т.е. основанием для рекомендации редакции следующего терма выступает следующий методический принцип. Редакция следующего терма рекомендуется аналогичной редакции материала текущего терма, изучение которой позволило получить наиболее высокий результат при проверке уровня усвоения материала или результат на уровне не ниже низкого, и который при этом удовлетворил студента.

Таким образом, в субмодели управления образовательным процессом в ПАОС реализуется стратегия адаптации по образовательным результатам, в частности генерация автоматизированных рекомендаций по изучению учебного материала термов образовательного контента, что позволяет обучающему самостоятельно принимать решение о возможности улучшения образовательных результатов, осуществлять переход к следующему учебному материалу, только при условии изучения предыдущего и получить максимально возможный для обучающегося уровень усвоения материалов термина дисциплины. Студент в процессе принятия такого решения самостоятельно формирует следующую позицию своей индивидуальной образовательной траектории изучения учебной дисциплины.

В исследовании под *индивидуальной образовательной траекторией* в ПАОС мы будем понимать персональный путь реализации личностного потенциала каждого обучающегося при обучении учебной дисциплине, который представляет собой последовательное движение студента по элементам ПАОС на основе реализации стратегий адаптации образовательного контента с целью достижения результатов персонализированного адаптивного предметного обучения.

Рассмотрим, как реализуются стратегии адаптации по индивидуальным характеристикам. При обучении студентов малочисленных коренных народов России наряду с рассмотренными механизмами адаптации мы предлагаем применение стратегий адаптации образовательного контента к индивидуальным характеристикам обучающихся, в качестве которых выступают языковые особенности, что особенно актуально на начальных курсах при обучении базовым дисциплинам, в том числе математическим.

Рассмотрим Республику Тыва, которая находится в некоторой изолированности от остальной части России и обладает особым культурным миром [203]. В целом по республике процент населения, для которого тувинской язык является родным, больше, чем в других национальных образованиях. Кроме того, особую проблему представляет языковой барьер, связанный с проведением

занятий в национальной школе только на тувинском языке. Следует отметить, что в некоторых районах Тувы русский язык изучается в условиях почти полной изоляции от изучаемого языка и культуры. Уровень его знания (особенно в отдаленных районах) определяется только контактом с учителем и школой. Это ведет к возникновению языковой консервации, и у школьников отсутствует реальная возможность применять знания русского языка, которые они получают на занятиях в школе. Обучение в таких условиях снижает коммуникативные возможности русского языка, сводит к его пассивному восприятию и пониманию и не побуждает к активному речевому общению.

Это приводит к тому, что многие абитуриенты владеют русским языком на недостаточном уровне или лишь на уровне понимания бытовых вопросов. Это создает особую проблему при организации обучения, когда наряду с формированием предметных компетенций необходимо формирование русскоязычной компетентности, так как в вузе обучение ведется на русском языке [439].

Мы предлагаем на этапе текущей адаптации учитывать степень владения русским языком обучающегося и предусмотреть совместное формирование как математической, так и русскоязычной компетентности. При этом одной из образовательных задач выступает освоение и прохождение аттестации по дисциплины полностью на русском языке.

В исследовании редакции термов предметной области дисциплины ПАОС, применяемой в условиях двуязычия, отличаются друг от друга степенью использования русского языка. Редакция учебного материала, рассчитанная на студента с низким уровнем знания русского формируется параллельно на тувинском и русском языках. Это создает возможности для адаптации студентов к обучению в новых условиях. Следующая редакция материала, рассчитана на студентов со средним знанием русского языка, т.е. тех, кто владеет русским на бытовом уровне и содержит на нем формулировки утверждений, определений и при этом сопровождается переводом на тувинский язык, в том числе, включает русско-тувинский глоссарий математических терминов. Количество

русскоязычных фрагментов каждого термина при этом возрастает от редакции к редакции и достигает полностью русскоязычного варианта. То есть при подготовке образовательного контента ПАОС по дисциплине предлагается использовать методический прием «Варьирование приёмов языковой коммуникации», который направлен на использование двух параллельно работающих языков – тувинского и русского для создания наилучших условий обучения в вопросах доступности и восприятия изучаемого материала.

В блоке адаптации субмодели управления ПАОС предусмотрена автоматизированная навигация между редакциями материала не только на уровне понимания русского языка, но и на основе уровня усвоения учебного материала. Студентам предлагается редакция учебного материала для изучения. Затем осуществляется автоматизированная проверка его усвоения и в зависимости от полученных результатов в случае выявления проблем:

- усвоения учебного материала, которые носят языковой характер, автоматически предлагается редакция учебного материала с увеличением объема материала на тувинском языке и соответствующая его текущему уровню владения русским языком;

- связанных с недостаточным пониманием материала в ПАОС осуществляется консультационная помощь в виде наводящих автоматических подсказок и разъясняющих примеров по учебному материалу, реализованных через тесты-тренажеры.

Адаптационные механизмы реализованы в ПАОС путем проектирования базы правил интеллектуального подбора образовательного контента и их привязки к соответствующим элементам ПАОС, доступ обучающегося к которым осуществляет их активацию по заданным условиям. Конструкция управляющего правила строится следующим образом: ЕСЛИ условие ТО действие. При этом в качестве условия выступают конкретные значения индивидуальных характеристик студентов, уровня усвоения текущего термина, уровня владения русским языком и т.п. В качестве действия выступают параметры, включающие настройки доступности редакций терминов и элементов ПАОС.

Например, правило доступности контента текущего образовательного термина в редакции изложения «В» с максимальным уровнем детализации и достигнувшего недостаточного уровня усвоения текущего термина строится в ПАОС следующим образом:

ЕСЛИ

[Параметр «Владение русским» := «Высокий»

И

Параметр «Уровень усвоения термина i » := «Высокий» (от 78 % и выше)]

ТО

[Параметр «Доступность термина $i+1$ » := TRUE

И

Параметр «Редакция» := «Редакция С»

И

Параметр «Детализация» := «Базовый»]

Рассмотрим адаптацию образовательного контента согласно перцептивной модальности, то есть информации о доминирующем канале восприятия и обработки информации обучающегося: аудиальном, визуальном, кинестетическом или дигитальном, позволяющем активизировать мыслительную деятельность. При доминирующем аудиальном канале восприятие осуществляется на слух. При доминирующем визуальном канале восприятие преимущественно осуществляется зрительно. При доминирующем кинестетическом канале преобладает эмоциональная и осязательная функция. При доминирующем дигитальном канале преобладает логическое восприятие.

Для подбора контента на основе учета аудиального, визуального, кинестетического и дигитального стиля обучения на этапе пре-тестирования каждому обучающемуся предлагается пройти тестирование на основе использования модифицированной методики «Диагностика доминирующей перцептивной модальности С. Ефремцева», представленной в Приложении 2 [354]. Методика дополнена вопросами, определяющими принадлежность к

дигитальному стилю восприятия. По завершению пре-тестирования, в субмодель персонального профиля обучающегося добавляется конкретное значение параметра «Стиль обучения».

В ПАОС в случае неспешного усвоения студентами учебного материала предусмотрены дополнительные материалы, которые рекомендуются в зависимости от доминирующего канала восприятия. Для визуалов предлагаются графики, блок-схемы алгоритмов, презентационные материалы, позволяющие повысить уровень восприятия через зрительные образы. Для аудиалов рекомендуются способы представления контента в виде подкастов, видеоматериалов, а также увеличение коммуникативной составляющей, консультации, беседы, дискуссии и представление результатов учебной работы публично или лично преподавателю. Для кинестетика предусмотрено освоение материала через некоторый личный опыт, то есть выполнение практических заданий, демонстрирующих неразрывную связь практики с теорией. Для дигитала предлагается освоение материала посредством изучения и построения ментальных карт, логических схем и умозаключений.

Правило подбора редакции термина задается следующим образом.

Например, правило подбора контента в виде презентации для обучающегося обладающего визуальным стилем восприятия и достигнувшего высокого уровня усвоения текущего термина строится в ПАОС следующим образом:

ЕСЛИ

[Параметр «Стиль обучения» := «*Визуальный*»

И

Параметр «Уровень усвоения термина i » := «*Высокий уровень*» (от 85 % до 100%)]

ТО

[Параметр «Доступность термина $i+1$ » := TRUE

И

Параметр «Редакция» := «Презентация»

И

Параметр «Детализация» := «Базовый»]

Правило подбора контента в виде презентации для обучающегося обладающего визуальным стилем восприятия и достигнувшего среднего уровня усвоения текущего термина позволяет студенту перейти к освоению следующего материала дисциплины или повысить уровень усвоения материалов текущего термина за счет его изучения с другим уровнем детализации:

ЕСЛИ

[Параметр «Стиль обучения» := «*Визуальный*»

И

Параметр «Уровень усвоения термина i » := «*Средний уровень*» (от 68 % до 84%)]

ТО

[Параметр «Доступность термина $i+1$ » := TRUE

И

Параметр «Редакция» := «Презентация»

И

Параметр «Детализация» := «Базовый»]

И

[Параметр «Доступность термина i » := TRUE

И

Параметр «Редакция» := «Презентация»

И

Параметр «Детализация» := «Максимальный»]

Такой подход обеспечивает построение индивидуальных образовательных траекторий, включающих различные последовательности изучения различных редакций учебного материала и другие элементы ПАОС. Включенные в субмодель управления образовательным процессом правила подбора редакций учебного материала термина позволяют рекомендовать студенту к повторению оптимальную редакцию изучаемого материала текущего термина на основе его индивидуальных характеристик или редакцию учебного материала следующего термина. Результативные действия студентов в ПАОС инициируют автоматический

переход к освоению материалов следующего терма или повторению материалов текущего терма в другой редакции изложения. Процесс проверки усвоения материалов терма осуществляется систематически с помощью контрольно-измерительных материалов. В случае неудовлетворительных результатов освоения материала по терму обучающемуся предлагается консультация с преподавателем дисциплины.

Таким образом, для каждого обучающегося реализуется индивидуальная образовательная траектория и формируется персональное пространство учебных материалов, ориентированных на индивидуальные характеристики студента и адаптирующихся под текущий уровень результатов студента, что способствует повышению качества образовательного процесса.

В случае отсутствия профессиональных стандартов или отсутствия в них нормативных параметров уровня усвоения материалов дисциплины для определения нормативных значений мы видим важным введение этапа оценочно-корректирующей адаптации. Т.е. первоначально в этой ситуации нормативные значения устанавливаются преподавателем экспертным путем. Корректировка нормативных параметров уровня усвоения материалов дисциплины осуществляется на основе анализа полученных результатов группового уровня освоения материалов ПАОС.

Оценочно-корректирующая адаптация предназначена для оценки качества учебных материалов дисциплины и корректировки содержания редакций учебных материалов, или оценки и корректировки нормативных значений уровня усвоения материалов ПАОС, выступающих параметрами перехода между редакциями термов предметной области дисциплины.

При выявлении высокого процента обучающихся, достигших низкого или высокого уровня усвоения материалов терма (от 80 до 100 %), преподавателю стоит задуматься о качестве образовательного контента. Возможны следующие позиции, по которым необходимо оценить качество учебных и измерительных материалов ПАОС:

– оценка методического уровня, то есть полноты содержания и стиля изложения учебных материалов. Возможно, материал излагается на недоступном для студентов языке или материал достаточно примитивен;

– оценка технологии обучения, то есть построения стратегии реализации индивидуальной образовательной траектории. Возможно, некорректно установлены границы параметров результатов обучения, согласно которым осуществляется автоматический переход на соответствующую редакцию учебного материала, поэтому форма представления материалов (редакция учебного материала термина) не соответствует восприятию обучающегося;

– оценка соответствия контрольно-измерительных материалов содержанию учебных материалов. Все контрольно-измерительные материалы ПАОС должны обладать объективностью и полнотой.

Также в ситуации, когда нормативные значения оценки уровня освоения образовательных результатов не прописаны в профессиональном стандарте и первоначальные нормативные значения априори задаются преподавателем дисциплины. Тогда по результатам проверки усвоения материалов и оценки приобретенных знаний, умений и трудовых действий обучающихся в ПАОС необходима корректировка начальных нормативных значений параметров субмодели персонального профиля обучающегося. А по результатам фиксации персонального запроса обучающегося и выявления его потребностей, которые не закрывает субмодель предметной области дисциплины осуществляется ее корректировка, за расширения содержания термов и дисциплины.

Укрупненный алгоритм оценочно-корректирующей адаптации, в частности относительно корректировки нормативных параметров субмодели персонального профиля обучающегося, представлен на рис. 27. В качестве нормативных параметров мы считаем, что могут выступать пороговые значения, определяемые как среднее значение по группе обучающихся.



Рисунок 27 – Укрупненный алгоритм оценочно-корректирующей адаптации

При реализации ПАОС с применением системы управления обучением каждый элемент образовательного контента (материал термина, тест, задание и др.) обладает определенными настройками, обусловленными возможностями системы. В этом случае техническую реализацию предложенных алгоритмов, входящих в субмодель управления образовательным процессом возможно осуществить при помощи наложения ограничений на учебные элементы: отслеживания выполнения элемента – изучения определенной редакции понятия, отслеживания уровня его усвоения или прохождения контрольной точки. Настройка элементов ПАОС на основе предложенного подхода позволяет реализовать многовариантность представления учебной информации в рамках системы и сформировать для каждого студента персональное пространство образовательных материалов, который представляет собой индивидуальный профиль представления учебного материала.

Предлагаемый блок *персональной обратной связи* включает механизмы коммуникации всех участников образовательного процесса. Понятие «обратной связи» пришло в педагогическую науку из кибернетики и ассоциируется

с исследованиями Н. Винера. Наличие персональной обратной связи выступает неотъемлемой составляющей любой образовательной деятельности и приобретает особую значимость в электронной информационно-образовательной среде. Исследованием отдельных аспектов влияния обратной связи на процесс обучения занимались как российские В.П. Беспалько, Г.С. Никифоров, Н.Ф. Талызина, Л.И. Фишман, так и зарубежные ученые Н. Винер, Б.Ф. Скиннер, Э. Торндайки др.

Среди многообразия существующих теоретических моделей обратной связи мы видим необходимым предусмотреть механизмы обратной связи, комбинирующие кибернетический (Е.И. Машбиц, Н.Ф. Талызина, С.В. Яблонский) и коммуникативный подход (О.Д. Лукьяненко) [213]. С кибернетической точки зрения в ПАОС находит отражение использование механизмов обратной связи как способа управления действиями обучающегося, устанавливающих прямое сравнение текущих и целевых параметров субмодели персонального профиля обучающегося при изучении каждого образовательного термина дисциплины. То есть персональная обратная связь является контрольной, корректирующей информацией, в содержание которой входит не только процесс, идущий от управляемого объекта – обучающегося к управляющему – преподавателю, но и корректирующее действие ПАОС [33]. С коммуникативной точки зрения в ПАОС персональная обратная связь, согласно педагогической психологии, представляется как средство общения и педагогической рефлексии, а также выполняет функцию педагогической диагностики. Исходя из этого, основными задачами обратной связи в ПАОС выступают: коррекция образовательной стратегии, персональное информирование обучающегося о выполнении учебных действий в электронной информационно-образовательной среде (о допущенной ошибке, причинах ее возникновения и способах её устранения) информирование преподавателя о мониторинге образовательного процесса персонально по каждому обучающемуся.

Исходя из поставленных задач в исследовании разработана следующая классификация средств ПАОС персональной обратной связи в зависимости от

задачи и индивидуальных параметров в субмодели персонального профиля обучающегося, таблица 5. При построении ПАОС данная классификация нашла отражение в реализации механизмов коммуникации всех участников образовательного процесса.

Таблица 5

Классификация средств ПАОС персональной обратной связи

Виды средств ОС в зависимости от задачи	Примеры средств ПАОС
Средства управления/коррекции образовательного процесса	Тестовые задания
	Тесты-тренажеры
	Задания ПАОС
Средства персонального информирования обучающегося	Личные сообщения
	Объявления форума
	Индикатор выполнения
	Комментарии преподавателя к заданиям
	Автоматизированные комментарии к тестам
Средства персонального информирования преподавателя	Журнал оценок
	Журнал событий
	Отчет о деятельности
	Отчет по пользователю
Средства коммуникации	Форум
	Сообщения
	Чат
	Модуль Вики (Wiki)

Блок фиксации результатов в ПАОС предназначен для сбора данных о студенте и формирования его индивидуального «цифрового следа». В исследовании «цифровой след» студента в электронной информационно-образовательной среде представляет собой индивидуальный цифровой профиль образовательных результатов обучающегося и электронное портфолио его учебных достижений [314]. Блок «цифрового следа» в ПАОС с точки зрения

фиксации хода образовательного процесса и формирования электронного портфолио обучающегося удовлетворяет требованиям ФГОС ВО.

Фиксацию цифрового следа в ПАОС предлагается осуществлять при помощи журнала оценок, реализованного в системе управления обучением. Причем часть данных об активности и образовательных результатах студента фиксируется автоматически, а часть данных, включающих результаты наблюдений за студентом на аудиторных занятиях, вносится преподавателем.

Анализ цифрового образовательного следа студента позволяет:

- моделировать образовательную стратегию на основе образовательных результатов, индивидуальных характеристик обучающегося, его персональных предпочтений и целей;
- прогнозировать образовательное поведение;
- разрабатывать индивидуальные рекомендации по формированию образовательных результатов;
- корректировать стратегии адаптации ПАОС в случае необходимости;
- оперативно отслеживать индивидуальные образовательные траектории;
- осуществлять анализ временных затрат студента по освоению дисциплины;
- оценивать результативность образовательного процесса и др.

Для наглядной визуализации цифрового следа образовательных результатов студентов нами были разработаны дополнительные инструменты мониторинга. В ПАОС были включены авторские программные модули сбора образовательных результатов тестирования студентов, статистических данных об активности студентов в электронной информационно-образовательной среде и оценки трудоемкости самостоятельной работы обучающихся в ПАОС. Программные модули позволяют визуально представить достижение образовательных результатов каждым студентом [132, 133, 313, 314].

Пример визуализации цифрового профиля образовательных результатов студента по модулю «Алгебра логики» дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов» представлен на рис. 28.

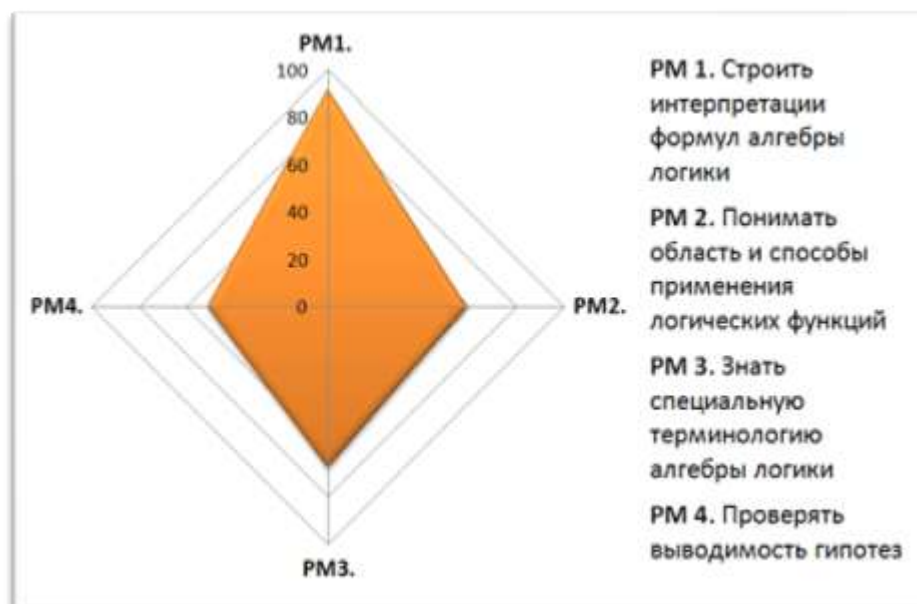


Рисунок 28 – Образовательные результаты студента по модулю дисциплины

На рис. 29 представлен пример визуализации цифрового профиля временных затрат студента при изучении термов модуля «Алгебра логики» дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов».

Блок управления интенсивностью обучения предназначен для управления вовлечением и удержанием студентов в образовательном процессе.

Психолого-педагогические особенности современного «цифрового» поколения, их особенности связанные со стремлением к активной деятельности определяют целесообразность построения электронной образовательной среды, обеспечивающей получение активных знаний и достижение результатов обучения через постоянно возрастающую активность обучающихся.

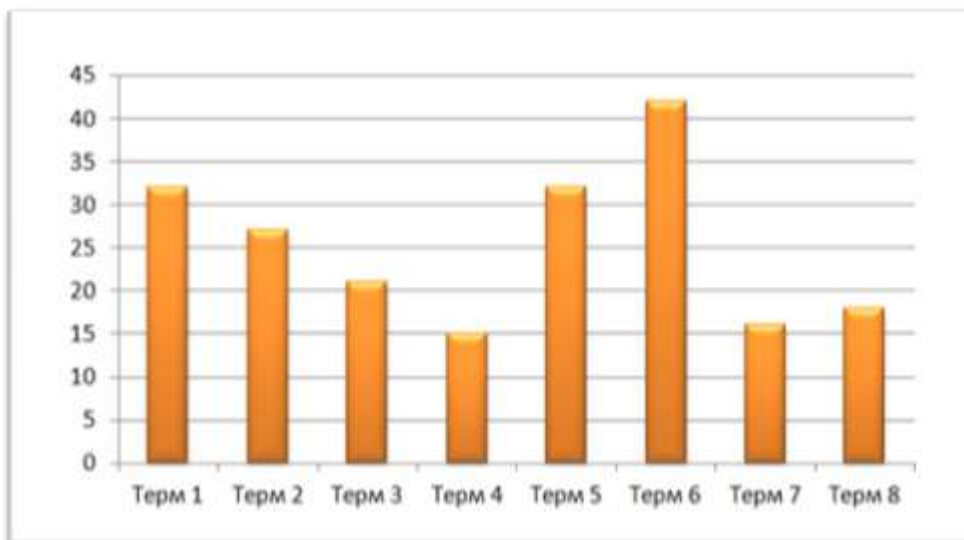


Рисунок 29 – Временные трудозатраты студента по термам модуля

При организации обучения в электронной информационно-образовательной среде необходимо уделять вовлечению и удержанию студентов в образовательном процессе, реализуемом в ПАОС. Мы предлагаем для этого применять геймификацию, которую мы выстраиваем как игровой процесс, реализуемый совокупностью следующих составляющих: компоненты, механика и динамика геймификации, что является распространенным покомпонентным представлением реализации игрового пространства. При этом они представляют собой, так называемые ступени геймификации, которые распространены и положительно себя зарекомендовали в игровых приложениях и сервисах [124]. При этом мы выстраиваем геймификацию так, что каждая составляющая оказывает влияние на повышение мотивации к образовательному процессу, обладает собственной спецификой воздействия на вовлеченность и удержание обучающегося в электронной среде.

Рассмотрим структуру геймификации в разрезе ее реализации в ПАОС при помощи систем управления обучением, которые получили распространение в образовательном процессе вузов, таблица 6.

Структура геймификации

Составляющие геймификации	Назначение	Элементы ПАОС
Динамика	Ограничение	Блок «Синхронизация»
	Повествование	Дорожная карта дисциплины
	Продвижение	Ментальная карта
Механики	Вознаграждение	Значки, баллы
	Обратная связь	Индикатор выполнения
	Задания	Элемент «Задание»
	Соревнование	Элемент «Форум»
	Сотрудничество	
Компоненты	Доступ к контенту	Открытие элементов
	Коллекционирование	Значки
	Бейджи	
	Рейтинги	Списки лидеров
	Очки	Баллы

На протяжении образовательного процесса составляющие геймификации включаются в качестве элементов ПАОС на основе оценки уровня мотивации и активности студентов в электронной среде. Уровень мотивации, как было отмечено ранее, мы измеряем при помощи модифицированного опросника «Шкала академической мотивации» [93]. Уровень активности обучающихся в ЭИОС мы определяем как характеристику соответствия действий обучающегося нормативному базовому темпу обучения в ПАОС. Текущий уровень активности обучающегося и соответствие темпа его учебной деятельности базовому темпу изучения дисциплины мы используем управляющие воздействия, роль которых играют, личные сообщения или другие элементы геймификации. Мы вводим три уровня активности обучающихся: высокий, средний и низкий, которые отличаются друг от друга по количеству результативных действий в ПАОС. Соответствие нормативному темпу изучения дисциплины по количеству

результативных действий обучающегося в ПАОС от 75% мы считаем высоким уровнем активности, от 50% до 75% – относим к среднему и ниже 50% определяем как низкий уровень активности. При необходимости градация уровней активности может быть скорректирована, как в сторону пороговых значений, так и в сторону количества уровней активности обучающегося в ПАОС.

Фундаментом геймификации являются компоненты, к которым мы относим очки, рейтинги, бейджи, коллекционирование и доступ к контенту. Одним из способов повышения мотивации студентов с использованием эмоциональных основ психологии выступает конкуренция, прямым воздействием на которую обладают игровые очки и рейтинги. При обучении в ПАОС роль очков выполняют баллы, использование которых незаменимо для оценки успеваемости и уровня участников образовательного процесса. Баллы ПАОС являются мерой активности и успешности выполнения заданий и численно отражают проделанную учебную работу.

При достижении фиксированного количества баллов участники могут получать бонусы. Для повышения статуса обучающегося и демонстрации его достижений мы используем рейтинги или списки лидеров. Рейтинги по результатам текущей учебной деятельности демонстрируют положение студента относительно других участников образовательного процесса и побуждают обучающихся к активным действиям. Обратной стороной данного элемента может стать потеря интереса, например, если студент придет к выводу, что попасть в список лидеров ему не удастся. Для решения этой проблемы можно отображать личные результаты обучающегося и результаты студентов, находящиеся рядом.

Бейджи – элемент геймификации, который является наградой за завершённую работу и наглядным доказательством достижения. Мы в качестве бейджей используем наградные значки ПАОС. Желание коллекционировать наборы значков позволяет вовлечь студентов в образовательный процесс и моделировать их поведение в ПАОС. Значки могут играть как поощрительную, так и стимулирующую роль. Главным принципом создания системы значков

является уникальность наград, условием получения которых выступают четко обозначенные учебные действия в ПАОС, которые определяются на этапе разработки блока управляющих воздействий субмодели управления образовательным процессом в ПАОС для управления интенсивностью обучения и повышения активности студентов. При этом получение значком мы связываем с серьезной учебной работой, так как, по нашему мнению, это обеспечивает уникальность и повышает значимость получения данного достижения.

Важным элементом геймификации является доступ к образовательному контенту в зависимости от набора выполненных условий и текущего образовательного результата, обеспечивающий построение индивидуальной образовательной траектории в ПАОС.

Для достижения результативности образовательного процесса в электронной среде мы применяем механику геймификации и определяем ее как совокупность процессов движения к целям обучения: сотрудничество, соревнования, задания, обратная связь и вознаграждение. Механики мы реализуем через форумы, задания, индикатор выполнения. Форумы мы применяем для инициирования обсуждений в ПАОС в режимах «студент – студент», «преподаватель – студент», «студент – контент». Задания выступают движущей силой для достижения целей дисциплины. Индикатор выполнения выступает ориентиром в реальном времени на всем процессе обучения и отражает текущий этап учебного процесса, объем выполненной и оставшейся работы до достижения результатов обучения. Система вознаграждений в работе реализуется через баллы и значки.

Важнейшей составляющей геймификации является динамика. В ПАОС динамикой становится логика событий образовательного процесса, последовательность изучения термов образовательного контента, выполнения тестов, заданий, проектов и др., а также характер взаимодействия между всеми участниками образовательного процесса: студент, преподаватель, контент. Для визуализации масштабов работы в ПАОС предлагается использовать ментальные карты дисциплины, представляющие общую структуру и последовательности

изучения дисциплины. Мы предлагаем реализовать динамику геймификации через наложение ее составляющих на образовательный процесс в ПАОС, рис. 30.

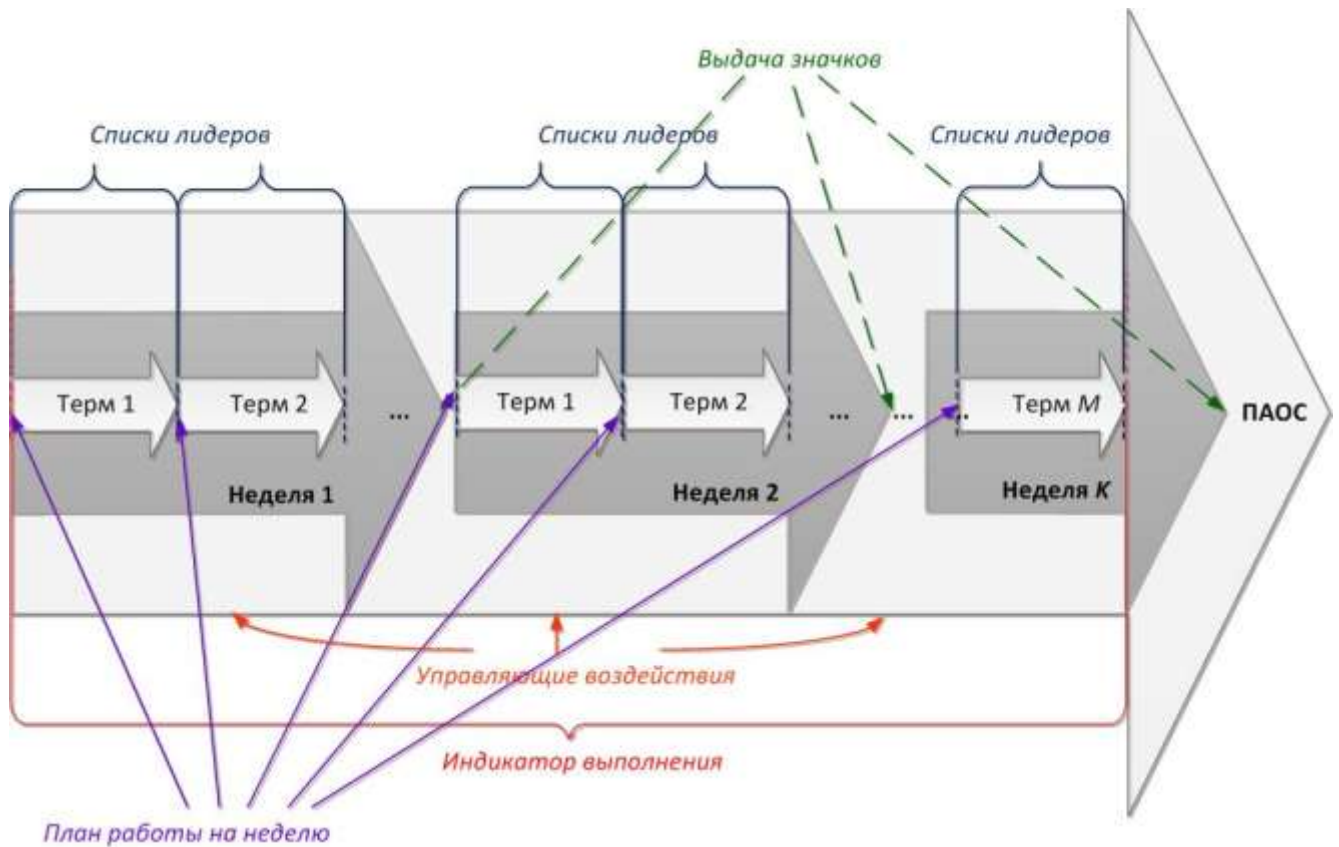


Рисунок 30 – Наложение составляющих геймификации на персонализированный адаптивный образовательный процесс

Минимальные порции учебного материалы – термы ПАОС мы распределяем по структурно-временной шкале, то есть осуществляем нормативное планирование их освоения по неделям учебного времени изучения дисциплины с учетом модульного разбиения, в случае если дисциплина представлены модулями. Все составляющие геймификации при этом поочередно включаются в обучение, что создает динамику геймификации. Для оперативного реагирования на непредусмотренные ПАОС действия обучающихся, мы используем управляющие воздействия различных типов, например, личные сообщения или оповещения. Например, при значительном отставании от темпов

изучения дисциплины обучающимся отправляется личное сообщение. В начале каждой учебной недели для обучающихся формируется план работы, который включает все виды работ, как онлайн, так и офлайн. Пример плана работ представлен на рис. 31.



Неделя 6

от [Вайнштейн Юлия Владимировна](#) - Среда, 16 Октябрь 2019, 18:21

На этой учебной неделе до практического занятия необходимо:

1. Выполнить задание "[Разработка тестовых заданий](#)"
2. Изучить теоретический материал "**Совершенные нормальные формы в алгебре логики**" (одна из трех редакций его изложения, которая доступна в текущий момент времени)
3. Пройти тест "**Проверка уровня усвоения термина "Совершенные нормальные формы в алгебре логики"**". В зависимости от набранных баллов система рекомендует переход к следующему уровню изложения теоретического материала или повторение изученного.
4. Распределиться по мини-группам (элемент ЭОК Опрос "[Распределение тем проектов по теме "Минимизация булевых функций"](#)").

В случае если после попытки тестирования результат вас не удовлетворяет, вы можете пройти тестирование повторно. Засчитывается всегда последняя попытка.

Все возникающие вопросы вы можете задать через [Форум для вопросов](#).

Рисунок 31 – Пример плана работы в ПАОС

На протяжении образовательного процесса во время изучения каждого термина мы обновляем списки лидеров относительно результатов учебных действий. По итогам учебной недели студенты могут получить в ПАОС значки за особые достижения или стимулировать их к деятельности, что стимулирует рефлексию текущих результатов образовательного процесса по дисциплине. Назначением геймификации в ПАОС является не только активное вовлечение обучающихся в учебную деятельность в ЭИОС, но и поддержание концентрации их внимание на всем протяжении обучения дисциплине.

3.2.4. Субмодель компетентностного фреймворка

Субмодель компетентностного фреймворка основана на современном подходе к определению образовательных результатов в условиях цифровой трансформации образования [153, 165, 184, 270, 337, 426, 431 и др.], на методах экспертных оценок и педагогических методах оценки знаний, умений, навыков и компетенций в высшей школе [140, 171, 177, 241, 359, 373, 375 и др.].

На основе принципов системного подхода, мы рассматриваем компетенцию как целостную структуру во взаимосвязи ее компонент, включающих рефлексивный, аксиологический, когнитивный и праксиологический, ориентируясь на работы И. А. Зимней, С. И. Осиповой, В. А. Шершневой, Л. В. Шкериной, А. В. Хуторского. Выделение когнитивного компонента компетенции обосновано наличием знаниевого базиса для выполнения профессиональной деятельности, что находит свое отражение в федеральных и профессиональных стандартах. Когнитивный компонент отвечает за объем получаемых знаний, необходимых для применения компетенции в профессиональной деятельности. Праксиологический компонент мы рассматриваем как систему интегрированных научных знаний, профессиональных умений и навыков и опыт профессионально-практического применения данных умений в деятельности при выполнении элементов трудовых действий. Аксиологический компонент компетенции определяет личностное отношение к выполняемой деятельности и совокупность ценностных ориентаций при решении профессиональных задач. Любой работодатель приоритетно рассматривает выбор специалиста, мотивированного к выполнению заданного вида работ, осознающего значимость и ценность трудовой деятельности. Рефлексивный компонент компетентности – составная часть предметной компетентности, ее сквозной интегративный элемент, пронизывающий все её составляющие и обеспечивающий их динамику (когнитивную, праксиологическую, аксиологическую). Рефлексивный компонент направлен на изменение отношения студента к своей предметной деятельности, формирование способности видеть себя субъектом ее моделирования,

организации и развития. Рефлексивный компонент направлен на формирование сознательного контроля результатов и уровня своей предметной деятельности, оценки персональных достижений и сформированности личностных качеств и свойств (креативности, инициативности, нацеленности на сотрудничество, склонности к самоанализу и саморазвитию). Этот компонент выступает регулятором формирования индивидуального стиля работы.

Субмодель компетентностного фреймворка представляет собой остов для проектирования процесса оценки результатов обучения в персонализированной адаптивной обучающей системе и предназначена для определения уровня сформированности компетенции студента через оценивание всех ее компонент, которые представлены на рис. 32.



Рисунок 32 – Структура компетенции

Для оценки результатов обучения в ПАОС, вслед за А. В. Конышевой [185], определим условия эффективности образовательного контроля, которые включают «соответствие форм и видов контроля проверяемой деятельности, надежность форм контроля, отражающих систематичность получаемых результатов, возможность получения мгновенной обратной связи обучающимся,

проходящим проверку и проверяющим о результатах обучения каждого студента» [53]. Требования ФГОС ВО указывают разработчикам образовательных программ на необходимость формирования составляющих компетентности, достаточных для выполнения профессиональной деятельности [153, 270, 426]. Проанализировав структуру и содержание разработанных профессиональных стандартов информационно-технологических направлений подготовки (область профессиональной деятельности «Об — связь, информационные и коммуникационные технологии»), отметим, что каждая трудовая функция характеризуется «необходимыми знаниями», «необходимыми умениями» и «трудовыми действиями».

В ПАОС для оценивания результатов обучения предусмотрены следующие контрольно-измерительные материалы:

- входной тест, предназначенный для определения индивидуальных характеристик студента и уровня его подготовленности к освоению дисциплины;
- тесты к термам для проверки знания и понимания текущего материала;
- задачи для самостоятельного решения с ответами для формирования умений;
- тесты-тренажеры для выработки навыков, то есть выполнения заданий в течение ограниченного времени;
- прикладные и профессионально направленные задачи, предназначенные для выявления готовности применять полученные знания в будущей профессии;
- тесты для промежуточной аттестации по каждому модулю дисциплины;
- итоговый тест.

Содержание контрольно-измерительных материалов при этом регламентируется содержанием термов. В том случае, когда субмодель представления образовательного контента ПАОС представлена несколькими деревьями термов, возникает необходимость введения в образовательную программу дисциплины курсового (междисциплинарного) проекта, цель которого – сформировать у обучающегося межмодульные умения и навыки.

Процесс оценивания результатов обучения автоматизирован и начинается с контроля усвоения содержания термов (когнитивный компонент компетентности), который реализуется через выполнение тестов к термам. Умение оперировать понятиями (праксиологический компонент) проверяется при помощи итоговых тестов по модулям дисциплины. Сформированность навыков подтверждается выполнением обучающимся тестов-тренажеров в течение ограниченного времени. Тестирование в ПАОС организуется с применением: формирующих (критериально-ориентированных) и диагностических тестов [137, 138, 352]. Применение критериально-ориентированных тестов, осуществляющих контроль по усвоению каждого учебного объекта, позволяет при обнаружении процента ошибок превышающих критериальные баллы делать выводы о необходимости коррекции результатов обучения и повторном изучении материалов в другой редакции изложения. В случае успешного усвоения материала рекомендуется переход к следующему учебному объекту в редакции, соответствующей достигнутому уровню математической компетентности. Диагностические средства направлены на текущий контроль усвоения по группам учебных объектов с фиксацией полученных результатов. Также в ПАОС включены прикладные и профессионально направленные задачи, решение которых свидетельствует о готовности обучающегося применять полученные знания в будущей профессии. Совокупность онлайн работ раскрывающая умение самостоятельно решать практико-ориентированные задачи и проявлять логическое и креативное при их решении в ПАОС аккумулируется в виде итогового портфолио работ студентов и выступает дополнительным видом итоговых измерителей.

Для оценивания аксиологического компонента профессиональной компетенции используется модифицированный опросник «Шкалы академической мотивации», разработанный Т. О. Гордеевой, О. А. Сычевым и Е. Н. Осиним на основе шкалы академической мотивации Валлеранда, назначением которой является измерение степени выраженности и типа мотивации к обучению как отражение мотивации к будущей профессиональной деятельности.

Модифицированный опросник, представленный в Приложении 3, используется в качестве средства экспресс-диагностики, модификацию которого мы осуществили относительно специфики организации учебного процесса в ЭИОС и сущности предметного обучения.

Опросник позволяет оценить внутреннюю и внешнюю мотивацию обучающегося. Опросник включает в себя шкалы, при этом выраженность мотивов познания, достижения и саморазвития позволяют оценить *внутреннюю мотивацию*. Шкала выраженности мотивации познания отражает целеустремленность студенту к изучению нового, проявление интереса и получение удовольствия от образовательного процесса по изучению дисциплины. Шкала достижения отражает желание постоянного самосовершенствования и получение положительных эмоций от получения результата при выполнении сложных учебных заданий. Шкала саморазвития отражает стремление к развитию своих способностей и улучшению собственных образовательных результатов, т.е. повышению уровня компетенций. Шкалы самоуважения, интроецированности и экстернальности позволяют оценить *внешнюю мотивацию*. Стремление к обучению и достижению образовательных результатов для повышения собственной значимости и самооценки отражает шкала самоуважения. Шкала интроецированности отражает побуждение к обучению дисциплине, продиктованное чувством долга перед окружающими и самим собой, стремлением продемонстрировать всем свою состоятельность. Шкала экстернальности отражает включение в обучение, как обязательство перед общественностью, т.е. обучение как соответствие требованиям ожиданий общества. Педагоги-психологи, развивающую теорию мотивации, в частности мотивацию к обучению считают, что шкалы выраженности мотивации познания и достижения являются наиболее выразительными, так как несут информацию о качестве процессов и отражают динамичное развитие аксиологического компонента компетенции, направленного на стимулирование и регулирование учебных действий студента.

Для диагностики рефлексивного компонента предметной компетентности была использована методика определения рефлексивности мышления О.С. Анисимова. Модификация опросника была проведена по критериям аналогичным представленным выше и адаптирована к выполнению заданий по дисциплине. Методика О.С. Анисимова представляет собой опросник, с помощью которого можно диагностировать уровни рефлексивности личности, коллективности личности и самокритичности личности представлена в Приложении 4. Стоит отметить, что с помощью данной методики можно выявить уровни развития интеллектуального, кооперативного и личностного мышления рефлексивного компонента предметной компетентности. Интеллектуальная направленность (рефлексия личности) при этом характеризует уровень обращения к рефлексии при анализе ситуации, кооперативная направленность (коллективистичность личности) – обращение к рефлексии поведения других, личностная направленность (самокритичность личности) – обращение рефлексии на себя.

Вспомогательным методом определения уровня сформированности мотивационного и рефлексивного компонента предметной компетентности в процессе изучения дисциплины выступают приемы самооценивания обучающимся результатов и процесса своего обучения. Мы применяем анкеты рефлексии в ПАОС до и после изучения термов образовательного контента. Пример анкеты рефлексии по теме «Нормальные формы алгебры логики» представлен в таблице 7. Бланк рефлексии по учебной дисциплине ПАОС представлен в Приложении 5.

Обучающиеся вносят в анкету рефлексии, свое мнение и оценку по каждому запланированному результату обучения, а также по дополнительным результатам обучения. Также рефлексии в учебном процессе мы реализуем через несколько попыток к тестам, включенным в терм образовательного контента, что позволяет ему получив немедленный результат, проанализировать свои ошибки и улучшить свои образовательные результаты.

Анкета рефлексии по теме «Нормальные формы алгебры логики»

<i>Результаты обучения</i>	<i>Комментарии</i>	<i>Самооценка</i>
1. Осуществлять эквивалентные преобразования логических формул		
2. Осуществлять приведение формул алгебры логики к конъюнктивной и дизъюнктивной нормальным формам		
3. Осуществлять приведение формул алгебры логики к совершенным конъюнктивной и дизъюнктивной нормальным формам		
4. Освоить методы минимизации булевых функций		
5.		

Соответствие средств оценивания в ПАОС и результатов обучения в разрезе компонентов компетенции представлено в таблице 8.

Для каждой трудовой функции ставится в соответствие набор знаний, умений и трудовых действий, необходимых для осуществления данной деятельности. Под необходимыми профессиональными знаниями понимается освоенная специализированная информация, методы ее применения и переработки, имеющие существенное значение для выполнения профессиональной деятельности. Необходимые знания становятся базисом формирования необходимых умений, требуемых для выполнения трудовых действий. Умения представляют собой выполнение трудовых действий, основанных на профессиональных знаниях. А трудовые действия рассматриваются как осуществление умений, доведенное до автоматизма и

обеспечивающее высокую производительность выполнения профессиональных задач [207, 446].

Таблица 8

Результаты обучения и средства их оценивания

Компетенции	Результаты обучения		Средства оценивания результатов обучения	Общий вклад в развитие компетенции и, %
	Компоненты компетенции	Трудовые функции		
Компетенция - <i>i</i>	Когнитивный	Необходимые знания	Тестовые задания закрытого типа	30
	Праксиологический	Необходимые умения	Тестовые задания открытого типа. Индивидуальные задания	20
		Трудовые действия	Тесты-тренажеры Проектные задания	30
	Аксиологический	—	Шкала академической мотивации	10
	Рефлексивный	—	Методика определения рефлексивности мышления Бланк самооценки/рефлексии	10

Разработка индикаторов достижения профессиональных компетенций на основе профессиональных стандартов и разработки дескрипторов оценивания выраженности индикаторов представляет собой отдельную образовательную

проблему [11, 388]. Ее решение заключается в последовательной декомпозиции профессиональных компетенций учебного плана на необходимые знания, умения и трудовые действия согласно профессиональным стандартам, в разработке для каждого из них соответствующих индикаторов достижения и декомпозиции этих индикаторов на множество проверяемых дескрипторов в средствах оценивания по дисциплине [157, 295, 409]. При проектировании оценочных средств необходимо ориентироваться на возможности электронного обучения и особенности работы в электронной среде [49].

Для оценивания уровня сформированности когнитивной составляющей в ПАОС и увеличения активного взаимодействия предлагается использовать различные тестовые задания закрытого типа. Они направлены на оценивание знания базового содержания учебного материала.

Сформированность необходимых умений оценивается в процессе выполнения тестовых заданий открытого типа и индивидуальных заданий. Индивидуальными заданиями в дисциплине могут выступать любые виды работ, позволяющие студентам проявить умения, необходимые для выполнения определенного вида профессиональной деятельности, а именно: лабораторные работы, кейсы, исследовательские задания, реферативные задания, типовые расчетные задания и т. д.

Оценивание сформированности трудовых действий как наивысшей составляющей профессиональной компетентности осуществляется при помощи тестовых заданий открытого типа с ограничением по времени выполнения и проектных заданий [364]. Ограничение по времени используется для доведения до автоматизма способности выполнять задачи профессиональной деятельности. Только проявление в деятельности профессиональных характеристик позволяет говорить о сформированности профессиональной компетенции, при этом проектная деятельность позволяет формировать наряду с предметными и профессиональными компетенциями личностные и межличностные [422].

Определение процентного соотношения общего вклада при оценке сформированности компетенции было проведено на основе метода экспертных

оценок, в экспертизе участвовали 53 преподавателя Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета.

Каждый модуль ПАОС предлагается представлять в виде:

$$M = \langle P, TT, IA, PA \rangle,$$

где:

P – множество термов теоретического материала внутри модуля $j = \overline{1, m}$;

TT – множество тестовых заданий;

IA – множество индивидуальных заданий;

PA – множество заданий проектной деятельности.

После изучения каждого термина студент проходит тестирование для определения уровня усвоения когнитивной составляющей и переходит к формированию праксиологической составляющей профессиональной компетентности.

Каждому терму учебного контента соответствует набор тестовых заданий для проверки необходимых знаний, умений и трудовых действий, соответствующих профессиональному стандарту. Для студентов определяется нормативный (пороговый) уровень усвоения заложенных знаний, умений и трудовых действий St методом экспертных оценок.

Множество термов материала можно представить в виде:

$$P = \langle n_j, K, A, S \rangle,$$

где:

n_j – теоретический материал j -ого термина, где j — номер термина;

K – множество необходимых знаний;

A – множество необходимых умений;

S – множество трудовых действий.

Множество необходимых знаний можно представить в виде:

$$K = \langle k_j, KT, KSt_j \rangle,$$

где:

k_j – набор знаний к изучению, которые соответствуют каждому j -му терму материала;

KT – множество тестовых заданий для проверки уровня усвоения знаний;

KSt_j – множество нормативных значений уровня усвоения когнитивной составляющей для каждого j -го термина теоретического материала.

Множество необходимых умений можно представить в виде:

$$A = \langle a_j, AT, IA, ASt_j \rangle,$$

где:

a_j – набор умений, необходимых к освоению, которые соответствуют каждому j -му терму материала;

AT – множество тестовых заданий для проверки уровня усвоения базовых умений;

IA – множество индивидуальных заданий;

ASt_j – множество нормативных значений уровня усвоения умений для каждому j -му терму материала.

Множество трудовых действий можно представить в виде:

$$S = \langle s_j, ST, PA, SSt_j \rangle,$$

где:

s_j – набор трудовых действий, необходимых к изучению, которые соответствуют каждому j -му терму материала;

ST – множество тестовых заданий для проверки уровня автоматизации базовых умений профессиональной деятельности;

PA – множество заданий проектной деятельности в форме групповых работ, профессиональных проектов, практик и т. д.;

SSt_j – множество нормативных значений уровня усвоения трудовых действий для каждого j -му терму материала.

Итоговую оценку профессиональной компетенции на основе изучения дисциплины можно представить следующим образом:

$$Comp_k = \sum_{i=1}^n qM_i \cdot M_i + qT \cdot FT,$$

где:

$Comp_k$ – численная оценка компетенции в k -й дисциплине, направленной на формирование этой компетенции;

M_i – оценка за i -й модуль дисциплины ($i = \overline{1, n}$);

qM_i – коэффициент вклада i -го модуля в сформированность компетенции;

FT – оценка за итоговое тестирование по дисциплине;

qT – коэффициент вклада итогового тестирования в оценивание сформированности компетенции.

Итоговое тестирование по дисциплине может проводиться в двух форматах:

– офлайн – на аудиторном занятии по дисциплине с использованием разработанных контрольно-измерительных материалов;

– онлайн – с использованием технологии онлайн-прокторинга, что позволяет минимизировать субъективность при оценивании работы и провести валидацию результатов тестирования в электронной среде. При этом:

$$\sum_{i=1}^n qM_i + qT = 1.$$

Оценка за i -й модуль дисциплины определяется следующим образом:

$$M_i = qK \cdot KCC + qS \cdot ACC + qV \cdot VCC,$$

где:

qK – коэффициент вклада знаниевой компоненты;

KCC – оценка сформированности когнитивного компонента компетенции;

qS – коэффициент вклада деятельностной компоненты;

ACC – оценка сформированности психологического компонента компетенции;

qV – коэффициент вклада мотивационно-ценностной компоненты;

MCC – оценка сформированности аксиологического компонента компетенции.

Оценка когнитивного компонента компетенции:

$$KCC = \sum_{j=1}^m KT_j,$$

где KT_j – оценка за j -е тестирование знаниевой составляющей.

Оценка праксиологического компонента компетенции:

$$ACC = \sum_{j=1}^m AT_j + IA_{ij} + \sum_{j=1}^m ST_j + GA_{ij},$$

где:

AT_j – оценка за j -е тестирование сформированности базовых умений профессиональной деятельности;

IA_{ij} – j -е индивидуальное задание по i -му модулю (если к какой-либо порции теоретического материала не предусмотрено индивидуальное задание, то $IA_{ij} = 0$);

ST_j – оценка за j -е тестирование сформированности автоматизированности выполнения базовых умений профессиональной деятельности;

GA_{ij} – j -е групповое задание по i -му модулю.

Для получения численной оценки аксиологического компонента компетенции предлагается просуммировать значение шкал внутренней мотивации, отражающих стремление узнать новое, понять изучаемый предмет, испытывать удовольствие в процессе решения трудных задач и провести нормирование:

$$VCC = \frac{ПМ_p + МД_p}{\max_p (ПМ_p + МД_p)},$$

где:

p – номер студента;

$ПМ_p$ – оценка познавательной мотивации p -го студента;

$МД_p$ – оценка мотивации достижения p -го студента.

Для оценки сформированности компетенции на любом этапе обучения можно сделать вывод об уровне ее сформированности у студента при обучении в электронной информационно-образовательной среде:

- пороговом (воспроизведения);
- базовом (междисциплинарной интеграции);
- продвинутом (профессиональной интеграции).

Отметим, что формирование профессиональной компетенции зачастую происходит в нескольких дисциплинах. Поэтому на начальном этапе разработки учебного плана для направления подготовки необходимо для каждой профессиональной компетенции определить перечень формирующих ее дисциплин и каждой дисциплине проставить коэффициент, отражающий вклад данной дисциплины в формирование компетенции. Например, если некоторая условная компетенция ПК-1 формируется в l дисциплинах, которые распределены в учебном плане, тогда ее оценку можно определить:

$$COMP^{ПК-1} = \sum_{k=1}^l q_k^{ПК-1} \cdot Comp_k,$$

где $q_k^{ПК-1}$ – коэффициент вклада k -й дисциплины в формирование профессиональной компетенции ПК-1. Таким образом, если компетенция формируется последовательно, то говорить об уровне ее сформированности будет возможно только после изучения всего цикла дисциплин, формирующих указанную профессиональную компетенцию.

3.3. Интеграция и траектории реализации персонализированной адаптивной обучающей системы в образовательном процессе

Мы полагаем, что персонализированные адаптивные обучающие системы как средство реализации электронного обучения представляют собой педагогический инструмент, применение которого в образовательном процессе высшей школы обеспечивает массовую персонализацию образовательного

процесса студентов. В исследовании мы предлагаем следующие основные *стратегии интеграции ПАОС в образовательный процесс*:

- стратегия интеграции «ПАОС-поддержка дисциплины»;
- стратегия интеграции смешанного обучения «+ПАОС» и «ПАОС+»;
- стратегия интеграции «исключительно ПАОС».

При определении обозначенных стратегий интеграции ПАОС в образовательный процесс использован зарубежный и отечественный опыт педагогов-исследователей встраивания массовых открытых образовательных ресурсов в учебный процесс вузов [101, 290, 311, 412]. При этом как отмечает в своей работе Стародубцев В.А. при реализации технологий электронного интегрирования обучающих систем и ресурсов важно, чтобы осуществлялся учет потребностей обучающихся, его образовательная история и обеспечивалась дифференциация образовательного процесса с позиции персонализации [311]. Что еще раз подчеркивает актуальность данного исследования и ориентации при реализации стратегий интеграции ПАОС в образовательный процесс на повышение активности обучающегося, воспитания его самостоятельности в образовательной и профессиональной деятельности, формирования в нем способности к самообразованию на протяжении всей жизни.

Стратегия интеграции «ПАОС-поддержка дисциплины» характеризуется использованием ПАОС как источника дополнительных учебных материалов и обучающих возможностей для интенсификации самостоятельной работы студентов над дисциплиной, изучение которой осуществляется офлайн, рис. 33. Стратегия преподавания дисциплины и ее структура при этом не изменяется. При этом по характеру использования контента можно выделить следующие типы ПАОС: ПАОС как источник дополнительных материалов для самостоятельного изучения, ПАОС как обязательный материал для самостоятельного изучения, ПАОС как источник материалов для активного обсуждения в аудитории.



Рисунок 33 – Стратегия интеграции «ПАОС-поддержка дисциплины»

Использование ПАОС как источника дополнительных материалов для самостоятельного изучения решает различные образовательные задачи, такие как углубленное изучение материала; возможность выравнивающего изучения материалов отстающими студентами, адаптация студентов, обучающихся по индивидуальной образовательной программе; адаптация студентов с языковыми особенностями и другие. Вариантом данной стратегии интеграции ПАОС является ее использование в качестве основы факультативной дисциплины с консультационной поддержкой. Включение ПАОС в таком назначении позволяет стимулировать у студентов как внутреннюю, так и внешнюю мотивацию, например, внутреннюю – за счет реализации познавательной потребности (выполнения дополнительных заданий), а внешнюю – за счет фиксации достижений обучающегося (выставления дополнительных баллов).

Применение персонализированной адаптивной обучающей системы как обязательного источника учебного материала обеспечения самостоятельной работы позволяет студенту выполнять контролирующие мероприятия с

возможностью оперативного мониторинга результатов под контролем преподавателя, что обеспечивает целенаправленную результативную учебную деятельность по дисциплине. ПАОС в таком варианте выступает средством, которое позволяет расширить содержание предметной области дисциплины и позволяет управлять самостоятельной работой обучающегося, что систематизирует и структурирует его учебный процесс. Активное управление учебным процессом играет особую роль при обучении студентов со слабыми навыками самообразования и самоорганизации. Включение ПАОС в таком назначении позволяет стимулировать у студентов внешнюю мотивацию, например, за счет фиксации достижений обучающегося и/или включения заданий в качестве оценочных средств по дисциплине.

ПАОС как источник материалов для активного обсуждения в аудитории на основе предварительного самостоятельного изучения позволяет в рамках контактной аудиторной работы проводить обсуждения альтернативных точек зрения, выявленных в процессе работы в ПАОС, организовывать дискуссии, осуществлять разбор кейсов, осуществлять представление результатов проектной деятельности. Сопутствующей технологией при этом может выступать технология «перевернутого класса», реализуемая в цикле «изучение контента самостоятельно (ПАОС)» – «закрепление результатов (аудитория)» – «прирост образовательных результатов (самостоятельно)», которая позволяет переключить формат аудиторных занятий – лекций, практических и т.п. с пассивного на активный, рис. 34.



Рисунок 34 – Технология «Перевернутый класс»

Включение ПАОС в качестве базиса активного обучения в аудитории позволяет стимулировать у студентов внешнюю мотивацию, например, за счет внедрения активных методов обучения, включения элементов ПАОС в качестве оценочных средств и фиксации образовательных результатов обучающихся в журнал дисциплины.

Стратегия интеграции гибридного обучения «+ПАОС» направлена на сокращение аудиторной нагрузки за счет вынесения части учебного процесса и организации контактной работы преподавателя со студентами в ПАОС и применения элементов ПАОС в качестве оценочных средств для текущей аттестации по дисциплине, при этом итоговый контроль осуществляется офлайн в аудитории, рис. 35. Отметим, что данная стратегия предполагает незначительный объем онлайн обучения в ПАОС, что определяет ведущую роль офлайн обучения и преподавателя в образовательном процессе по дисциплине.



Рисунок 35 – Стратегия интеграции смешанного обучения «+ПАОС»

Стратегия интеграции смешанного обучения «ПАОС+» направлена на сокращение аудиторной нагрузки за счет вынесения части учебного процесса (лекционных занятий или их доли, доли практических, семинарских, лабораторных занятий, отдельных модулей дисциплины, промежуточной аттестации) в ПАОС, рис. 36.

Учебный процесс при реализации данной стратегии разворачивается вокруг ПАОС, выступающей основной точкой входа в учебный процесс и основной его площадкой, обеспечивающей всю образовательную инфраструктуру: вариативный образовательный контент, оценочные средства промежуточной и итоговой аттестации, механизмы адаптации и взаимодействия всех участников образовательного процесса. Обязательным условием реализации данной стратегии интеграции ПАОС в учебный процесс выступает сохранение части аудиторных занятий, вводных организационных, установочных занятий и занятий-консультаций, которые могут осуществлять в формате синхронной контактной работы посредством видеоконференцсвязи

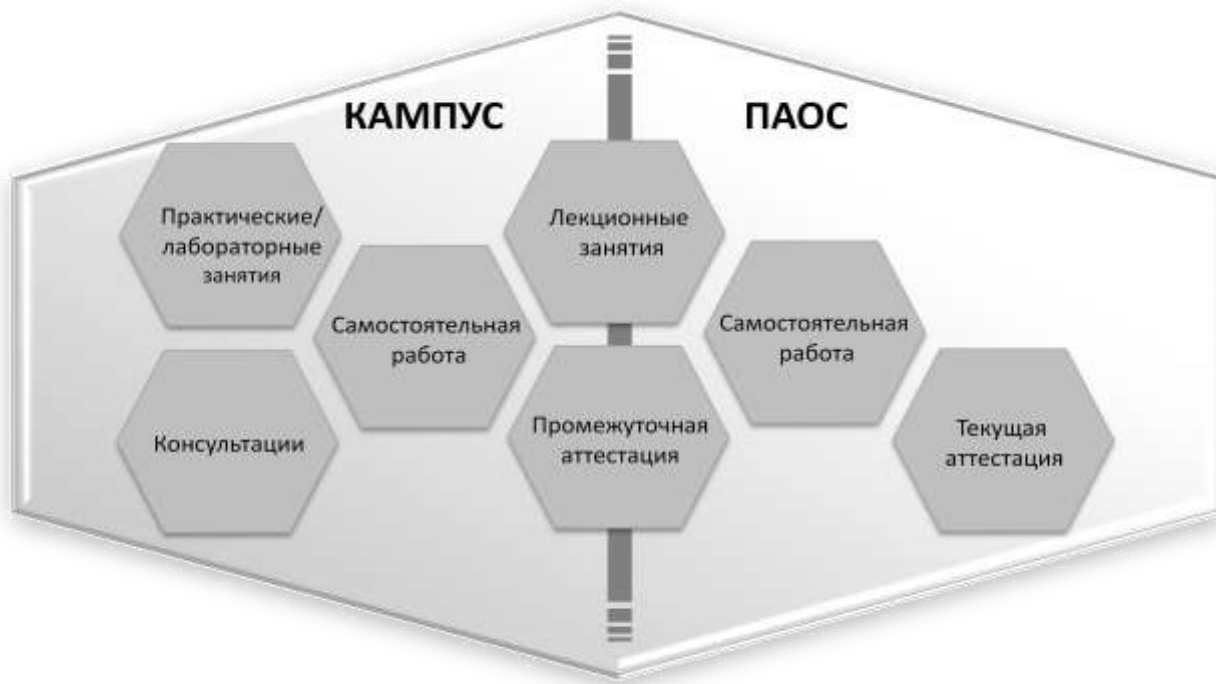


Рисунок 36 – Стратегия интеграции смешанного обучения «ПАОС+»

Стратегия интеграции «исключительно ПАОС» предполагает, что ПАОС используется исключительно в качестве замены обучения офлайн на онлайн, т. е. учебный процесс выводится из аудитории в ЭИОС, включая все виды контроля результатов обучения по дисциплине и промежуточную аттестацию, реализуя при этом консультационную поддержку преподавателя в ПАОС, рис. 37. Для реализации данной стратегии интеграции ПАОС в образовательный процесс необходима высокая мотивация студентов к обучению.

Применение стратегии интеграции «исключительно ПАОС» особенно актуально в период пандемии, например при обучении иностранных студентов, которые не смогли въехать в страну и приступить к традиционному учебному процессу, а также для студентов, находящихся на самоизоляции и не имеющих возможности заниматься со своей группой. Также данная стратегия интеграции ПАОС в образовательный процесс может применяться для изучения дисциплины студентами, осуществляющими ликвидацию академической задолженности в связи с восстановлением или переводами с других направлений подготовки или

других образовательных организаций. Целесообразным представляется применение данной стратегии в учебном процессе студентов очно-заочной и заочной форм обучения, а также студентов, обучающихся по программам магистратуры.



Рисунок 37 – Стратегия интеграции «исключительно ПАОС»

Данные стратегии интеграции ПАОС в образовательный процесс направлены на продуктивное применение ПАОС и открывают новые возможности для применения персонализированного адаптивного обучения учебной дисциплине студентов при массовом характере обучения в вузе. Использование ПАОС может быть реализовано на основе одной или нескольких стратегий, каждая из которых представляет самостоятельный исследовательский интерес с точки зрения разработки научно-педагогической основы использования персонализированных адаптивных обучающих систем в образовательном процессе вуза.

При этом можно выделить ряд преимуществ, связанных с интеграцией ПАОС в образовательный процесс. Вузы могут использовать ПАОС как

адаптационные курсы для подготовки студентов первого курса встраиванию студентов в университетскую среду, а также получения знаний, необходимых для освоения дисциплин. Интеграция ПАОС в образовательные программы вуза расширяет возможности для построения индивидуальных образовательных траекторий и позволяет усовершенствовать учебный процесс, за счет включения активных образовательных практик.

На основе базовых формы деятельности студентов: учебной, квазипрофессиональной и учебно-профессиональной, описанных в теории контекстного обучения А.А. Вербицкого, развивая их с точки зрения активизации обучающихся в познавательной деятельности и развития способности к профессиональной деятельности, нами выделены *траектории реализации персонализированной адаптивной обучающей системы*: ознакомительная, академическая, академическая с элементами квазипрофессиональной, квазипрофессиональная и учебно-профессиональная.

Психолого-педагогические исследования представляют квазипрофессиональную деятельность как связующее звено между академической и профессиональной деятельностью, которая выполняется в рамках учебного процесса. При этом квазипрофессиональная деятельность студентов является учебной деятельностью по своей форме и профессиональной по своему содержанию. Отметим, что квазипрофессиональная деятельность моделирует в образовательном процессе на формализованном научном языке условия, содержание и специфику профессиональных задач, примерами ее моделирования в обучении является деловая игра и другие игровые формы контекстного обучения [168]. При этом академическая деятельность представляет собой педагогическую деятельность преподавателя и обучающегося, при этом педагог выступает обязательным субъектом образовательных отношений.

Рассмотрим траектории реализации персонализированной адаптивной обучающей системы в последовательности, когда каждая следующая траектория является развитием предшествующей, то есть следующей ступенью персонализированного адаптивного обучения, рис. 38.

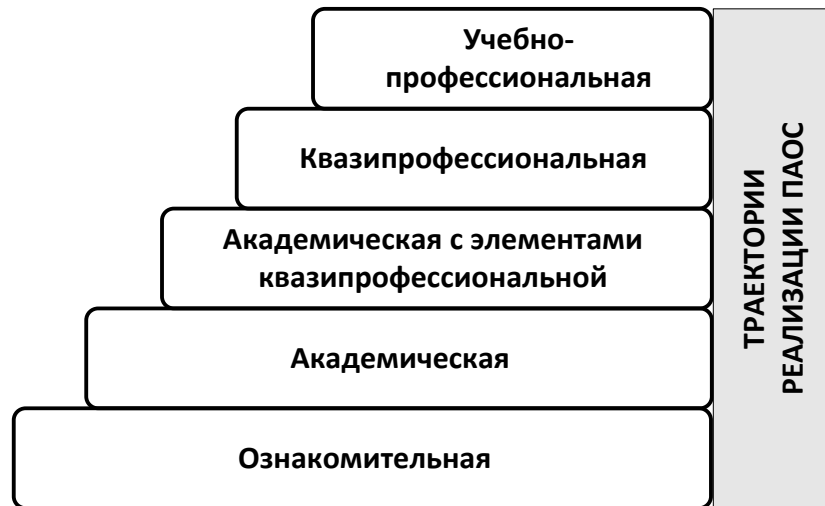


Рисунок 38 – Траектории реализации ПАОС

Ознакомительная траектория реализации ПАОС (траектория I) предполагает наличие навигационного содержания по изучению дисциплины, а именно:

- включения «дорожной карты дисциплины», дающей представление о реализуемой стратегии интеграции ПАОС в образовательный процесс и тематическом плане дисциплины;
- создания схемы реализации дисциплины в электронной информационно-образовательной среде;
- представления о результатах обучения и требованиях к итоговому контролю по дисциплине.

Академическая траектория реализации ПАОС (траектория II) предполагает изучение студентами учебного контента дисциплины, включающего понятийно-терминологический аппарат, изучение стандартных методов, подходов и алгоритмов и выполнения заданий, направленных на формирование необходимых умений и знаний по дисциплине, включающих применение в известной ситуации изученных подходов.

Академическая траектория реализации ПАОС с элементами квазипрофессиональной деятельности (траектория III) – включает учебную деятельность по выполнению заданий, которые приближены к типовым и в малой степени выходят за известные рамки и предполагает расширение содержания образовательного контента за счет включения междисциплинарного содержания и элементов профессионального содержания, например, использования заданий с практико-ориентированным контекстом, включение примеров, демонстрирующих значимость приобретаемых теоретических и практических знаний в будущей профессиональной деятельности,

Квазипрофессиональная траектория реализации ПАОС (траектория IV) предполагает применение знаний и методов в различных профессионально-ориентированных задачах, направленных на развитие навыков самостоятельности и инициативности, готовности к самообразованию, самоорганизации в образовательном процессе и в профессиональной деятельности. Особенностью данного этапа выступает включение в образовательный контент профессионального содержания, выполнение заданий, связанных с моделированием задач профессиональной деятельности будущего специалиста, реализацию целостных фрагментов профессиональной деятельности через проекты, направленные на решение проблем прикладной профессиональной деятельности.

Как отмечают в своих исследованиях М.В. Носков и В.А. Шершнева применение задач профессиональной деятельности в обучении математике позволяет обучающимся осознавать важность фундаментальной математической подготовки в будущей профессиональной деятельности [235]. При моделировании предметного и социального содержания профессиональной деятельности, обучающиеся приобретают квазипрофессиональный опыт и готовность выходить за его пределы. Это повышает интерес обучающихся к изучаемой дисциплине и будущей профессии, изменяет их цели, повышает познавательную мотивацию, что влечет изменение личностных качеств.

Учебно-профессиональная траектория реализации ПАОС (траектория V) предполагает интегрирование знаний общеинженерной и профессиональной области, включает выполнение учебно-исследовательских проектов, задачи для которых поставлены работодателями или выявлены на основе анализа задач из сферы будущей профессиональной деятельности. Основным назначением данного этапа выступает приобретение профессиональных компетенций наряду с развитием личностных качеств и гибких навыков. Формирование готовности обучающихся к достижению образовательных результатов и активизации учебно-познавательной деятельности достигается за счет использования технологий активного обучения, моделирующих предметный и социальный контекст будущей профессиональной деятельности.

Траектории реализации ПАОС I и II (ознакомительная и академическая) включают аспекты академической подготовки, направленные на трансляцию и усвоение информации.

Траектории реализации ПАОС III, IV (академическая с элементами квазипрофессиональной деятельности, квазипрофессиональная) включают теоретическое обучение с элементами практики (игровые технологии, проектирование, моделирование), направленное целостное построение учебной деятельности.

Траектория V (профессиональная) реализуется в дисциплинах, направленных на практическую деятельность, соответствующую нормам профессиональных и социальных отношений.

В исследовании выявлены соответствия траекторий реализации ПАОС и уровнями воспроизведения, междисциплинарной интеграции, профессиональной интеграции компетенций образовательной программы дисциплины: универсальных (УК), общепрофессиональных (ОПК), профессиональных (ПК), которые представлены в таблице 9.

Соответствие траекторий реализации ПАОС уровням компетенций

Траектория реализации ПАОС	УК	ОПК	ПК
Ознакомительная (I этап)	Пороговый	Пороговый	Пороговый
Академическая (II этап)	Пороговый, Базовый	Пороговый	Пороговый
Академическая с элементами квазипрофессиональной деятельности (III этап)	Базовый, Продвинутый	Пороговый, Базовый	Пороговый
Квазипрофессиональная (IV этап)	-	Базовый, Продвинутый	Базовый
Профессиональная (V этап)	-	-	Продвинутый

То есть, в зависимости от совокупности компетенций, реализацию которых должна обеспечить дисциплина, определяется необходимость и достаточность траектории реализации ПАОС учебной дисциплины. Представим предлагаемые зависимости схематически:

$$D\{УК\} \Leftrightarrow I, II, III$$

$$D\{ОПК\} \Leftrightarrow I, II, III, IV$$

$$D\{ПК\} \Leftrightarrow I, II, III, IV, V$$

$$D\{УК, ОПК\} \Leftrightarrow I, II, III, IV$$

$$D\{УК, ПК\} \Leftrightarrow I, II, III, IV, V$$

$$D\{ОПК, ПК\} \Leftrightarrow I, II, III, IV, V$$

$$D\{УК, ОПК, ПК\} \Leftrightarrow I, II, III, IV, V.$$

Запись $D\{УК\} \Leftrightarrow I, II, III$ означает, что если дисциплина обеспечивает формирование универсальной компетенции, то реализация ПАОС должна соответствовать ознакомительной, академической и академической с элементами квазипрофессиональной деятельности траекториям, а запись $D\{УК, ОПК, ПК\} \Leftrightarrow I, II, III, IV, V$ означает, что если дисциплина обеспечивает

формирование совокупности универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, то реализация ПАОС должно соответствовать ознакомительной, академической и академической с элементами квазипрофессиональной деятельности и квазипрофессиональной траекториям.

Например, ПАОС по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов» для студентов направления 090302 – Информационные системы и технологии Сибирского федерального университете должна соответствовать траекториям: ознакомительной, академической, академической с элементами квазипрофессиональной деятельности.

Обозначенные траектории определены на основе формирования дисциплиной «Математическая логика и теория алгоритмов» общепрофессиональной компетенции ОПК-1, сформулированной как «способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности» согласно образовательной программе направления 090302 – Информационные системы и технологии, реализуемой в Сибирском федеральном университете.

Стратегии интеграции ПАОС в образовательные процесс и траектории ее реализации направлены на реализацию следующих сквозных условий личностного развития студента, обеспечивающих:

- развитие и фиксацию достигнутого уровня субъектности обучающегося через активное включение его в учебную деятельность, реализацию возможностей саморазвития, самообразования и проектирования собственного учебного процесса;

- развитие субъектности обучающегося через возможности включения в квазипрофессиональную и профессиональную деятельность, осознание себя как специалиста будущей профессиональной деятельности, т.е. формирования его профессионализма как личностного;

– реализацию персональных целей обучающихся в условиях коммуникативного взаимодействия всех участников образовательного процесса и возможности организации осмысленной и продуктивной образовательной деятельности в профессиональной области;

– целенаправленное ценностное наполнение содержания методической системы с точки зрения субъектов образовательного процесса;

реализацию взаимодействия «субъект – субъект», создающего возможности моделирования ситуаций для приобщения обучающегося к ценностной системе через продуктивную деятельность.

Выводы по главе 3

На основе анализа нормативно-правовых документов, материалов научно-педагогических отечественных и зарубежных исследований, построенной концепции персонализированного адаптивного обучения, которая интегрирует преимущества результативных подходов в офлайн и онлайн обучении с педагогическими принципами организации обучения в электронной информационно-образовательной среде разработана методическая система персонализированного адаптивного обучения.

Модель методической системы представлена совокупностью взаимосвязанных и взаимообусловленных компонентов: целевого, содержательно-концептуального, адаптивно-технологического и результативно-оценочного. *Целевой компонент методической системы обучения* направлен на организацию персонализированного адаптивного результативного обучения с возможностью гибкой адаптации контента в электронной информационно-образовательной среде вуза в условиях цифровизации образования. *Содержательно-концептуальный компонент методической системы* включает две взаимосвязанных составляющих: *концептуальную* и *дидактическую*. Концептуальная составляющая включает методологические подходы, принципы составляющие ядро концепции персонализированного адаптивного обучения, критерии отбора содержания и формирования термов образовательного контента, а дидактическая – оптимальное сочетание организационных форм обучения, методов и средств с ориентацией на конкретных обучающихся, их индивидуальные характеристики, уровень исходных знаний, умений и текущий уровень сформированности образовательных результатов. *Адаптивно-технологический компонент методической системы* включает инструментарий достижения целей обучения, в качестве которого выступает персонализированная адаптивная обучающая система. *Результативно-оценочный компонент методической системы* предназначен для оценки уровня сформированности образовательных результатов обучающегося по дисциплине и включает критерии

оценивания и уровни сформированности компетенций, а также способы контроля, мониторинга и самоконтроля в условиях интеграции офлайн и онлайн обучения.

Разработана целостная структура ПАОС подготовки студентов вуза в условиях цифровизации образования, которая представлена совокупностью следующих субмоделей: *субмоделью представления вариативного образовательного контента*, реализуемой на основе интеграции логических методов анализа понятий, логико-гносеологических методов соотношения объема и содержания понятий с методами теории графов и гиперграфов; *субмоделью персонального профиля обучающегося* персонализированной адаптивной обучающей системы, ориентированной на личностные особенности обучающихся; *субмоделью управления образовательным процессом*, включающей методы и алгоритмы адаптации образовательного контента, построения индивидуальной образовательной траектории; *субмоделью компетентностного фреймворка*, предназначенной для структурирования, формирования и оценки многомерных образовательных результатов по дисциплине с использованием методики фиксации данных об опыте деятельности, обучении, личных качествах студентов.

Предложены *стратегии интеграции персонализированной адаптивной обучающей системы в образовательный процесс*: «ПАОС-поддержка дисциплины»; смешанного обучения «+ПАОС» и «ПАОС+»; «исключительно ПАОС», которые направлены на продуктивное применение ПАОС и открывают новые возможности для реализации персонализированного адаптивного обучения учебной дисциплине студентов при массовом характере обучения в вузе.

На основе базовых формы деятельности студентов: учебной, квазипрофессиональной и учебно-профессиональной, описанных в теории контекстного обучения, развивая их с точки зрения активизации обучающихся в познавательной деятельности и развития способности к профессиональной деятельности выделены *траектории реализации ПАОС*: ознакомительная, академическая, академическая с элементами квазипрофессиональной, квазипрофессиональная и учебно-профессиональная.

ГЛАВА 4. ОРГАНИЗАЦИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

4.1. Персонализированные адаптивные обучающие системы на примере математических дисциплин

На основе методической системы персонализированного адаптивного образовательного процесса, представленной в параграфе 3.1 диссертационного исследования, в соответствии со структурой персонализированной адаптивной обучающей системы, представленной в параграфе 3.2, разработаны персонализированные адаптивные обучающие системы на примере математических дисциплин «Дискретная математика» и «Математическая логика и теория алгоритмов» для студентов информационно-технологических направлений подготовки. Обозначенные ПАОС предназначены для реализации стратегий интеграции смешанного обучения «ПАОС+», «ПАОС-поддержка дисциплины» и «исключительно ПАОС».

Электронное обучение в высшей школе преимущественно строится на базе систем управления обучением – LMS (Learning Management System), которые обладают широким набором функциональных возможностей фиксации и сбора данных об обучении, представления образовательного контента, его адаптации, реализации механизмов адаптивного тестирования, построения индивидуальных образовательных траекторий и возможностями мониторинга и аналитики образовательных данных. Ввиду отсутствия определения понятия «Система управления обучением», утверждённого государственным стандартом, будем использовать этот термин для обозначения информационных систем, обеспечивающих поддержку электронного обучения [161]. Системы управления обучением представляют собой программное обеспечение для реализации и поддержки электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Мы проанализировали наиболее распространённые современные LMS, а именно Blackboard, eFront, Sakai, ILIAS и LMS MOODLE, так как важное

значение для организации персонализированного адаптивного обучения играет выбор электронной обучающей среды, обеспечивающей организацию учебного процесса [386, 401, 410, 411, 421]. Описание обозначенных систем приведено в Приложении 6. На основе их функциональных характеристик мы определили следующие критерии для сравнительного анализа и выбора системы управления обучением:

- обеспечение условий для достижения образовательных целей;
- общедоступность, открытость для модификации и развития;
- широкий спектр функциональных возможностей по мультивариативному представлению образовательного контента;
- формирование персонального пространства для каждого обучающегося и индивидуальная статистика на всех этапах обучения;
- реализация механизмов настройки автонавигации и построения индивидуальных образовательных траекторий для обучающихся;
- система проверки результатов обучения (оценка образовательных результатов в онлайн режиме при помощи тестов, заданий и контроля активности обучающихся);
- наличие встроенных средств коммуникации и организации обратной связи;
- мониторинг образовательных результатов;
- простота интерфейса;
- реализация свойства модульности (возможность использования учебный материала или его отдельные микромодули в других дисциплинах).

Результаты анализа систем управления обучением приведены в таблице 10.

Рассмотрев наиболее распространенные современные системы управления обучением, мы сделали вывод, что функционал LMS Moodle отвечает всем критериям массовой разработки и внедрения в учебный процесс высших учебных заведений персонализированных адаптивных обучающих систем и опережает рассмотренные системы по общему количеству выполнения критериев.

Преимуществом свободно распространяемых систем выступает широкий набор функциональных возможностей, который не уступает функционалу коммерческих систем. Но при этом сводит к минимуму затраты образовательных организаций и снимает проблемы ежегодного продления лицензий.

Таблица 10


Системы управления обучением

Критерий	Blackboard	eFront	Sakai	ILIAS	Moodle
Реализация учебных целей	+	+	+	+	+
Открытый исходный код	-	+	+	+	+
Формирование индивидуальной статистики студента на всех этапах обучения	+	-	+	+	+
Настройка автонавигации в электронной среде (построение индивидуальных образовательных траекторий)	+	-	-	-	+
Использование учебных объектов разных форматов	+	+	+	+	+
Система проверки образовательных результатов	+	+	+	+	+
Средства коммуникации, организации обратной связи	+	+	+	+	+
Простота интерфейса	-	+	-	-	+
Система отчетности о деятельности студентов	+	+	+	-	+
Модульность	+	+	+	+	+

За счет высокой гибкости при создании и настройке электронных обучающих систем, ресурсов и курсов, а также благодаря простоте использования и открытому коду, LMS Moodle широко используется для разработки обучающих курсов и систем, реализующих смешанную модель обучения. Несмотря на то, что Moodle, является системой с открытым кодом, она решает класс задач, тех же, что

и системы коммерческого использования. У LMS Moodle есть возможность ее доработки, развития и адаптации к условиям и целям текущей образовательной ситуации. Отличительная особенность LMS Moodle состоит в том, развитием системы активно занимается сформировавшееся вокруг нее международное сетевое сообщество разработчиков и пользователей. Они регулярно осуществляют взаимообмен опытом работы, обсуждают возникшие проблемы и сложности, обмениваются результатами и делятся планами дальнейшего развития среды [160]. Учитывая актуальность персонализации образовательного процесса в условиях цифровизации, преимуществом LMS Moodle выступает возможность построения персонального образовательного пространства, реализации индивидуальной образовательной траектории и стратегий адаптации образовательного контента к индивидуальным особенностям обучающихся.

Рассмотрим *персонализированную адаптивную обучающую систему дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов»*, реализованную в системе управления обучением Moodle и предназначенную для организации образовательного процесса в модели смешанного обучения «ПАОС+». Титульный экран ПАОС «Математическая логика и теория алгоритмов» представлен на рис. 39.



каф. Прикладной математики и компьютерной безопасности
Математическая логика и теория алгоритмов ...

Персонализированная адаптивная обучающая система (ПАОС) по дисциплине: «Математическая логика и теория алгоритмов» предназначена для студентов укрупненной группы 090000 – «Информатика и вычислительная техника», а также может быть рекомендована для использования в учебном процессе студентами направлений 270303 – «Системный анализ и управление», 270304 – «Управление в технических системах».

Дисциплина изучается в 3 учебном семестре второго курса. ПАОС содержит разделы, традиционно изучаемые в курсе математической логики и теории алгоритмов:

1. Алгебра логики
2. Формальные теории
3. Теория алгоритмов и теория вычислительной сложности.

Целью изучения дисциплины является формирование математической и информационной культуры студента, приобретение систематизированных знаний, умений и навыков в области математической логики и теории алгоритмов, изучения ее основных методов, механизмов их развития и применения для решения научных и практических задач в области будущей профессиональной деятельности.

Объем дисциплины составляет 4 з.е. (144 часа).

Автор-составитель курса: Вайнштейн Юлия Владимировна.

Рисунок 39 – Титульный экран ПАОС

Дисциплина «Математическая логика и теория алгоритмов» направлена на изучение специальной терминологии, которая является частью языка современной математики, основ алгебры логики, логики предикатов, теории алгоритмов и теории вычислительной сложности алгоритмов, принципов построения формальных теорий, способов применения логических функций. Практическая часть посвящена формально-логическим построениям на основе теории и формул математической логики, построению выводов в классических

теориях исчисления высказываний и предикатов, разработку и анализ алгоритмов для решения прикладных задач. Разработанная персонализированная адаптивная обучающая система, главная страница которой представлена на рис. 40, размещена в информационной обучающей системе электронного обучения Сибирского федерального университета (<https://e.sfu-kras.ru>).

ПАОС включает в себя модули: алгебра логики, формальные теории, теория алгоритмов, рис. 41. Модульный подход к построению дисциплины обеспечивает гибкость образовательного процесса в части содержания контента, вариативность интегративного соотношения теории и практики в рамках каждого модуля, оперативность изменения последовательности и состава их освоения. Модульное построение ПАОС обусловлено возникновением смыслового разрыва предметной области и построением совокупности деревьев понятий, проецирования их в деревья термов, соответствующих выделенным модулям, включающим целостное содержание.

В ПАОС обучающиеся используют навыки, полученные при изучении дисциплин «Математический анализ», «Аналитическая геометрия», «Алгебра», «Основы программирования», «Дискретная математика». В свою очередь ПАОС является общим теоретическим и методологическим основанием для всех математических дисциплин и дисциплин информационного блока, входящих в образовательную программу бакалавра информационно-технологических направлений подготовки, например, «Интеллектуальные системы и технологии», «Базы данных» и другие, что обеспечивает непрерывную междисциплинарную связь в процессе обучения. «Математическая логика и теория алгоритмов» предлагает универсальные средства (языки) формализованного представления, способы корректной переработки информации, представленной на этих языках, а также возможности и условия перехода с одного языка описания явлений на другой с сохранением содержательной ценности модели.

eКурсы На сайте 808

Математическая логика и теория алгоритмов

Обзорная панель | Курсы | Каталог курсов | Институты | Институт космических и информационных технологий


каф. Прикладной математики и компьютерной безопасности | МЛыТА

Режим редактирования

Ваши достижения

- Новостной форум
- Описание режима обучения
- Тематический план курса – «Дорожная карта дисциплины»
- Рабочая программа
- Ссылки на источники материалов и/или их правообладателей
- Список полезных и интересных ссылок по МЛыТА
- Коммуникационная площадка
- Глоссарий
- Оценка мотивации
- Оценка влияния элементов геймификации на интенсивность обучения в электронном курсе

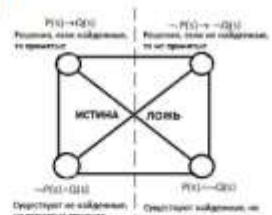
МОДУЛЬ 1. АЛГЕБРА ЛОГИКИ



- Тема 1 Введение в алгебру логики
- Тема 2 Законы алгебры логики
- Тема 3 Нормальные формы формул алгебры логики
- Тема 4 Функционально полные системы элементарных булевых функций

Прогресс по дисциплине


МОДУЛЬ 2. ФОРМАЛЬНЫЕ ТЕОРИИ



- Формальные теории
- Логика предикатов
- Предваренная нормальная форма в логике предикатов
- Метод резолюций

Прогресс по дисциплине

МОДУЛЬ 3. ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ



- Основные понятия теории алгоритмов.
- Машина Тьюринга
- Рекурсивные функции

Прогресс по дисциплине

Рисунок 40 – Главная страница ПАОС
«Математическая логика и теория алгоритмов»

Трудоемкость дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов» составляет 144 часа (4 зачетных единицы), из которых 54 часа (1,5 зачетных единицы) представляет собой контактная работа, в том числе 18 часов (0,5 з.е.) – лекционные занятия, 36 часов (1 з.е.) – практические занятия, 54 часа (1,5 з.е.) – самостоятельная деятельность обучающихся и 36 часов (1 з.е.) отводится на экзамен.

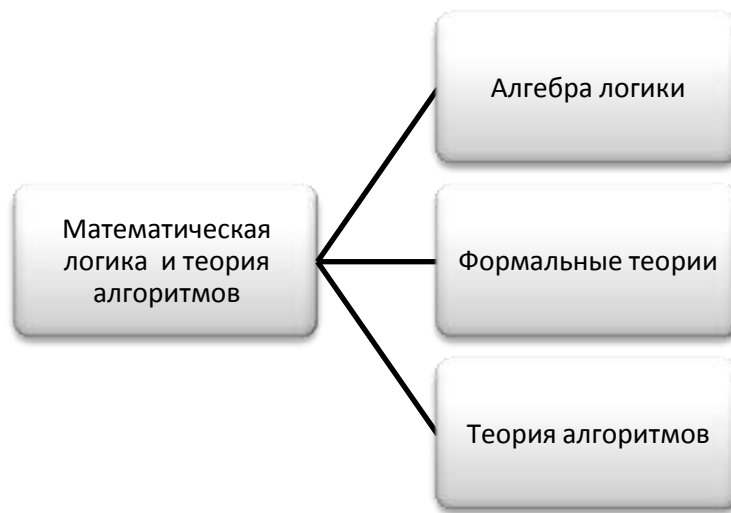


Рисунок 41 – Модули дисциплины
«Математическая логика и теория алгоритмов»

Реализация стратегии интеграции «ПАОС+» в образовательный процесс осуществлялась следующим образом. Все лекционные занятия по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов» мы организовали в персонализированной адаптивной обучающей системе.

Для реализации образовательного процесса использована технология «перевернутого класса» (*Flipped Classroom*), перераспределяющая ключевые составляющие учебного процесса следующим образом. «Перевернутый» образовательный процесс начинается с самостоятельной онлайн работы в ПАОС. Далее самостоятельная работа обучающихся, начатая в электронной информационно-образовательной среде, продолжается практической офлайн работой в аудитории. Переход в ЭИОС происходит после практического занятия

и направлен на отработку и закрепление учебного материала онлайн, что обеспечивает «прирост» образовательных результатов обучающихся. Таким образом, смешанная модель «ПАОС+» реализуется циклом «онлайн обучение в ПАОС (предаудиторная работа) – офлайн обучение – онлайн обучение в ПАОС (постаудиторная обучение)» с взаимосвязью онлайн и офлайн компонент. Предаудиторная онлайн работа включает в себя изучение образовательного контента с контролем образовательных результатов, что направлено на формирование когнитивного компонента компетенций дисциплины. Аудиторная офлайн работа преимущественно носит консультационный характер и направлена на разбор проблемных ситуаций дисциплины, представление результатов групповой проектной деятельности, офлайн контроль и оценку уровня сформированности образовательных результатов по модулям дисциплины и дисциплине в целом. Постаудиторная онлайн работа направлена на формирование праксиологического компонента формируемых компетенций при выполнении заданий и осуществления проектной деятельности.

Содержательная составляющая дисциплины посвящена изучению математических доказательств, аксиоматического метода в построении формальных математических теорий и оснований математики, необходимых при разработке алгоритмов и программ, баз данных, баз знаний и систем искусственного интеллекта.

Проектирование образовательного контента дисциплины осуществлено как движение от образовательных результатов, как было обозначено ранее модели обратного педагогического дизайна. Основным образовательным результатом дисциплины выступает общепрофессиональная компетенция ОПК-1, согласно ФГОС ВО направленная на способность применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в будущей профессиональной деятельности.

Для компетенции определены индикаторы их достижения, для измерения которых выделены дескрипторы, под которыми в исследовании понимаются

результаты обучения (РО), сформулированные с помощью таксономии Блума, отражающей результаты обучения через знания, умения и владение опытом. Установленное соответствие между индикаторами достижения компетенций и соответствующим им дескрипторам представлено в таблице 11.

Таблица 11

Индикаторы достижения компетенций и дескрипторов
оценивания дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов»

Индикатор достижения компетенций	Дескриптор
ИД-1 ОПК-1 - Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования	РО-1 Знать специальную терминологию алгебры логики (понимать) РО-2 Знать специальную терминологию формальных теорий (понимать) РО-3 Понимать область и способы применения логических функций (понимать) РО-4 Использовать в практических задачах основные законы алгебры логики (понимать) РО-5 Знать специальную терминологию теории алгоритмов (понимать)
ИД-2 ОПК-1 – Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	РО-6 Строить интерпретации формул алгебры логики (применять) РО-7 Строить доказательства теорем в исчислении высказываний (применять) РО-8 Строить доказательства теорем в исчислении предикатов (применять) РО-9 Проводить формально-логические построения на основе теории и формул математической логики (применять) РО-10 Строить алгоритмические модели (применять)

Индикатор достижения компетенций	Дескриптор
ИД-3 ОПК-1 – Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	РО-11 Проверять выводимость гипотез (анализировать) РО-12 Проверять логические системы функций на функциональную полноту РО-12 Сроить доказательства теорем в исчислении высказываний и исчислении предикатов (анализировать) РО-13 Проверять выводимость гипотез в исчислении высказываний и исчислении предикатов (анализировать) РО-14 Оценивать вычислительную сложность алгоритмов (оценивать)

На основе сформулированных дескрипторов выявлены основные понятия, которые необходимо изучить в дисциплине. Например, при построении дерева понятий по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов», все понятия, относящиеся к понятию «Формальные теории» выстраиваются в отдельное дерево, фрагмент которого представлен на рис. 42.

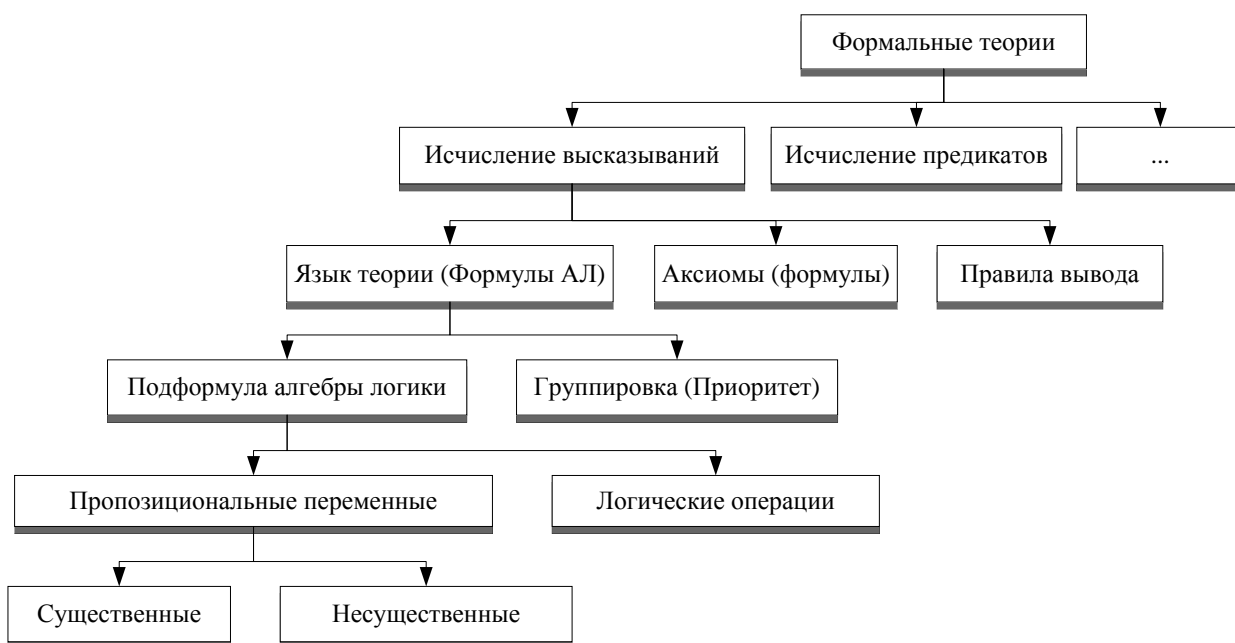


Рисунок 42 – Фрагмент дерева понятий по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов»

Понятие «Алгоритм» с точки зрения оценки вычислительной сложности можно представить как отдельное дерево понятий, рис. 43.

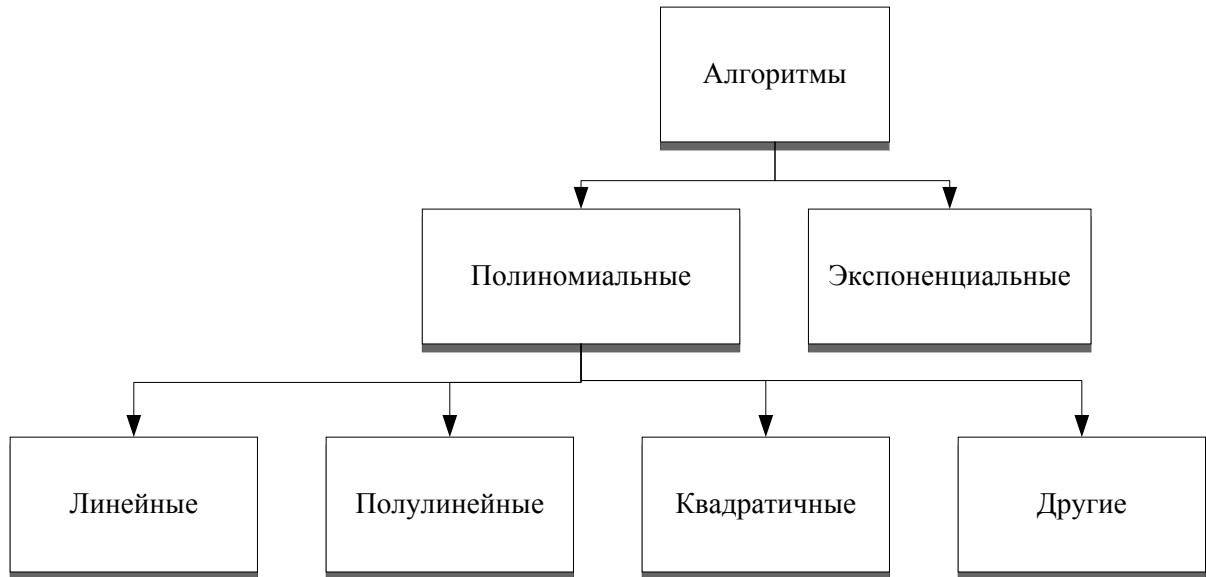


Рисунок 43 – Фрагмент предметной области по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов»

Возникающая ситуация построения в рамках одной дисциплины более одного дерева понятий наглядно демонстрирует ситуацию смыслового разрыва дисциплины и определяет необходимость введения в учебный процесс учебного проекта, в котором необходимо осуществить программную реализацию изученного алгоритма и произвести оценку его вычислительной сложности.

На основе деревьев понятий сформированы основные термины дисциплины и последовательность их изучения, таблица 12.

Каждый терм содержит теоретический материал дисциплины, представленный в нескольких редакциях изложения, тестовые задания, направленные на оценку уровня его усвоения, задания, направленные на формирование праксиологического компонента компетенции, механизмы обратной связи, применяемые в зависимости от решаемых задач.

Термы дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов»

№ терма	Термы дисциплины	Модуль дисциплины
1.	Алгебра логики.	АЛГЕБРА ЛОГИКИ
2.	Простые и составные высказывания	
3.	Логические операции	
4.	Классификация логических функций	
5.	Представление логической функции	
6.	Формула алгебры логики.	
7.	Логическое следование	
8.	Классы логических формул	
9.	Законы алгебры логики. Правила упрощения булевых функций	
10.	Стандартные формы представления в алгебре логики	
11.	Совершенные нормальные формы в алгебре логики	
12.	Принцип суперпозиций. Замкнутые классы логических функций	
13.	Признаки функциональной полноты	
14.	Исчисление высказываний как формальная теория	
15.	Логика предикатов	
16.	Исчисление предикатов как формальная теория	
17.	Эквивалентные соотношения для формул логики предикатов	
18.	Предваренная нормальная форма	
19.	Доказательство гипотез в исчислении высказываний.	
20.	Метод резолюций в исчислении предикатов.	
21.	Алгоритмы	ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ
22.	Машина Тьюринга	
23.	Вычислительная сложность алгоритмов	
24.	Рекурсивные функции	

Для проектирования контрольно-измерительных заданий дисциплины построены деревья операций предметной области. На рис. 44 представлен

фрагмент дерева операций для модуля «Алгебра логики» по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов», наглядно демонстрирующий применение различных понятий-операторов к понятиям-операндам. Например, при объединении понятия-операнда «Формула алгебры логики» с понятием-оператором «Правила вывода» результирующим понятием выступает понятие «Формальные теории», а при объединении понятия-операнда «Формула алгебры логики» с понятием-оператором «Эквивалентные преобразования» результирующим понятием выступает понятие «Нормальные формы алгебры логики».

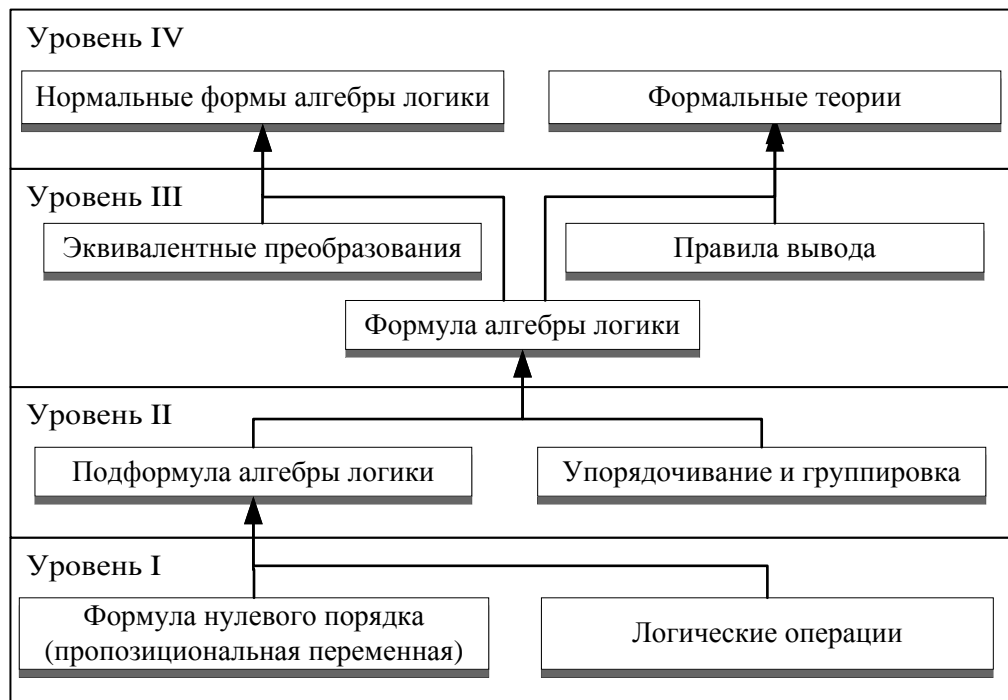


Рисунок 44 – Фрагмент дерева операций дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов»

По мере роста уровня абстракции операндов и операторов в дереве операций увеличивается сложность формируемых у обучающегося умений, начиная от выделения из предметной области высказываний и введения соответствующих им пропозициональных переменных (задания формул нулевого

порядка), построения подформулы алгебры логики, затем сложных формул алгебры логики и далее увеличивая уровень абстракции умений до построения выводов в формальных теориях, например, в исчислении высказываний, рис. 45.

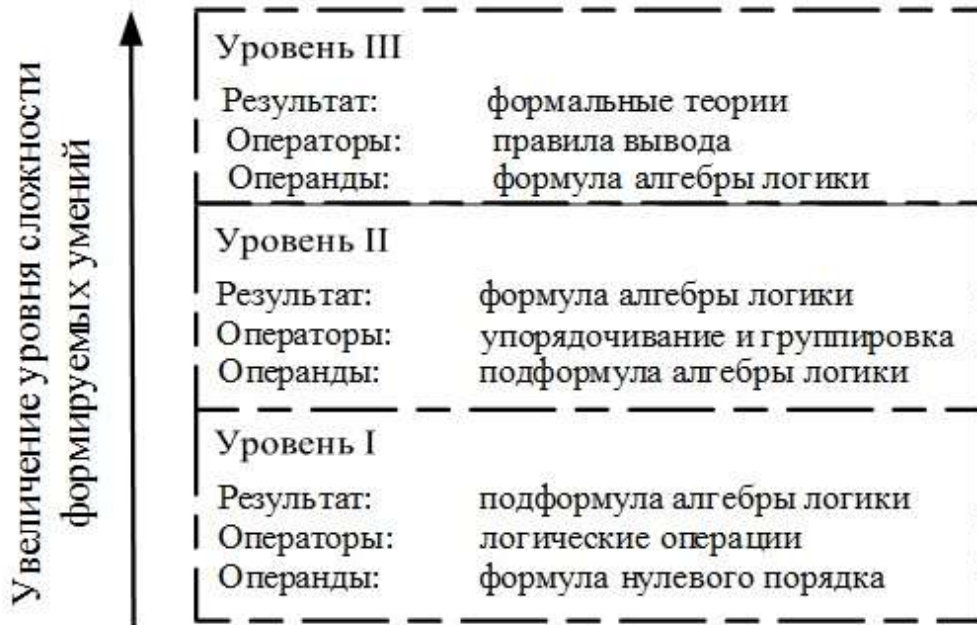


Рисунок 45 – Формирование умений возрастания уровня абстракции от построения формул нулевого порядка до формальных теорий

На операндах каждого уровня возможно построение разных операндов более высокого уровня. Например, при формировании у обучающегося умений, начиная от построения формул нулевого порядка до приведения их к нормальным формам алгебры логики, возрастает уровень абстракции, рис. 46.

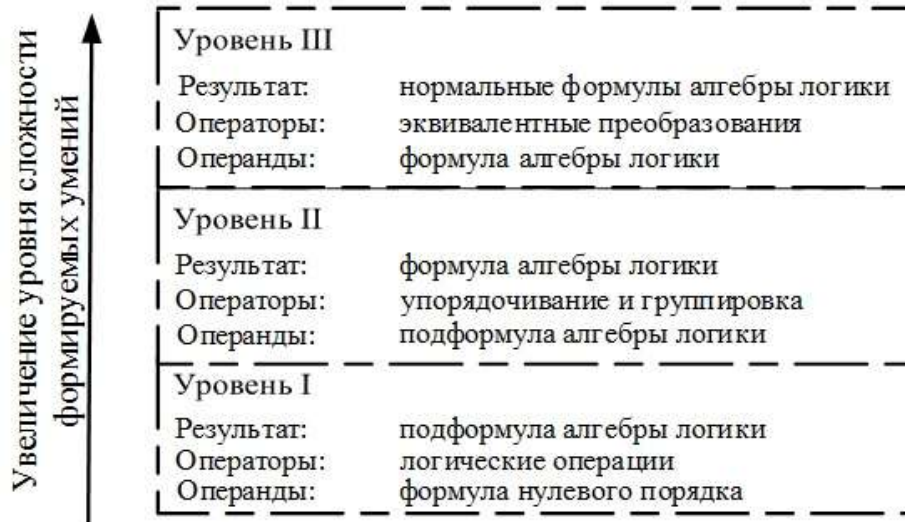


Рисунок 46 – Рост сложности формируемых умений от построения формул нулевого порядка до нормальных форм алгебры логики

Для изучения термов и входящих в них контрольно-измерительных материалов задан нормативный срок их освоения, что позволяет сформировать план учебной деятельности. План учебной деятельности на примере модуля «Алгебра логики» представлен в Приложении 7.

Рассмотрим подробнее *терм «Совершенные нормальные формы алгебры логики»*, рис. 47.

Терм представляет собой учебный объект, включающий элементы, сгруппированные по видам учебной работы.

Предаудиторная онлайн работа:

- Образовательный контент по терму, представленный в трех редакциях изложения;
- тестовое задание, направленное на контроль уровня его усвоения;
- опрос «Распределение тем проектов «Минимизация булевых функций».

Аудиторная офлайн работа:

- анонс практического занятия.

Постаудиторная онлайн работа:

- wiki для совместного формирования плана работ по проектам;
- семинар – представление и взаимное рецензирование результатов работ.

Изучение учебного материала по терму в процессе предаудиторной онлайн работы всегда начинается в ПАОС. Представление материала в нескольких редакциях обеспечивает вариативное представление его содержания.

На текущей учебной неделе необходимо изучить материал терма:

- **Совершенные нормальные формы в алгебре логики**
 - Ограничения:** Недоступно, пока не выполнено: Вы получили необходимую оценку за Проверка уровня усвоения терма "Стандартные формы представления в алгебре логики" (иначе скрыто)
- Совершенные нормальные формы в алгебре логики – б
 - Ограничения:** Не доступно (скрыто), пока не выполнено одно из:
 - Вы получили заданную оценку за Проверка уровня усвоения терма "Стандартные формы представления в алгебре логики"
 - Вы получили заданную оценку за Проверка уровня усвоения терма "Совершенные нормальные формы в алгебре логики"
 - Все:
 - Элемент курса Совершенные нормальные формы в алгебре логики – б должен быть отмечен как выполненный
 - Вы получили достойную оценку за Проверка уровня усвоения терма "Совершенные нормальные формы в алгебре логики"
- Совершенные нормальные формы в алгебре логики – к
 - Ограничения:** Не доступно (скрыто), пока не выполнено одно из:
 - Вы получили необходимую оценку за Проверка уровня усвоения терма "Стандартные формы представления в алгебре логики"
 - Вы получили необходимую оценку за Проверка уровня усвоения терма "Совершенные нормальные формы в алгебре логики"
 - Все:
 - Элемент курса Совершенные нормальные формы в алгебре логики – б должен быть отмечен как выполненный
 - Вы получили заданную оценку за Проверка уровня усвоения терма "Совершенные нормальные формы в алгебре логики"
- Совершенные нормальные формы в алгебре логики – р
 - Ограничения:** Не доступно (скрыто), пока не выполнено одно из:
 - Вы получили заданную оценку за Проверка уровня усвоения терма "Стандартные формы представления в алгебре логики"
 - Вы получили заданную оценку за Проверка уровня усвоения терма "Совершенные нормальные формы в алгебре логики"
 - Все:
 - Элемент курса Стандартные формы представления в алгебре логики – к должен быть отмечен как выполненный
 - Вы получили заданную оценку за Проверка уровня усвоения терма "Совершенные нормальные формы в алгебре логики"
- Проверка уровня усвоения терма "Совершенные нормальные формы в алгебре логики"
 - Ограничения:** Не доступно (скрыто), пока не выполнено одно из:
 - Элемент курса Совершенные нормальные формы в алгебре логики – б должен быть отмечен как выполненный
 - Элемент курса Совершенные нормальные формы в алгебре логики – к должен быть отмечен как выполненный
 - Элемент курса Совершенные нормальные формы в алгебре логики – р должен быть отмечен как выполненный
- Распределение тем проектов по теме "Минимизация булевых функций"

АНОНС ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

Тема практического занятия: Совершенные нормальные формы в алгебре логики. На занятии будет выполняться решение практических задач на закрепление теоретического материала. По результатам группового распределения состоится обсуждение этапов и механизмов реализации проектной деятельности.

Ограничения: Недоступно, пока не выполнено: Вы получили необходимую оценку за Проверка уровня усвоения терма "Совершенные нормальные формы в алгебре логики" (иначе скрыто)

- Формирование плана работ по проектам
- Взаимное рецензирование результатов работ

Рисунок 47 – Терм «Совершенные нормальные формы алгебры логики»

После изучения контента в редакции доступной студенту на текущем шаге обучения ему становится доступным тестирование, направленное на автоматизированный контроль изучения текущего материала. Отметим, что при возможности неоднократного прохождения тестового испытания, в журнале оценок фиксируется всегда последняя попытка. Для определения условий перехода между редакциями учебных материалов терма, как было обозначено в параграфе 3.2.3, введено четыре уровня подготовки (недостаточный, низкий, средний и высокий уровень). На основе достижения этих уровней стратегии адаптации по образовательным результатам рекомендую студенту или повторное изучение текущего материала в другой редакции изложения или дальнейшее изучение образовательного контента. Вводимое ограничение на количество попыток, в случае неудовлетворительных результатов, т.е. недостаточного уровня отправляет студента на консультацию к преподавателю для решения всех возникающих вопросов и проблем с изучаемым учебным материалом. Подобная схема, реализована и в других термах, что позволяет реализовать гибкую адаптацию учебного материала в ПАОС. Таким образом, реализуется содержательное направление индивидуальной образовательной траектории – предоставление студенту возможности осваивать образовательный контент на уровне не ниже порогового, при этом обеспечивая уровень, который в наибольшей степени отвечает его возможностям, потребностям и интересам.

Рассматриваемый терм также включает реализацию проектной деятельности на этапе постаудиторной онлайн работы. Практически для всех информационно-технологических направлений подготовки стержнем образовательной системы выступают математические дисциплины. Основной проблемой в обучении математики является оторванность по времени изучения математических дисциплин от дисциплин специализации. Это вызывает сложности при организации эмоциональной вовлеченности студентов в изучение математических понятий, законов и методов. В электронном обучении, основанном на увеличении объемов управляемой самостоятельной работы студентов и, следовательно, высокой мотивации, применение проектной

деятельности становится все более распространенной практикой [277]. Это обеспечивает интенсификацию учебного процесса и придает ему профессиональную направленность в рамках дисциплин базового естественно-математического цикла. Теоретико-методологическим аспектам проектно-исследовательского обучения посвящены работы многих исследователей (Дж. Дьюи, У.Х. Килпатрик, С.Т. Шацкий, И.Д. Чечель, В.В. Гузеев, М.В. Кларин, Г.К. Селевко, Е.С. Полат, И.А. Зимняя, Н.Ю. Пахомова и др.). Экспериментальным исследованиям в области проектной деятельности в электронной среде посвящены работы (Joseph S. Krajcik, Phyllis C. Blumenfeld, John W. Thomas, М.В. Кручинин, А.В. Красавина, А.В. Соловов и др.). Однако существующие методические подходы и приемы ориентированы на применение в традиционной образовательной модели или обеспечивают поддержку отдельных этапов проектной деятельности в электронной информационно-образовательной среде. Следовательно, они требуют развития и системной интеграции к организации комплексной проектной деятельности в ПАОС.

На основе анализа существующих подходов и выявленных тенденций развития с учетом современного уровня цифровых технологий мы предлагаем понимать метод проектов в электронной информационно-образовательной среде как метод обучения, ориентированный на приобретение компетенций в процессе решения практических задач через детальную разработку проблемы, с оформлением результатов в виде некоторого конечного продукта, с поддержкой всех этапов жизненного цикла решения задачи при помощи средств электронного обучения. В исследовании предлагается авторский подход к организации проектной деятельности в ПАОС при обучении математической логике и теории алгоритмов.

Его новизной является организация командной проектной деятельности в соответствии с итеративной моделью жизненного цикла реальных технических систем в ПАОС. Особенностью подхода является предлагаемая структурная схема педагогически целесообразных элементов и ресурсов электронной образовательной среды *LMS Moodle* на каждой фазе проектной деятельности, а

также организация учебного процесса путем интеграции ПАОС по дисциплине (выбор проблемы и формирование команд) и подсистемы, так называемого метакурса (реализация механизмов командной оценки и самооценки результатов проектов). Предполагается, что, предложенный подход обеспечит эффективную целенаправленную познавательную проектную деятельность студентов и позволит увидеть обучающимся связь квазипрофессиональных проблем с фундаментальными математическими дисциплинами.

В ПАОС выделены следующие фазы проектной деятельности:

1. инициализация (стадия определения проблемы, постановки задачи);
2. проектирование (стадия выбора алгоритмов и методов решения проблемы, задачи);
3. выполнение (реализация решения задачи);
4. применение (анализ решения, построения выводов и презентации результатов).

Выделение заданных фаз согласуется с рекомендациями международного стандарта инженерного образования всемирной инициативы *CDIO* [51, 62]. Изюминкой подхода является реализация именно командной проектной деятельности, так как в соответствии с ориентацией инженерного образования на профессионально-практическую направленность обучения приоритет отдается командной работе [80]. Это обусловлено тем, что будущая профессиональная деятельность инженера предполагает умение работать в коллективе. Выработанные способности решения математической проблемы, начиная от ее постановки до применения решения, несомненно, скажутся на уровне выполнения дальнейших проектных работ в специализированных дисциплинах и будут способствовать повышению профессиональной подготовки будущих инженеров.

Структурная схема модели проектной деятельности и элементы среды *Moodle* соответствующие каждой фазе, представлены на рис. 48. Применение средств электронной среды позволяет, последовательно двигаясь от целей проекта достичь конкретных результатов и сформировать или повысить профессиональные и личные качества студентов.

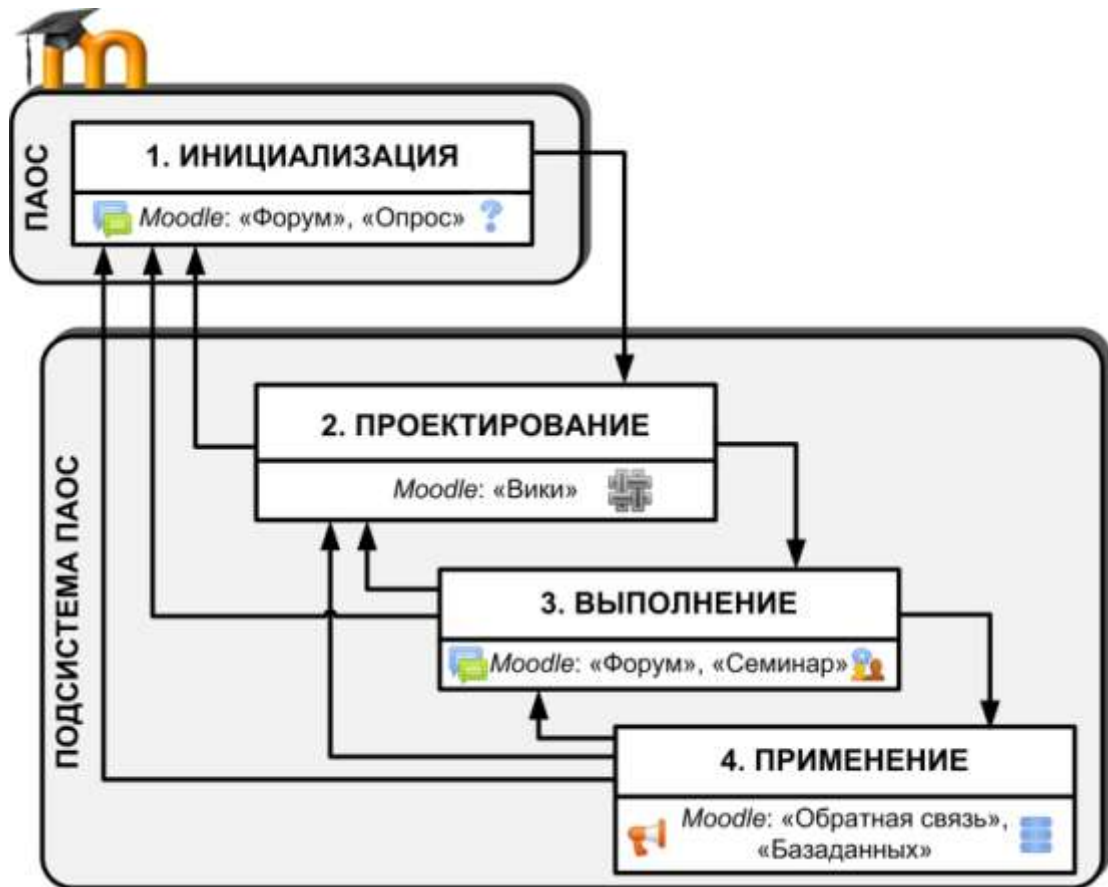


Рисунок 48 – Реализация фаз проектной деятельности в LMS Moodle

Студентам при выполнении проектов предоставляется достаточная свобода действий, то есть, нет жесткого алгоритма работы, устанавливаются лишь фазы (этапы) и сроки выполнения работ каждой фазы. Процесс реализации проекта ложится полностью на обучающегося и команду, в которой каждый несет определенную долю ответственности. В этом случае коллектив самостоятельно составляет план реализации проекта и распределяет обязанности таким образом, чтобы обеспечить бесперебойную работу всех его звеньев – членов команды. Выполнение работ на каждом этапе происходит с непрерывным анализом результатов и при необходимости корректировкой предыдущих этапов работы. Анализ промежуточных результатов всех этапов осуществляется преподавателем, а анализ результатов фазы выполнения проекта осуществляется путем взаимного рецензирования отчетов по проделанной работе, с применением средств ПАОС.

Распределение задач проектной деятельности по фазам и участникам образовательного процесса представлено в таблице 13.

Таблица 13

Распределение видов деятельности по фазам проекта

Фаза проекта	Обучающийся (команда)	Преподаватель
Инициализация	Анализ проблемной ситуации, знакомство с критериями оценки, выбор темы проекта.	Инициирование проблемной ситуации, уточнение идеи проекта, критериев оценки, мотивация студентов, постановка задачи.
Проектирование	Постановка целей и задач проекта, составление плана реализации, распределение ролей.	Корректировка целей и задач проекта.
Выполнение	Подбор информационных ресурсов. Сбор и анализ материала, проведение исследования, Реализация решения задачи. создание продукта проектной деятельности. Рецензирование работ, корректировка результатов.	Координация работы, консультирование, оценка промежуточных результатов предварительная оценка результатов.
Применение	Презентация результатов проекта. Оценка и самооценка результатов.	Анализ и оценивание результатов. Формирование рекомендаций и выводов.

На фазе инициализации проекта преподаватель в электронной среде инициирует проблемные ситуации и уточняет идеи и задачи проекта, знакомит с критериями его оценки, механизмом реализации проекта через средства онлайн общения элемента «Форум». Преподаватель предлагает выбрать тему проекта с

применением модуля обратной связи – «Опрос». При этом осуществляется формирование команд с учетом интересов обучающихся. Например, при решении проблемы оптимизации структуры логических устройств релейно-контактных схем предложены темы учебно-исследовательских проектов по методам минимизации булевых функций. В результате проведенного опроса по каждому методу автоматически формируются команды из 3-5 человек, рис. 49.

На сайте 88

Распределение тем проектов по теме "Минимизация булевых функций"

Изолированные группы: Глобальная группа КИИВ-14Б

Необходимо выбрать метод минимизации булевых функций, изучением которого вы решаете заниматься. В результате Вашего выбора будут сформированы рабочие группы. Подробнее о методах [здесь](#).

Метод Квайна (Куайна)
 Метод Квайна – Мак-Класки
 Метод Елейка – Порецкого
 Минимизация по картам Карно (Карнафа) (Заполнено)
 Геометрический метод
 Метод сочетания индексов
 Метод неопределенных коэффициентов (Заполнено)

[Сохранить мой выбор](#)

[Посмотреть ответы: 23](#)

ОТВЕТЫ

Варианты ответа	Метод Квайна (Куайна)	Метод Квайна – Мак-Класки	Метод Елейка – Порецкого	Минимизация по картам Карно (Карнафа)	Геометрический метод	Метод сочетания индексов	Метод неопределенных коэффициентов
Количество ответов на опрос	4	1	3	5	2	2	6
Пользователи, которые выбрали этот вариант	<input type="checkbox"/> Прохорятников Максим Васильевич <input type="checkbox"/> Чернышова Вера	<input type="checkbox"/> Баженов Алмаз Эммануилович	<input type="checkbox"/> Гудимов Астем Юрьевич <input type="checkbox"/> Юсупова Рамиля	<input type="checkbox"/> Баженов Тимофей Анатольевич <input type="checkbox"/> Длушченко Анастасия	<input type="checkbox"/> Маслов Денис Владимирович <input type="checkbox"/> Курбанов Кирилл Игоревич	<input type="checkbox"/> Радюнова Всеволод Олегович <input type="checkbox"/> Половако Попова	<input type="checkbox"/> Колотее Валерий Павлович <input type="checkbox"/> Сайколов Эраган Андреевич

Рисунок 49 – Выбор тем проектной деятельности и формирование рабочих групп с применением элемента «Опрос»

Каждая команда получает кодовое слово для записи в подсистему (метакурс), в котором организуется дальнейшая командная проектная деятельность и при записи, по кодовым словам, автоматически формируются

группы (команды). Создание групп и сопоставление каждой из них кодовых слов осуществляется через блок «Настройка»→ опция «Группы»→«Создать группу». Группа при этом представляет собой команду для работы над отдельной темой проекта. Также через блок «Настройка»→ опция «Способы записи» создаются способы записи «Самостоятельная запись». Количество способов записи должно соответствовать количеству кодовых слов, то есть количеству тем проектной деятельности.

На этапе проектирования команды с применением средств ПАОС осуществляют постановку целей и задач проекта. Применяемым элементом системы Moodle выступает элемент *Wiki*, позволяющий участникам создавать и редактировать связный набор страниц, рис. 50. Важным преимуществом использования данного элемента является возможность создания группового плана общей работы команды дистанционно и сохранение истории предыдущих версий каждой страницы с перечислением изменений, сделанных каждым участником команды. Преподаватель также имеет возможность воздействовать на этот процесс, при необходимости осуществляя корректировку плана работ, целей, задач проекта и распределения ролей.

Поиск Вики

Формирование плана работ по проектам

Формирование плана работ по проектам

Просмотр Редактировать Комментарии История Карта Файлы Управление

Изолированные группы (ПИ_проектная работа) Метод сочетания индексов

Версия для печати

План работ

1. Изучение теоретических сведений о выбранном методе
2. Анализ данных, полученных в ходе изучения теоретического материала
3. Разработка алгоритма
4. Написание программы
5. Тестирование, подготовка демонстрационных примеров
6. Подготовка отчета, презентации
7. Представление результатов, полученных на основании изученной информации

Распределение ролей:

Чагин Антон - программная реализация метода сочетания индексов и координация работы группы.

Красков Сергей - поиск информации и написание отчета.

Колков Владимир - составление презентации, а также финальный контроль деятельности группы.

Рисунок 50 – Формирование плана работ с применением элемента *Wiki*

Фаза выполнения проекта предполагается самой продолжительной по времени. Команда в соответствии с распределенными обязанностями осуществляет подбор информационных ресурсов, сбор и анализ материалов, проводит необходимое исследование и осуществляет реализацию проекта – создает продукт проектной деятельности. Общение и взаимодействие членов команды осуществляется через форум ПАОС. Каждая команда организует коммуникацию в отдельной ветке форума и размещает ссылку на *Google*-документ для формирования совместного командного отчета. Также важным моментом этого этапа является предварительное представление итогов проектной деятельности и взаимное рецензирование работ обучающимися и преподавателем через элемент Moodle «Семинар», рис. 51. На основе предварительной оценки результатов проекта и полученных рекомендаций в случае необходимости

командами осуществляется корректировка и доработка результата проектной деятельности.

Представление результатов этапа - Выполнение проекта

Фаза настройки	Фаза представления работ	Фаза оценивания	Фаза оценивания оценок	Закрывать
<ul style="list-style-type: none"> Задать введение для семинара Предоставить инструкции для работы Редактировать форму оценки 	<ul style="list-style-type: none"> Предоставить инструкции по оцениванию Распределение работ 	<ul style="list-style-type: none"> Оценки конкурентов 	<ul style="list-style-type: none"> Вычислить оценки за работы Вычислить баллы за выполнение Написать заключение для семинара 	

Отчет об оценках семинара

Страница: 1 2 3 (Далее)

Имя / Фамилия	Работа	Полученные оценки	Оценка за работу (из 5)		Баллы за оценивание (из 5)
			Данные оценки		
ГРУППА 1		4 (5) @ 10	4	4 (6 / 4) @ ГРУППА 4	4
		3 (5) @ 10			
		1 (-) @ 10			
ГРУППА 2		5 (5) @ 10	5	3 (6 / 4) @ ГРУППА 9	4
		4 (5) @ 10			

Рисунок 51 – Взаимное рецензирование результатов работ

Фаза применения проекта предполагает презентацию и итоговую оценку его результатов. Команды публично представляют результаты своей проектной деятельности на аудиторных занятиях.

Для оценки индивидуального вклада каждого участника использована модификация метода оценки групповых работ, предложенная М. Хеэли [406]. Метод относится к группе методов распределения оценок по весу участия каждого участника в командной работе на основе взаимной оценки членов команды. Достоинство метода в том, что студентам не предлагается производить распределение совокупной оценки между членами группы, а осуществляется распределение оценок по весу участия каждого участника в групповой работе.

Для оценки выполнения проекта предлагаются механизмы взаимной самооценки, реализуемые онлайн. Команды и преподаватель дают общую оценку всем представленным проектам. Студенты оценивают свою собственную работу и работу каждого члена команды с применением оценочных формуляров «Самооценка», «Оценка работы команд» и «Оценка работы участников команды», реализуемых через элементы Moodle «Обратная связь». На основе полученной совокупности оценок производится автоматизированный расчет оценки каждого участника проекта с учетом личного вклада и фиксируется в журнале оценок ПАОС.

Выбор средств и методов обучения каждого термина регламентируется структурой субмодели представления образовательного контента. Например, рассмотренная выше проектная деятельность предусмотрена по окончании обхода дерева (мультиграфа) термов, что позволяет обеспечить смысловую связанность образовательного контента дисциплины. В случае включения в терм совокупности понятий, возникает необходимость осуществления операций над заданными понятиями, что осуществляется в процессе выполнения заданий в постаудиторной онлайн работе.

Например, терм *«Метод резолюций в исчислении предикатов»*, представленный на рис. 52, включает следующие элементы, сгруппированные по видам учебной работы.

Метод резолюций в исчислении предикатов_р

Ограничено Не доступно (скрыто), пока не выполнено одно из:

- Вы получили заданную оценку за Проверка уровня усвоения термина «Метод резолюций в исчислении высказываний»
- Вы получили заданную оценку за Проверка уровня усвоения термина «Метод резолюций в исчислении предикатов»

• Все:

- Элемент курса **Метод резолюций в исчислении предикатов_к** должен быть отмечен как выполненный
- Вы получили заданную оценку за Проверка уровня усвоения термина «Метод резолюций в исчислении предикатов»

Метод резолюций в исчислении предикатов_б

Ограничено Не доступно (скрыто), пока не выполнено одно из:

- Вы получили заданную оценку за Проверка уровня усвоения термина «Метод резолюций в исчислении высказываний»
- Вы получили заданную оценку за Проверка уровня усвоения термина «Метод резолюций в исчислении предикатов»

• Все:

- Элемент курса **Метод резолюций в исчислении предикатов_р** должен быть отмечен как выполненный
- Вы получили достойную оценку за Проверка уровня усвоения термина «Метод резолюций в исчислении предикатов»

Метод резолюций в исчислении предикатов_к

Ограничено Не доступно (скрыто), пока не выполнено одно из:

- Вы получили необходимую оценку за Проверка уровня усвоения термина «Метод резолюций в исчислении высказываний»
- Вы получили необходимую оценку за Проверка уровня усвоения термина «Метод резолюций в исчислении предикатов»

• Все:

- Элемент курса **Метод резолюций в исчислении предикатов_б** должен быть отмечен как выполненный
- Вы получили заданную оценку за Проверка уровня усвоения термина «Метод резолюций в исчислении предикатов»

Проверка уровня усвоения термина «Метод резолюций в исчислении предикатов»

Ограничено Не доступно (скрыто), пока не выполнено одно из:

- Элемент курса **Метод резолюций в исчислении предикатов_р** должен быть отмечен как выполненный
- Элемент курса **Метод резолюций в исчислении предикатов_б** должен быть отмечен как выполненный
- Элемент курса **Метод резолюций в исчислении предикатов_к** должен быть отмечен как выполненный

Видеопрезентация «Теорема о резолюции» (аудиал)

Ограничено Недоступно, пока не выполнено: Элемент курса Проверка уровня усвоения термина «Метод резолюций в исчислении предикатов» должен быть отмечен как выполненный

Презентация «Теорема о резолюции» (визуал)

Ограничено Недоступно, пока не выполнено: Элемент курса Проверка уровня усвоения термина «Метод резолюций в исчислении предикатов» должен быть отмечен как выполненный

Задание «Теорема о резолюции» (кинестелик)

Ограничено Недоступно, пока не выполнено: Элемент курса Проверка уровня усвоения термина «Метод резолюций в исчислении предикатов» должен быть отмечен как выполненный

Построение логической схемы «Теорема о резолюции» (дигитал)

Ограничено Недоступно, пока не выполнено: Элемент курса Проверка уровня усвоения термина «Метод резолюций в исчислении предикатов» должен быть отмечен как выполненный

АНОНС ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

Практическое занятие будет посвящено особенностям метода резолюций и его применению в исчислении предикатов. Состоится групповое и индивидуально решение заданий на закрепление теоретического материала.

Ограничено Недоступно, пока не выполнено: Вы получили необходимую оценку за Проверка уровня усвоения термина «Метод резолюций в исчислении предикатов» (иначе скрыто)

Задание Метод резолюций в исчислении предикатов

Ограничено Недоступно, пока не выполнено: Вы получили необходимую оценку за Проверка уровня усвоения термина «Метод резолюций в исчислении предикатов» (иначе скрыто)

Заполнение глоссария

Ограничено Недоступно, пока не выполнено: Элемент курса Проверка уровня усвоения термина «Метод резолюций в исчислении предикатов» должен быть отмечен как выполненный

Рисунок 52 – Терм «Метод резолюций в исчислении предикатов»

Предаудиторная онлайн работа:

- Образовательный контент по терму, представленный в трех редакциях изложения;

- тестовое задание, направленное на контроль уровня его усвоения;

- видеолекция «Теорема о резолюции»;

- презентация "Теорема о резолюции";

- задание "Теорема о резолюции";

- построение логической схемы "Теорема о резолюции";

Аудиторная офлайн работа:

- анонс практического занятия.

Постаудиторная онлайн работа:

- задание «Метод резолюций в исчислении предикатов»;

- задание «Заполнение глоссария».

В рамках предаудиторной онлайн работы предусмотрена автоматизированная навигация студента по редакциям учебного материала, представленного в трех редакциях изложения, которая осуществляется на основе достигнутого уровня усвоения термина согласно алгоритму, представленному в параграфе 3.2.3.

Далее студенту становится доступен материал «Теорема о резолюции», представленный в формате видеолекции для обучающихся с доминирующим аудиальным каналом восприятия информации; в формате интерактивной презентации для обучающихся с визуальным каналом восприятия; в формате задания для обучающихся с кинестетическим; в формате задания на построение логической схемы для обучающихся с дигитальным каналом восприятия. Тестирование на выявление доминирующего канала восприятия информации студенты проходят на начальном этапе изучения дисциплины и при этом это не задает жестких рамок, а позволяет студенту самостоятельно принимать решение о выборе контента, используя свои сильные стороны и при желании развивая слабые. Представление образовательного контента в форматах, ориентированных

на перцептивную модальность, создает дополнительные возможности для студентов по повышению уровня усвоения материалов термина.

На аудиторном занятии с преподавателем разбираются проблемные моменты, возникшие сложности при изучении термина, а также осуществляется индивидуальное и групповое решение задач.

Постаудиторная онлайн работа включает выполнение студентами индивидуальных заданий и представление результатов в ПАОС для последующей проверки их преподавателем, рис. 53.

Задание Метод резолюций в исчислении предикатов

Индивидуальные задания по теме «Метод резолюций в исчислении предикатов» находятся в прикрепленном файле. При оформлении индивидуальных заданий необходимо строго придерживаться указанных ниже правил.

1. Вариант выбирается в соответствии с порядковым номером студента в журнале старосты.
2. Результат выполнения работы необходимо представить в формате ФамилияИмяГруппа.doc или ФамилияИмяГруппа.pdf. РАБОТА ДОЛЖНА БЫТЬ ПРЕДСТАВЛЕНА ЕДИНЫМ ФАЙЛОМ!
3. Работы, содержащие задания не своего варианта, не зачитываются.
4. Решения заданий необходимо располагать в порядке возрастания их номеров.
5. Перед решением каждого задания необходимо полностью записать его условие. Оформляя условие, необходимо заменить общие данные конкретными, взятыми из соответствующего варианта.
6. Решения заданий следует излагать подробно и аккуратно, объясняя и мотивируя все действия по ходу решения.

ИЗ Метод резолюций в ИЛП.pdf 22 Ноябрь 2016, 21:38

Изолированные группы:

Резюме оценивания

Скрыто от студентов	Нет
Участники	405
Ответы	447
Требуют оценки	0

[Просмотр всех ответов](#) [Оценки](#)

Рисунок 53 – Задание «Метод резолюций в исчислении предикатов»

Студентам предлагаются задания по вариантам, в которых необходимо доказать выводимость заключения методом резолюции. При этом рассуждение (совокупность посылок) задано на естественном языке. Например, один из вариантов содержит следующее рассуждение:

Любой студент, который сдает экзамен по математической логике и теории алгоритмов и выигрывает в лотерею, счастлив. Известно, что любой удачливый или старательный студент может сдать все экзамены. Иван не относится к числу старательных студентов, но достаточно удачлив. Любой удачливый студент выигрывает в лотерею. Заключение: Иван счастлив.

Студентам необходимо формализовать условие задачи. Ввести предикаты. Записать рассуждение в виде формулы логики предикатов. Осуществить доказательство выводимости заключения методом резолюций.

Также студентам с целью систематизации понятийного аппарата дисциплины предлагается задание по заполнению глоссария дисциплины. Им необходимо провести анализ глоссария ПАОС на полноту представленных понятий дисциплины и внести 1-2 недостающих понятия. Для каждого из них необходимо дать наименование понятия и содержательную часть, раскрывающую его смысл.

Таким образом, изучая термы последовательно для студента в ПАОС реализуется формирование индивидуальной образовательной траектории, предусматривающей возможность улучшения образовательных результатов за счет повторного изучения вариативного образовательного контента. Пример построения индивидуальной образовательной траектории в ПАОС для некоторого студента представлен на рис. 54. При этом цветом выделены элементы ПАОС, формирующие индивидуальное образовательное пространство и обозначена траектория движения по ним студента.

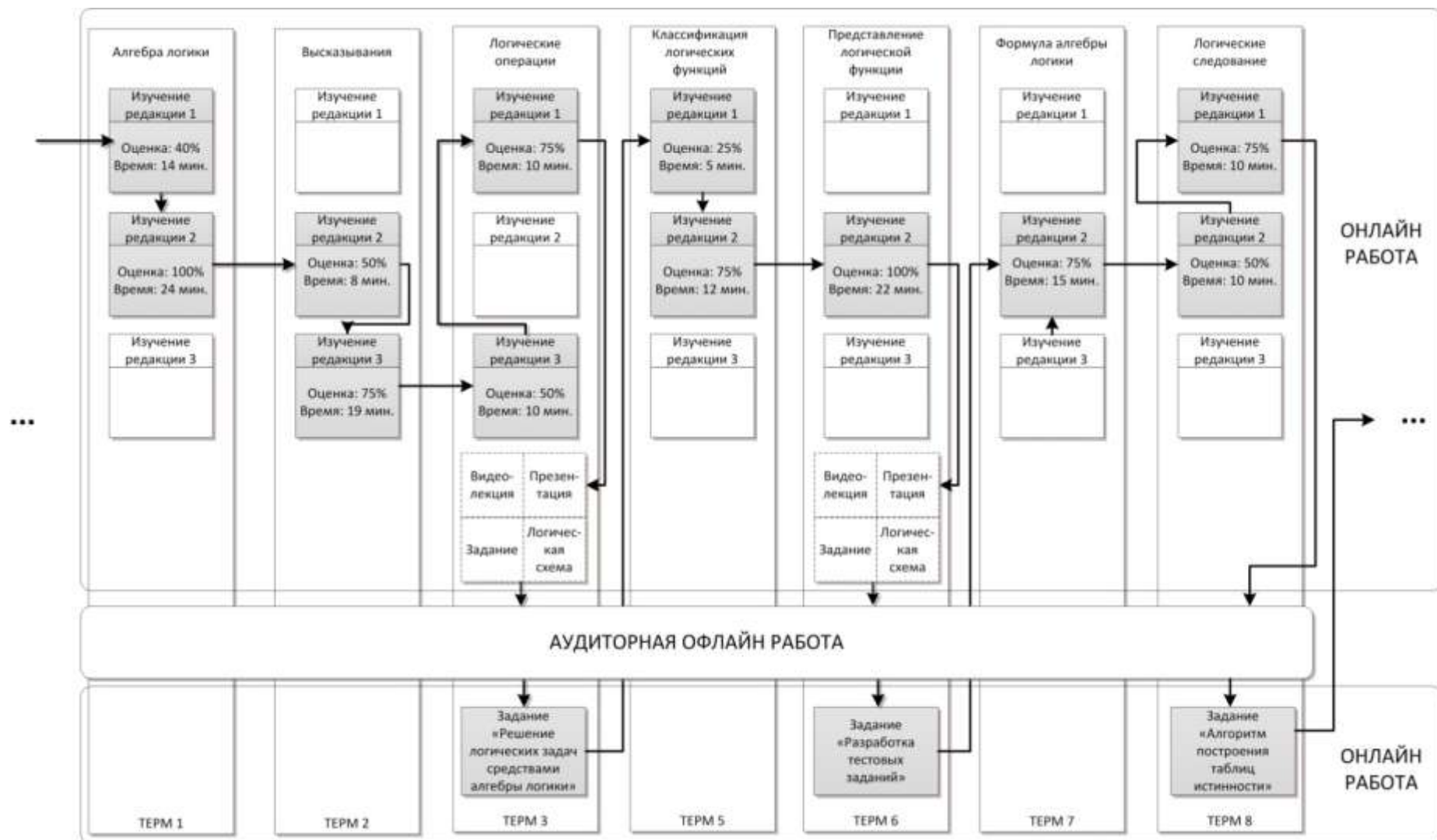


Рисунок 54 – Построение индивидуальной образовательной траектории в ПАОС

Разработанная *персонализированная адаптивная обучающая система по дисциплине «Дискретная математика» для обучения студентов Тувинского государственного университета* включает наряду с рассмотренными параметрами адаптации также адаптацию по языковому аспекту. То есть редакции термов образовательного контента отличаются друг от друга степенью использования русского языка. Редакция учебного материала, рассчитанная на студента с низким уровнем знания русского языка формируется параллельно на тувинском и русском языках. Это создает возможности для адаптации студентов к обучению на русском языке. Следующая редакция материала, рассчитана на студентов со средним знанием русского языка, т.е. тех, кто владеет русским языком на бытовом уровне (уровне общения) и содержит формулировки утверждений и определений на русском языке и сопровождается переводом на тувинский язык, в том числе, включает глоссарий математических терминов. Количество русскоязычных фрагментов каждой микропорции при этом возрастает от редакции к редакции и достигает полностью русскоязычного варианта.

При структурировании предметной области дисциплины «Дискретная математика» трудоемкостью 180 часов было сформировано 28 термов образовательного контента ПАОС в трех редакциях изложения, а в глоссарий предметной области включено 62 термина.

Рассмотрим представление образовательного контента термина «Отношения». Например, в русскоязычном варианте понятие отношения представлено следующим образом.

Отношение – это способ задания взаимосвязей между элементами. Строгое определение: *n-арное отношение* на множестве A называется любое подмножество упорядоченных n элементов этого множества.

Для студентов, владеющих русским языком на недостаточном уровне понятие представлено на тувинском языке.

Харылзаа – дээрге кезектернин бот-боттарынын аразында онаарынын аргазы. Строгое определение: A белугде *n-арныг харылзаа* дээрге ол-ла белугнун подмножествонун чурумчудуткан n - кезектери.

Для обучающихся слабо владеющих русским языком, материал содержит формулировки утверждений и определений на русском языке, но сопровождается русско-тувинским глоссарием математических терминов, фрагмент которого представлен в таблице 14.

Таблица 14

Фрагмент русско-тувинского глоссария ПАОС

Понятие на русском языке	Понятие на тувинском языке
<p>Отношение ρ, заданное на множестве A, называется <i>рефлексивным</i>, если $\forall x \in A: (x, x) \in \rho$.</p> <p><u>Например</u>, отношение жить в одном городе на множестве людей.</p>	<p>Бир эвес $\forall x \in A: (x, x) \in \rho$ харылзаа кылдынып турар болза, A деп бөлүгдө онап каан ρ деп харылзааны <i>рефлексивный</i> дээр .</p> <p><u>Чижээлээрге</u>, чангыс хоорайга болуг кижилернин чурттаар харылзаазы</p>
<p>Отношение ρ, заданное на множестве A, называется <i>антирефлексивным</i>, если $\forall x \in A: (x, x) \notin \rho$.</p> <p><u>Например</u>, быть сыном.</p>	<p>Бир эвес $\forall x \in A: (x, x) \notin \rho$ харылзаа кылдынып турар болза, A деп бөлүгдө онап каан ρ деп харылзааны <i>антирефлексивный</i> дээр.</p> <p><u>Чижээлээрге</u>, оглу болуру.</p>
<p>Отношение ρ, заданное на множестве A, называется <i>симметричным</i>, если $\forall x, y$ из того что $(x, y) \in \rho$ следует, что $(y, x) \in \rho$.</p> <p><u>Например</u>, быть соседом.</p>	<p>Бир эвес $\forall x, y$ –ке $(x, y) \in \rho$ болгаш оон уламчызы $(y, x) \in \rho$ деп харылзаа кылдынып турар болза, A деп бөлүгдө онап каан ρ деп харылзааны <i>симметричный</i> дээр</p> <p><u>Чижээлээрге</u>, кожазы болуру.</p>
<p>Отношение ρ, заданное на множестве A, называется <i>антисимметричным</i>, если $\forall x, y$ из того что $(x, y) \in \rho$ и $(y, x) \in \rho$ следует, что $x = y$</p> <p><u>Например</u>, быть потомком</p>	<p>Бир эвес $\forall x, y$ –ке мындыг харылзаа кылдынып турар болза $(x, y) \in \rho$ биле $(y, x) \in \rho$, болгаш оон уламчызы $x = y$ болза, A бөлүгдө онап каан ρ деп харылзааны <i>антисимметричный</i> дээр.</p> <p><u>Чижээлээрге</u>, салгакчы болуру.</p>
<p>Отношение ρ, заданное на множестве A, называется <i>транзитивным</i>, если</p>	<p>Бир эвес $\forall x, y$ –ке мындыг харылзаа кылдынып турар болза $(x, y) \in \rho$ биле</p>

Понятие на русском языке	Понятие на тувинском языке
$\forall x, y$ из того что $(x, y) \in \rho$ и $(y, z) \in \rho$ следует, что $(x, z) \in \rho$ <i>Например</i> , быть старше.	$(y, z) \in \rho$, болгаш оон уламчызы $(x, z) \in \rho$ болза, A бөлүгүде онап каан ρ деп харылзааны транзитивный дээр. <i>Чижээлээрге</i> , улуг болуру азы.

При подготовке образовательного контента ПАОС использован методический прием «Варьирование приёмов языковой коммуникации», который направлен на использование двух параллельно работающих языков – тувинского и русского для создания наилучших условий обучения в вопросах доступности и восприятия изучаемого материала.

В ПАОС предусмотрена автоматизированная навигация между редакциями материала не только на уровне понимания русского языка, но и на основе уровня усвоения учебного материала. Студентам предлагается редакция учебного материала для изучения. Затем осуществляется автоматизированная проверка его усвоения и в зависимости от полученных результатов в случае выявления проблем:

- усвоения учебного материала, которые носят языковой характер, автоматически предлагается редакция учебного материала с увеличением объема материала на тувинском языке и соответствующая его текущему уровню владения русским языком;

- связанных с недостаточным пониманием материала в ПАОС осуществляется консультационная помощь в виде наводящих автоматических подсказок и разъясняющих примеров по учебному материалу, реализованных через тесты-тренажеры.

Адаптационные механизмы реализованы в ПАОС путем проектирования базы правил подбора образовательного контента и их привязки к соответствующим элементам ПАОС, доступ обучающихся к которым осуществляет их активацию по заданным условиям.

Например, правило осуществляющее автоматическое представление термина образовательного контента в другой редакции изложения при условии неуспеваемости студентом учебного материала и продемонстрировавшего средний уровень владения русским языком задается следующим образом:

IF

[Параметр «Владение русским» := «Средний»

И

Параметр «Уровень усвоения термина *i*» := «Недостаточный» (от 0 % до 50%)]

ELSE

[Параметр «Доступность термина *i*» := TRUE

И

Параметр «Редакция» := «Редакция *B*»

И

Параметр «Детализация» := «Максимальный»].

Также на основе результатов диссертационного исследования была разработана массовая персонализированная адаптивная обучающая система по математической логике для реализации учебного процесса в модели «ПАОС-поддержка дисциплины», которая размещена на платформе Сибирского регионального центра компетенций в области онлайн обучения, режим доступа: <https://online.sfu-kras.ru/enrol/index.php?id=85>. На рис. 55 представлен ее внешний вид.

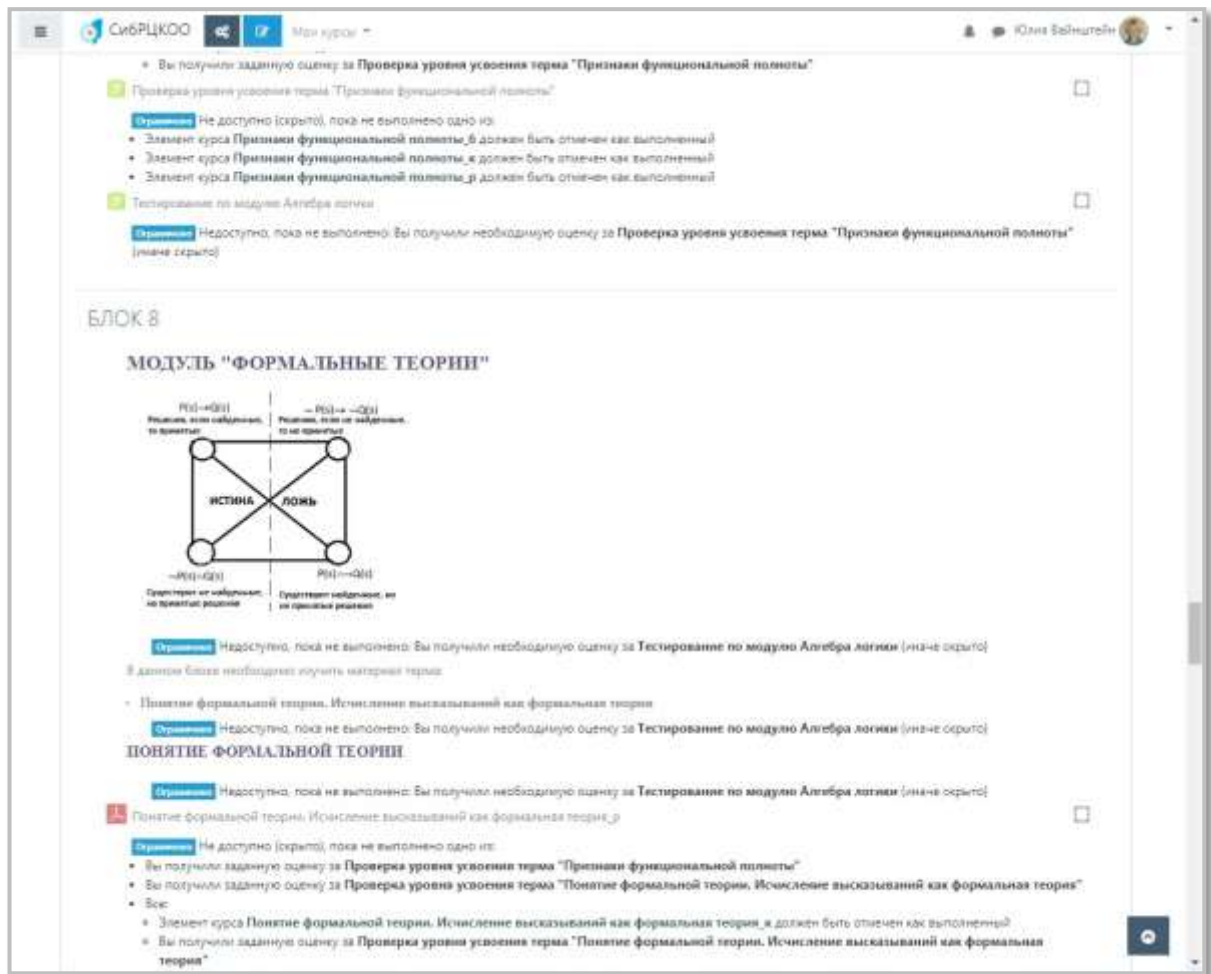


Рисунок 55 – Внешний вид ПАОС «Математическая логика»

Система представлена двумя модулями: Алгебра логики и Формальные теории и включает в себя 11 блоков. Учебный материал каждого блока становится доступным после изучения материала предыдущего блока. Все учебные материалы каждого блока разбиты на термы. По каждому блоку по мере доступности отображается перечень входящих в него термов. Каждый терм представлен в нескольких редакциях изложения материала. Выбор редакции изложения каждого терма (за исключением начального) осуществляется на основе уровня освоения текущего материала. Обучение в персонализированной адаптивной обучающей системе «Математическая логика» успешно прошли 274 студента образовательных организаций России. Обучение в ПАОС полностью автоматизировано и направлено на освоение знаниевого компонента. В качестве

оценочных средств используются тесты к каждому терму учебного материала для проверки уровня его усвоения, а также итоговые тесты по разделам и всей дисциплине в целом. Пример итогового теста представлен на рис. 56. Преимуществом ПАОС выступает высокий уровень вариативности базы тестовых заданий. Разработанная ПАОС рекомендуется для переноса лекционных занятий по дисциплине в ЭИОС по математической логике для студентов направлений 09.00.00 Информатика и вычислительная техника, 10.00.00 Информационная безопасность, 15.00.00 Машиностроение и 27.00.00 Управление в технических системах.

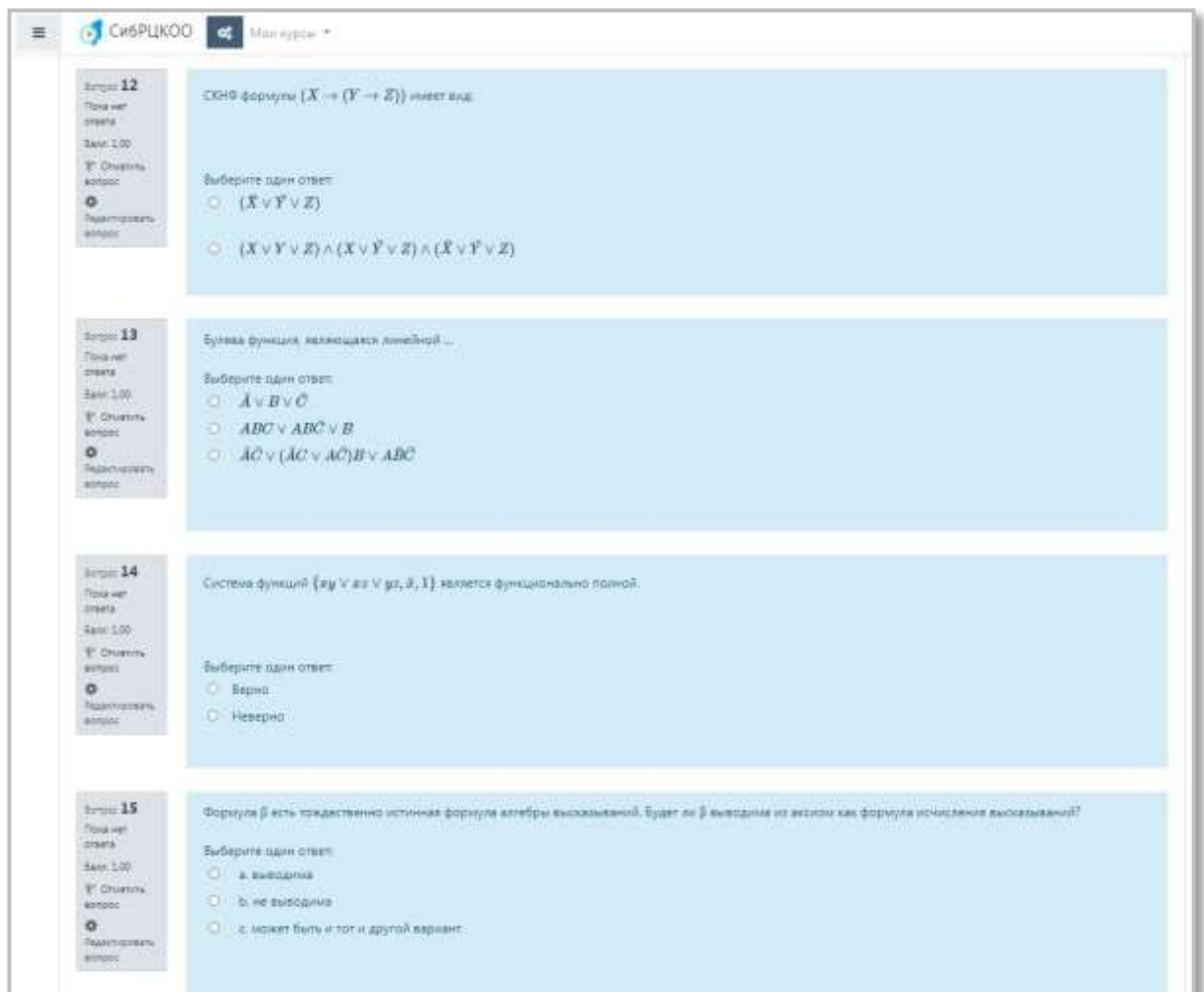


Рисунок 56 – Итоговый тест ПАОС «Математическая логика»

В связи с распространением новой коронавирусной инфекции все вузы нашей страны перешли к реализации образовательных программ исключительно в дистанционном формате с применением электронного обучения. Сложившаяся эпидемиологическая обстановка, несмотря на многочисленные споры и разногласия о возможности реализации образовательного процесса полностью дистанционно, не оставила выбора ни преподавателям вузов, ни студентам.

Была модернизирована персонализированная адаптивная обучающая система по дисциплине «Дискретная математика» для реализации модели учебного процесса «исключительно ПАОС». Разработанный ПАОС стал «единой точкой входа» в образовательный процесс и представлен совокупностью 28 термов. Рассмотрим изучение терма «Основы теории графов», рис. 57.

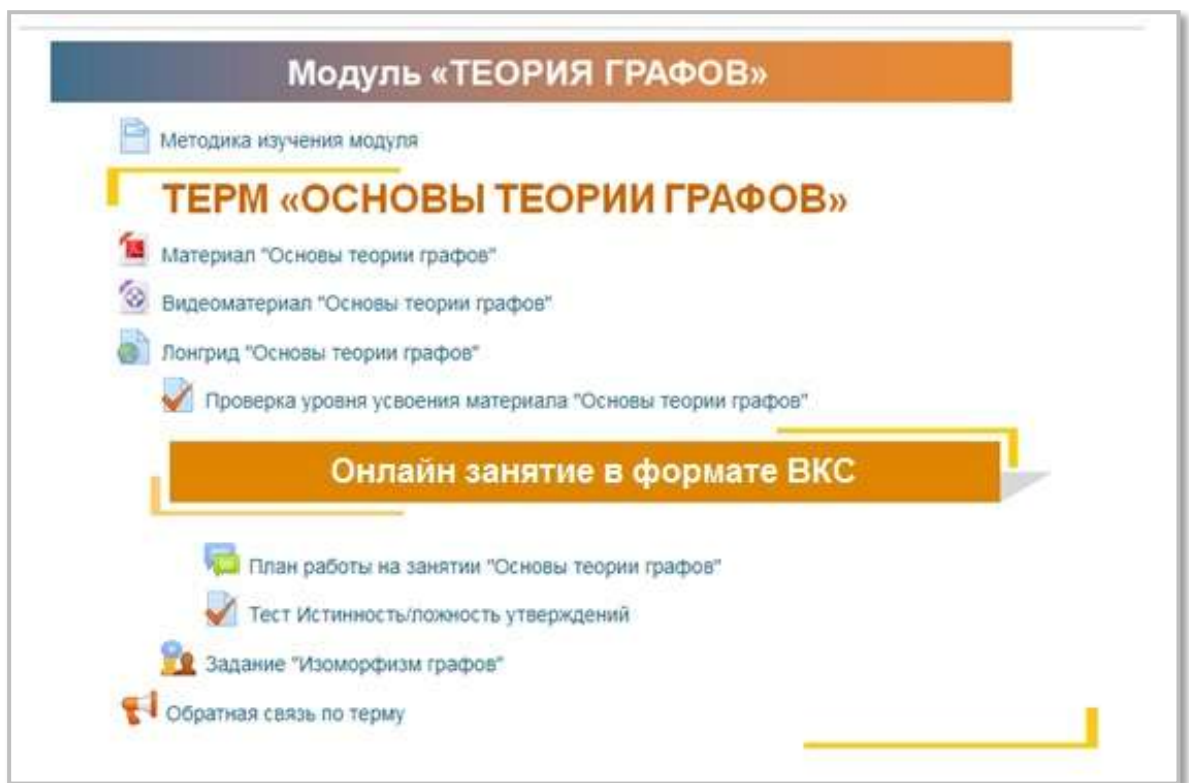


Рисунок 57 – Терм «Основы теории графов»

На начальном этапе изучения каждого терма обучающийся изучает учебный материал с формированием индивидуальной образовательной траектории. Для

этого в ПАОС включены элементы образовательного контента в нескольких редакциях изложения и тест диагностики образовательных результатов. Также ПАОС обеспечивает навигацию студентов и включает элементы, направленные на организацию онлайн-занятия в формате видеоконференции. Например, форум ПАОС «План работы на занятии» предназначен для размещения приглашения на онлайн-занятие, проведения консультации по возникающим вопросам.

Онлайн-занятие предлагается организовать в формате видеоконференции с применением, например, сервиса Zoom, обладающего обширным функционалом. В начале занятия важным моментом, обеспечивающим повышение результативности учебного процесса является разбор проблемных моментов, возникших в процессе работы в ПАОС на основе анализа результатов усвоения изученного материала. Затем студентам предлагается пройти в ПАОС короткий тест на истинность/ложность утверждений, рис. 58.

Оперативно осуществляется представление результатов всей группы и их обсуждение. В условиях реализации занятий исключительно онлайн на передовые позиции выходит коммуникативная составляющая учебного процесса и многое начинает зависеть от личности и роли преподавателя. Наряду с образовательными задачами, задачами преподавателя во время онлайн-занятия выступают: снижение психоэмоционального напряжения студента в условиях интенсивной внеаудиторной учебной деятельности и «отрыва его от коллектива» в условиях самоизоляции и обучения «из дома», вовлечения студента и удержания его в учебном процессе, повышения его мотивации к изучению дисциплины.

В качестве приема, повышающего эффективность онлайн-занятия, предлагается использовать работу в микрогруппах. Для этого студентам предлагается выполнить задания по исследованию графов на изоморфизм и обозначить основные шаги алгоритма. Разбиение студентов на группы по 3-4 человека предлагается осуществлять путем деления участников на отдельные сессионные залы меньшего размера (функция Zoom). То есть каждая микрогруппа студентов «попадает» в отдельную виртуальную комнату. При этом участники виртуальной комнаты обладают всеми возможностями обмена аудио, видео и

демонстрацией экрана. Они могут писать в чат и вести запись. Преподаватель при этом может перемещаться между виртуальными комнатами и направлять ход выполнения задания, как в процессе наблюдения за дискуссией, так и по запросу со стороны микрогрупп. Затем целесообразно вернуть всех участников в общее виртуальное пространство и каждой микрогруппе презентовать полученные решения, а также совместно с преподавателем подвести итоги занятия.

The screenshot shows the 'eКурсы' (eCourses) interface for a course titled 'Дискретная математика' (Discrete Mathematics). The page is divided into several sections:

- Header:** 'eКурсы' logo, 'На сайте 213' (213 on site), and navigation icons.
- Course Info:** 'Дискретная математика', 'Сборная панель', 'Мои курсы', 'ДМ (09.03.02)', 'Раздел 3. ТЕОРИЯ ГРАФОВ', 'Тест истинность/ложность утверждений', and 'Просмотр'.
- Questions:** Five questions are listed, each with a 'Показать ответ' (Show answer) button.
 - Вопрос 1:** Степени вершин полного графа одинаковы, и каждая из них на 1 меньше числа вершин этого графа. Выберите один ответ: Верно, Неверно.
 - Вопрос 2:** Количество помеченных графов с 3-мя вершинами равно 8. Выберите один ответ: Верно, Неверно.
 - Вопрос 3:** Сумма степеней вершин полного графа число четное, равное удвоенному числу ребер графа. Выберите один ответ: Верно, Неверно.
 - Вопрос 4:** В государстве, в котором из каждого города выходит 3 дороги, существует ровно 100 дорог. Выберите один ответ: Верно, Неверно.
 - Вопрос 5:** В трех различных домах живут три поссорившиеся между собой соседа. Недалеко от их домов имеются три колоды. От каждого дома возможно проложить к каждому из колоды тропинку так, чтобы никакие две из них не пересекались. Выберите один ответ: Верно, Неверно.
- Navigation Panel:** 'Навигация по тесту' with buttons 1-7, 'Закончить попытку...' (Finish attempt...), and 'Начать новый просмотр' (Start new review).
- Footer:** 'Закончить попытку...' (Finish attempt...)

Рисунок 58 – Тест «Истинность/Ложность утверждений»

После онлайн занятия в формате видеоконференции происходит возврат студентов в ПАОС, для выполнения деятельности, направленной на закрепление материала и обеспечивающей «прирост» образовательных результатов обучающихся. Например, по терму «Основы теории графов» предусмотрено задание с взаимным рецензированием работ, реализуемое при помощи элемента «Семинар» LMS Moodle, обеспечивающего реализацию компонента «Предконтактная работа в ПАОС». Студентам предлагается придумать профессионально-направленные задачи, в которых возникает необходимость установления изоморфизма графов. А затем в рамках взаимооценки студенты изучают и оценивают предложенные варианты, выступая в позиции эксперта.

Таким образом, в исследовании разработаны персонализированные адаптивные обучающие системы на примере математических дисциплин «Дискретная математика» и «Математическая логика и теория алгоритмов» для студентов информационно-технологических направлений подготовки, которые реализуют стратегий интеграции ПАОС в образовательный процесс: смешанного обучения «ПАОС+», «ПАОС-поддержка дисциплины» и «исключительно ПАОС».

Разработанные ПАОС обеспечивают возможность постоянного мониторинга и реализации механизмов обратной связи, доступную и оперативную коммуникацию участников образовательного процесса (студентов и преподавателя), формирование и развитие навыков самостоятельной и коллективной работы, реализацию личностного потенциала, вовлечение студентов в учебный процесс, повышение мотивации, а также формирование предметных образовательных результатов.

4.2. Ход эксперимента и основные этапы исследования

Рассмотрим организацию педагогического эксперимента и основные этапы исследования, в процессе которого была осуществлена экспериментальная проверка сформулированной гипотезы. Педагогический эксперимент

осуществлялся нами в течение 2010-2021 гг. в институте космических и информационных технологий ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» и физико-математическом факультете ФГБОУ ВО «Тувинский государственный университет» в четыре этапа. Структура педагогического эксперимента, как совокупность этапов и соответствующих им периодов реализации представлена в таблице 15.

Таблица 15

Структура педагогического эксперимента

№	Этап исследования	Период реализации, гг.
1.	Констатирующий	2010-2012
2.	Поисковый	2013-2015
3.	Формирующий	2016-2019
4.	Обобщающий	2020-2021

Констатирующий этап педагогического эксперимента включил в себя анализ психолого-педагогических, научно-методических исследований, нормативно-методических и законодательных документов, посвященных проблеме исследования, методологический анализ профессиональных и федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования.

В этот период были выявлены основные противоречия, дефициты и образовательные потребности, возникающие при построении образовательного процесса в условиях современного уровня развития цифрового общества. Теоретическое исследование и данные констатирующего этапа экспериментальной работы позволили сформулировать ведущую идею, состоящую в том, педагогическое проектирование персонализированного адаптивного обучения студентов вуза учебной дисциплине необходимо осуществлять на основе: научно-обоснованной концепции, интегрирующей

преимущества результативных подходов в офлайн обучении с возможностями ЭИОС; активной адаптивности, т.е. управления обучением, которое учитывает динамические характеристики студента, изменяющиеся в процессе изучения дисциплины; синтеза адаптивного и персонализированного обучения, состоящего в том, что стратегии адаптации разработаны с учетом образовательных результатов, индивидуальных характеристик студентов и возможности управления студентом своей образовательной траекторией в рамках учебной дисциплины; возможности переходить на нано-уровень дисциплины, т.е. структурировать учебный контент вплоть до микропорций в процессе изучения.

Основными задачами данного этапа педагогического эксперимента стали:

- определение актуальности исследования;
- выявление теоретико-методологических основ исследования;
- анализ исторических предпосылок и особенностей этапа цифровизации системы образования;
- раскрытие особенностей и сущности персонализации образовательного процесса в условиях цифровизации образования;
- исследование процесса обучения студентов в условиях электронной информационно-образовательной среды;
- выявление образовательных потребностей, сложностей и проблем, возникающих у обучающихся и педагогов в современных условиях;
- выявление предпочитаемых дидактических составляющих обучения в условиях цифровизации вуза;
- обзор адаптивных обучающих систем и ресурсов;
- конкретизация сущности персонализированного адаптивного обучения.

Педагогический эксперимент данного этапа включил следующую работу для решения поставленных задач:

- анализ нормативно-законодательных документов, ФГОС ВО 3++, профессиональных стандартов, образовательных программ;

- анализ психолого-педагогической и научно-методической литературы по вопросам персонализированного и адаптивного обучения;
- анкетирование обучающихся, интервьюирование преподавателей и статистическая обработка полученных результатов;
- наблюдение, накопление и обобщение педагогического опыта организации ЭО и ДОТ.

В процессе констатирующего эксперимента нами было проведено анкетирование обучающихся и преподавателей Сибирского федерального университета.

Целью анкетирования студентов являлось исследование проблемы обеспечения массовой персонализации образовательного процесса в вузе, выявление его сильных и слабых сторон в условиях интенсивного развития методов и подходов ЭО и ДОТ. Всего в анкетировании приняли участие 684 студента института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета.

Анализируя результаты анкетирования, можно отметить, что большинство студентов рассматривает электронное обучение как средство, обладающее значительным потенциалом. Но при этом они отмечают сложности, связанные с электронным обучением, что обуславливает необходимость развития и совершенствования технологий электронного обучения.

Так, 68,8 % считают, что сложности в образовательном процессе вызывают большие порции учебного материала, представленные в электронной среде.

59,2 % отмечают сложности навигации в электронных обучающих курсах и ресурсах.

52,1% студентов отмечают недостаточный учет индивидуальных характеристик и личностных особенностей.

50,7 % отмечают отсутствие адаптации учебного материала и контрольно-измерительных материалов.

38,5 % отмечают отсутствие персонализированной настройки интерфейса.

37,6 считают, что при реализации электронного обучения существует проблема целостной организации учебного процесса.

При анкетировании студентов I-II курса выяснено следующее:

61,2 % отмечают низкую мотивацию студентов как источник проблем организации электронного обучения;

63,9 % считают, что в электронном обучении возникают трудности самоорганизации обучающихся;

лишь 36,5% считают, что в электронном обучении возникают сложности коммуникации с преподавателем дисциплины;

при этом 32,4% отмечают, что сложности могут возникать при отсутствии поддержки преподавателя в учебном процессе.

Анкеты обучающихся на III-VI курсах демонстрируют, что ситуация несколько меняется:

46,7 % считают, что в электронном обучении возникают трудности самоорганизации обучающихся;

38,4 % отмечают низкую мотивацию студентов как источник проблем организации электронного обучения;

при этом 23,4% отмечают, что сложности могут возникать при отсутствии поддержки преподавателя в учебном процессе;

лишь 18,4% считают, что в электронном обучении возникают сложности коммуникации с преподавателем дисциплины.

Анализ анкет респондентов позволил нам сделать следующие выводы:

– значительное количество студентов отмечают отсутствие механизмов адаптации учебного материала, сложности навигации в электронных обучающих курсах, недостаточный учет индивидуальных характеристик, рис. 59;

– при этом на младших курсах доля студентов, которые отмечают низкую мотивацию и сложности самоорганизации при обучении в электронной среде, значительно выше, чем на старших, рис. 60;

– также студенты считают важным участие преподавателя в учебном процессе при организации его в электронной среде, так как отмечают в качестве

сложностей проблемы с коммуникации с преподавателями и необходимость поддержки.

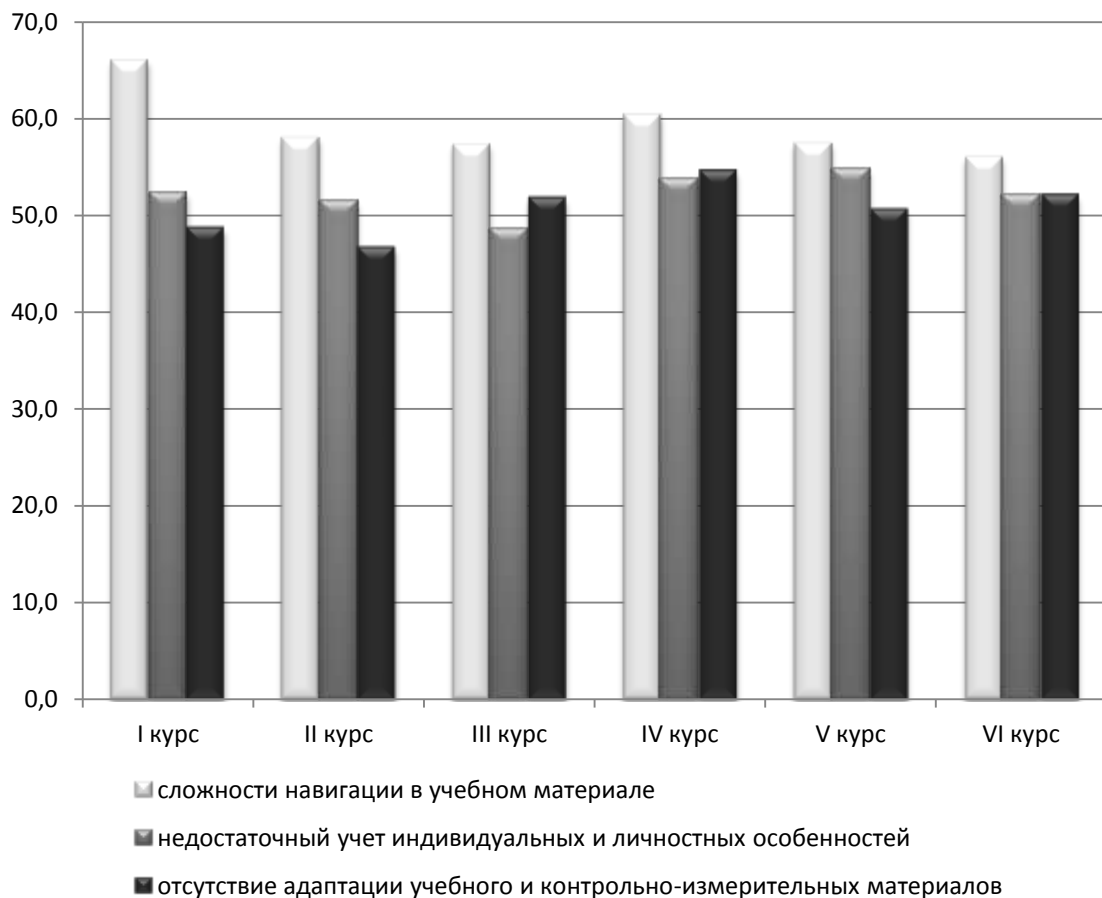


Рисунок 59 – Характеристики, вызывающие сложности электронного обучения

В результате анкетирования студентов был получен материал, анализ которого позволил заключить, что со стороны обучающихся в электронном обучении существуют дефициты адаптивности образовательного контента, учета их индивидуальных особенностей, существуют проблемы и сложности, связанные с отсутствием системы навигации в ЭИОС, низким уровнем прикладной и профессиональной направленности обучения, особенно на младших курсах, что актуализирует педагогическое проектирование персонализированного адаптивного образовательного процесса.

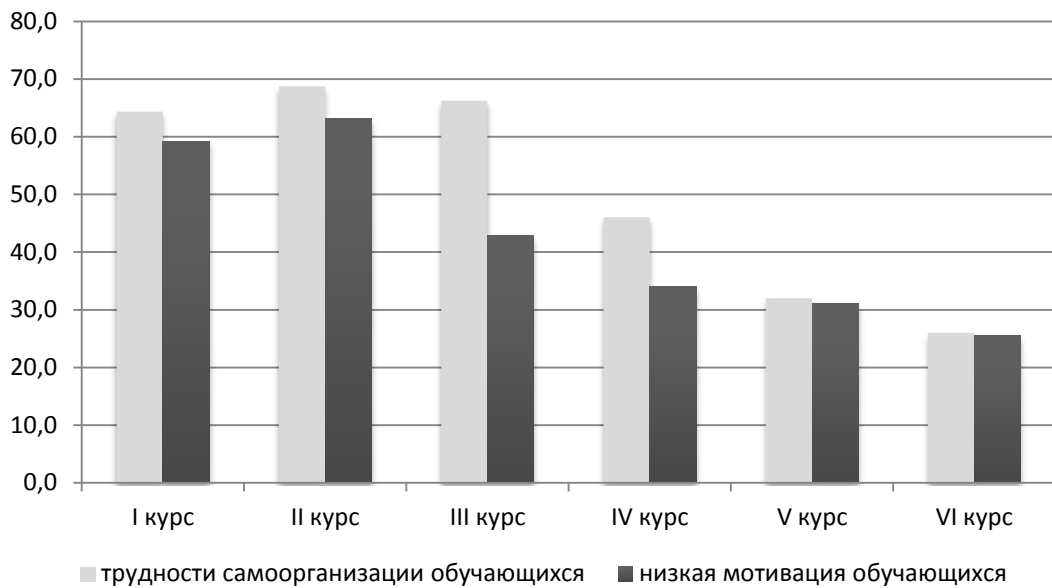


Рисунок 60 – Сложности электронного обучения: низкая мотивация и трудности самоорганизации

С одной стороны, анализ источников по проблеме организации образовательного процесса в условиях цифровизации и развития электронного обучения, а также беседы с преподавателями и студентами позволяют сделать вывод об отсутствии результативных системных подходов педагогического проектирования персонализированного адаптивного обучения, адекватного современным тенденциям цифровизации образования. С другой стороны, преподаватели, отмечают, что значительная часть студентов демонстрирует отсутствие мотивации и самоорганизации в обучении, особенно в электронной среде. Даже студенты, положительно зарекомендовавшие себя в учебном процессе, время от времени испытывают затруднения без поддержки и контроля со стороны преподавателя.

Полученные в процессе констатирующего эксперимента результаты позволили сформулировать гипотезу исследования: персонализированное адаптивное обучение будет результативным, если его педагогическое

проектирование основано на модели обратного педагогического дизайна, т.е. осуществляется исходя из образовательных результатов и при этом:

- использована концепция, интегрирующая результативные подходы в офлайн обучении (системный, личностно-ориентированный, деятельностный, предметно-информационный и средовой подходы при ведущей роли компетентностного подхода) с возможностями онлайн обучения в ЭИОС;
- реализована активная адаптивность, которая заключается в том, что управление обучением происходит с учетом динамических характеристик обучающегося, которые могут изменяться в процессе обучения;
- разработаны стратегии адаптации на основе принципов как адаптивного, так и персонализированного обучения, позволяющие управлять студенту своей образовательной траекторией в процессе изучения дисциплины;
- образовательный контент структурирован до уровня микропорций, что повышает гибкость стратегий адаптации при построении индивидуальных образовательных траекторий;
- предусмотрено создание целостной персонализированной адаптивной обучающей системы, состоящей из субмоделей: представления вариативного образовательного контента, персонального профиля обучающегося, компетентностного фреймворка для многомерной оценки образовательных результатов и управления образовательным процессом по дисциплине.

При этом принципы, заложенные в основу концепции персонализированного адаптивного обучения и структура ПАОС должны обеспечивать целостность образовательного процесса, гибкую адаптацию образовательного контента, коммуникацию всех участников образовательного процесса и формирование у студентов повышения мотивации к обучению, повышению уровня самоорганизации и включать разнообразные формы, методы и средства обучения.

Поисковый этап педагогического эксперимента (2013-2015 гг.) включил в себя научно-исследовательскую работу по поиску обоснований и построению концепции персонализированного адаптивного обучения, педагогическому

проектированию персонализированного адаптивного обучения, построению методической системы обучения, созданию структуры персонализированной адаптивной обучающей системы. На этом этапе выявлены теоретико-методологические основания концепции, выявлены педагогические закономерности и комплекс педагогических принципов, включающих общедидактические, личностно-ориентированные и технологически-обеспечивающие принципы персонализированного адаптивного обучения, разработана структурно-содержательная модель педагогического проектирования, обоснована и разработана структура ПАОС, включающая комплекс субмоделей представления образовательного контента, персонального профиля обучающегося, управления образовательным процессом и компетентностного фреймворка, разработаны стратегии интеграции ПАОС в образовательный процесс и траектории ее реализации. Экспериментальная работа на данном этапе осуществлялась в системе электронного обучения Сибирского федерального университета (отработка способов представления образовательного контента, механизмов обеспечения вариативности контента, средств коммуникации участников образовательного процесса и др.).

Для достижения задач поискового эксперимента были использованы следующие методы исследования:

- анализ научно-педагогической литературы, посвященной методологическим и концептуальным основаниям реализации персонализированного адаптивного обучения;
- научно обоснованный отбор и накопление первичного практического опыта организации электронного обучения студентов;
- интервьюирование студентов и преподавателей.

Основой поискового этапа эксперимента были следующие работы:

- разработка подхода к представлению образовательного контента, а также проектирование и разработка соответствующих средств обучения;
- проектирование персонального профиля обучающегося;

- разработка стратегий адаптации образовательного контента, обеспечивающих гибкое управление образовательным процессом;
- разработка методики многомерного оценивания образовательных результатов;
- разработка персонализированных адаптивных обучающих систем по математическим дисциплинам;
- организация и апробация учебно-познавательной деятельности обучающихся с использованием разработанных ПАОС.

На основе результатов наблюдений за процессом обучения студентов в ПАОС, анализа образовательного контента и алгоритмов его адаптации к индивидуальным характеристикам обучающихся проходила корректировочная работа. Были модернизированы методы обучения, механизмы коммуникации, систематизированы управляющие воздействия для вовлечения и удержания студентов в учебном процессе, уточнен содержательный состав субмоделей ПАОС. В результате исследовательской деятельности на данном этапе определена структура персонализированной адаптивной обучающей системы и обоснованы субмодели представления образовательного контента, персонального профиля обучающегося, управления образовательным процессом и компетентностного фреймворка, входящие в ее состав.

Результаты констатирующего и поискового этапов экспериментальной деятельности дали возможность для осуществления *формирующего этапа* педагогического эксперимента (2016-2020 гг.) включил в себя внедрение и апробацию результатов исследования, осуществление эксперимента, нацеленного на проверку результативности и эффективности педагогического проектирования персонализированного адаптивного предметного обучения и проверки гипотезы исследования.

На этом этапе были внедрены разработанные ПАОС по математическим дисциплинам для студентов информационно-технологических направлений подготовки, выявлены условия эффективной реализации методической системы обучения, проведен мониторинг достижения образовательных результатов

обучающихся, произведена оценка уровня мотивации к учебной деятельности и оценка трудозатрат педагогов. На данном этапе была реализована и внедрена массовая персонализированная адаптивная обучающая система на платформе онлайн образования e-Сибирь регионального центра компетенции в области онлайн обучения.

На формирующем этапе была осуществлена опытно-экспериментальная работа и обработка результатов педагогического эксперимента, направленная на оценку результативности диссертационного исследования и сформулированы основные выводы педагогического эксперимента.

Формирующий этап эксперимента мы посвятили решению следующих задач:

- организация персонализированного адаптивного образовательного процесса с применением ПАОС на примере математических дисциплин для студентов;

- обеспечение равных условий для обучающихся, входящих в контрольную и экспериментальную группу и принимающих участие в апробации результатов исследования;

- анализ результатов обучения математическим дисциплинам на основе ПАОС по динамике уровня сформированности математической компетентности обучающихся

- анализ результатов с точки зрения эффективности построения индивидуальных образовательных траекторий.

При формировании контрольных и экспериментальных групп были выдержаны следующие требования:

- во всех попарно сравниваемых группах (контрольных и экспериментальных) учебный процесс осуществлялся одними и теми же преподавателями (с целью снижения влияния личностного фактора);

- единые содержание и контрольно-измерительные мероприятия для всех обучающихся;

- унифицированные требования к оценке образовательных результатов.

На формирующем этапе эксперимента были задействованы бакалавры 1,2 курсов обучающиеся по информационно-технологическим направлениям подготовки в институте космических и информационных технологий Сибирского федерального университета; бакалавры 1,2 курса физико-математического факультета Тувинского государственного университета. Анализ результатов педагогического эксперимента будет подробно представлен в параграфе 4.3.

На обобщающем этапе экспериментальной деятельности (2020-2021 гг.) проводились анализ, систематизация и обобщение результатов исследования, осуществлялось их соотнесение с поставленной целью, формулировались выводы научного исследования, осуществлялось оформление результатов диссертационного исследования.

4.3. Анализ результатов педагогического эксперимента

Перейдем к изложению результатов педагогического эксперимента, направленного на педагогическое проектирование персонализированного адаптивного обучения учебной дисциплине студентов вуза в условиях цифровизации. Для экспериментальной проверки эффективности результатов педагогического исследования была проведена опытно-экспериментальная работа. В эксперименте приняли участие более 800 студентов, выборки на заключительных этапах составили 251 студент бакалавриата, обучающиеся по направлениям подготовки 090302 – «Информационные системы и технологии» и 090304 – «Программная инженерия» института космических и информационных технологий ФГАОУ ВО Сибирского федерального университета и физико-математического факультета ФГАОУ ВО Тувинского государственного университета. Из них экспериментальная группа (ЭГ) составила 126 студентов и контрольная группа (КГ) – 125 студентов.

Эксперимент затрагивал все основные компоненты методической системы персонализированного адаптивного обучения математической логике и теории алгоритмов, которые содержательно одинаковы как для экспериментальной, так и для контрольной группы, то есть, использован образовательный контент с единым содержанием, единые контрольно-измерительные материалы и требования к оцениванию обучающихся. Но обучение в экспериментальной группе осуществлялось с использованием ПАОС, а обучение в контрольной группе осуществлялось с использованием электронных обучающих курсов, не поддерживающих гибкую активную адаптацию образовательного контента под характеристики обучающихся.

Оценка результатов опытно-экспериментальной работы была проведена с различных позиций.

На заключительном этапе было проведено анкетирование студентов экспериментальной группы с целью выявления их мнения о результатах обучения с применением ПАОС. Анкетирование продемонстрировало положительную реакцию обучающихся на внедрение персонализированного адаптивного предметного обучения.

Например, при оценке доступности содержания ПАОС, отвечая на вопрос: «Как Вы оцениваете доступность содержания ПАОС дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов»?» по 10-ти бальной шкале (0 – низкая доступность, 10 – высокая доступность для понимания), студенты поставили оценки не ниже 5 баллов, причем 81,7 % обучающихся поставили 8, 9 и 10 баллов, рис. 61.

Как Вы оцениваете доступность содержания ПАОС?

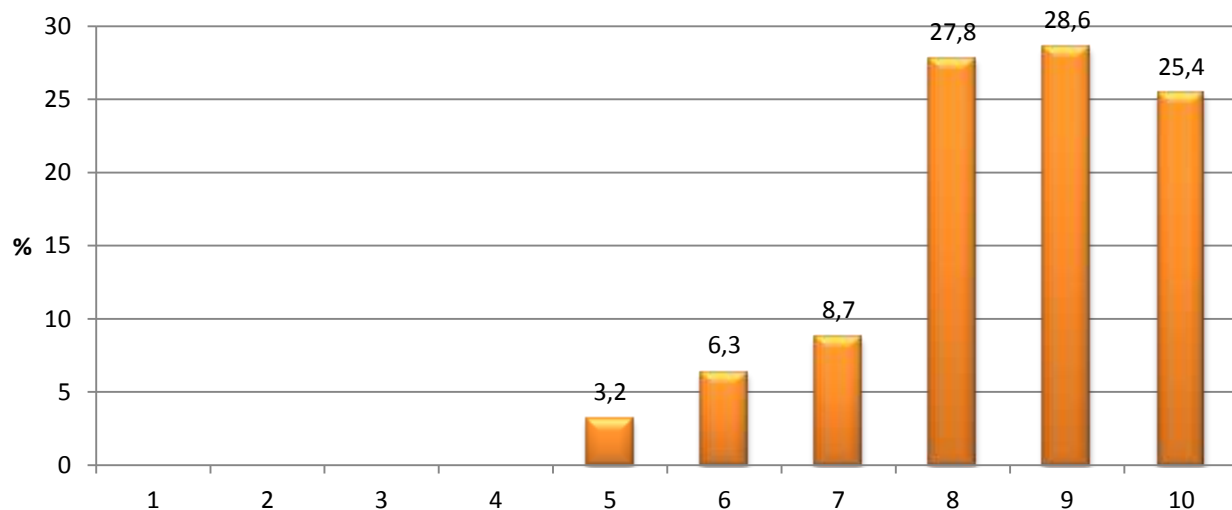


Рисунок 61 – Оценка доступности содержания ПАОС по 10-бальной шкале

При оценке адаптивности учебного материала ПАОС 43,7 % обучающихся отметили вариант «высокий уровень адаптивности», 37,3 % посчитали «уровень адаптивности скорее высокий» и 19 % выбрали вариант «средний», рис. 62.

Как Вы оцениваете адаптивность образовательного контента?

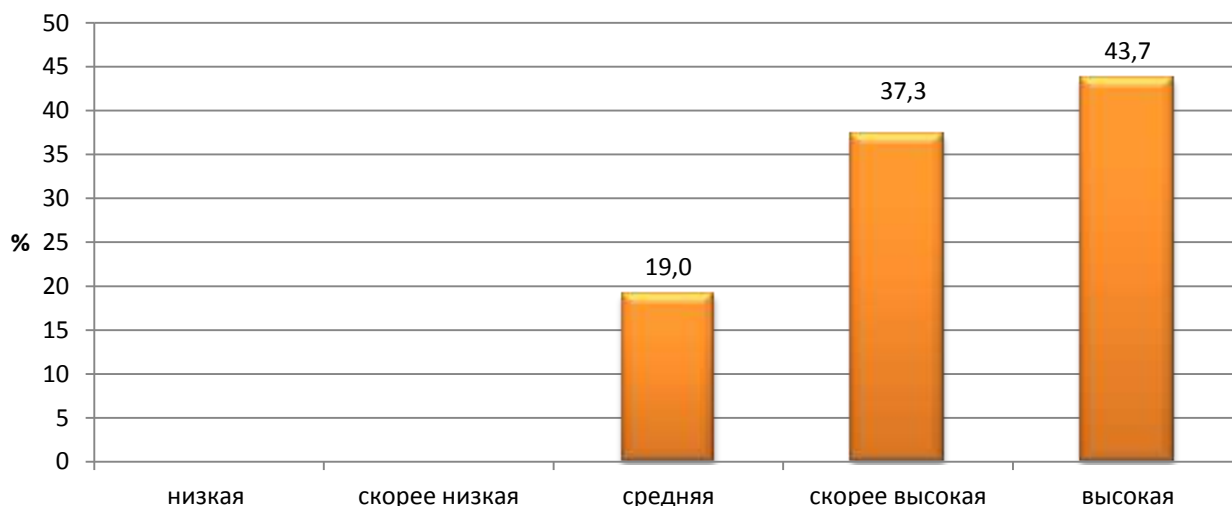


Рисунок 62 – Оценка адаптивности образовательного контента ПАОС

При оценке простоты и удобства навигации 54,3% студентов оценили ее в 10 баллов, 30,7% поставили 9 баллов, 7,9% – 8 баллов, оставшиеся 5,5% оценили навигацию в 5,6,7 баллов по 10-ти бальной шкале, рис. 63.

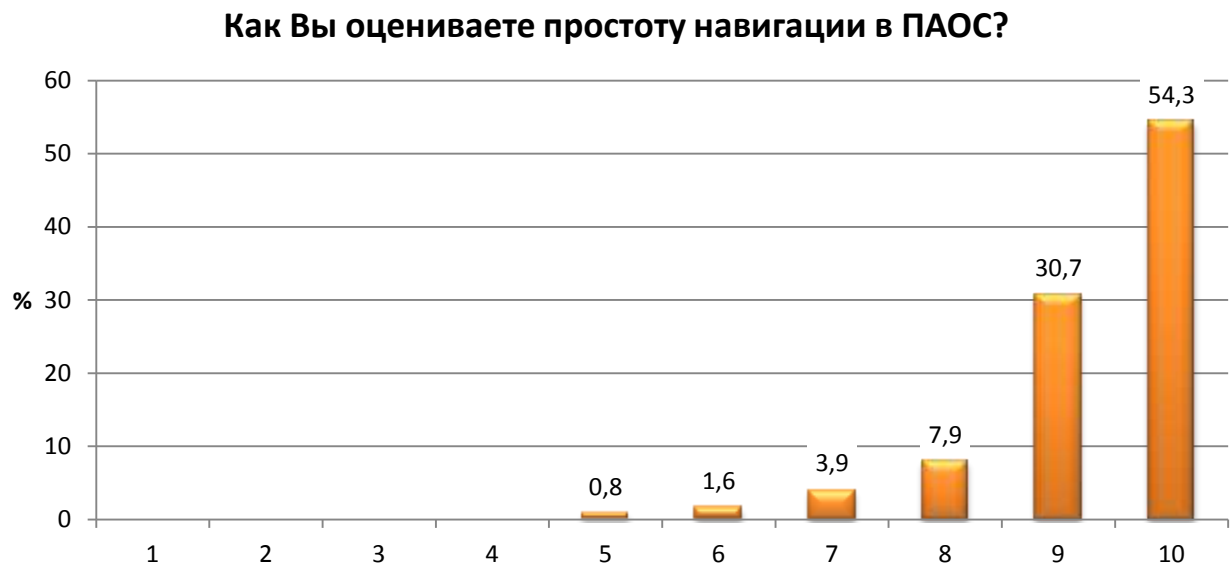


Рисунок 63 – Оценка навигации в ПАОС

При ответе на вопрос: «Как Вы считаете, изучение дисциплины в ПАОС способствует лучшему усвоению предмета?»:

- 88,2 % обучающихся согласились с этим;
- 7,1% затруднились дать ответ на этот вопрос;
- 3,9 % не согласились с данным утверждением, рис. 64.

Как Вы считаете, изучение дисциплины в ПАОС способствует лучшему усвоению предмета?

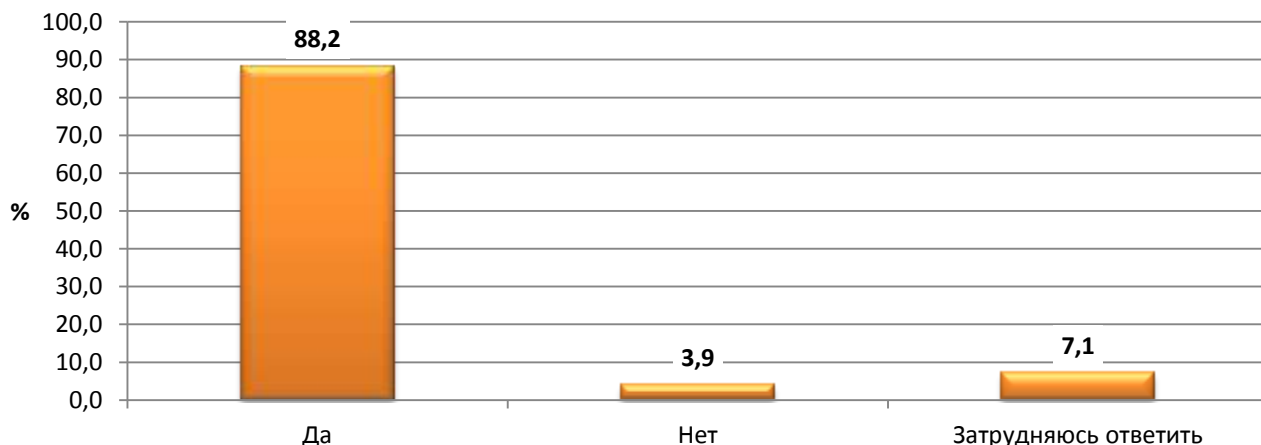


Рисунок 64 – Оценка влияния ПАОС на усвоение предмета

При оценке влияния ПАОС на мотивацию согласно мнению самих обучающихся: 85,7% респондентов отметили повышение мотивации к изучению дисциплины в ПАОС, 12,7 воздержались от ответа и лишь для 1,6 % предложенный подход показался скорее неинтересным, за полное отсутствие интереса к применению адаптации образовательного контента в обучении учебной дисциплине не высказался никто, рис. 65.

Как Вы оцениваете мотивацию при обучении в ПАОС?



Рисунок 65 – Оценка влияния ПАОС на мотивацию к изучению дисциплины

При оценке влияния элементов геймификации персонализированной адаптивной обучающей системы на позитивное отношение обучающихся к дисциплине 89,7 % обучающихся подтвердили, что элементы геймификации в ПАОС формируют позитивное отношение к дисциплине, 7,1 % студентов затруднились дать ответ на этот вопрос и 3,2 % – отрицательно ответили на данный вопрос, рис. 66.

Элементы геймификации формируют позитивное отношение к дисциплине?

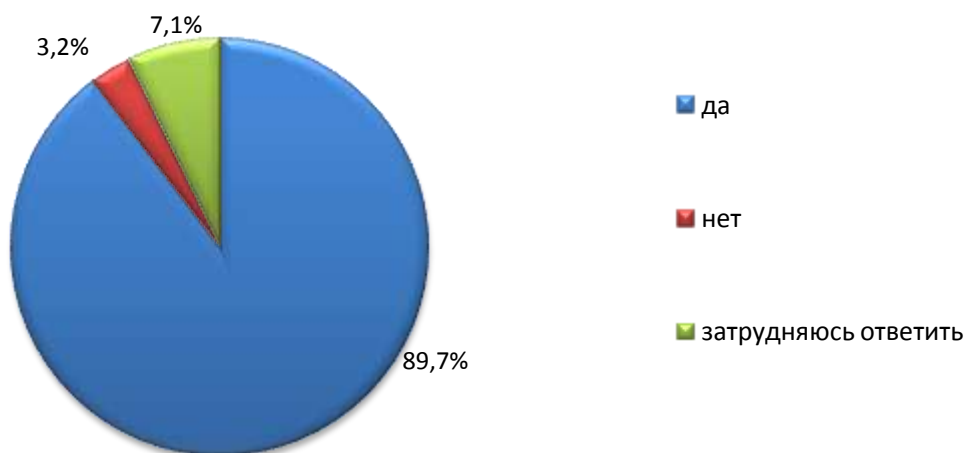


Рисунок 66 – Оценка влияния элементов геймификации на позитивное отношение к дисциплине

Оценка эффективности элементов геймификации ПАОС (таблицы лидеров, индикатор прогресса ПАОС, значки ПАОС и др.) по 5-ти бальной шкале (от неэффективности до высокоэффективности) представлена на рисунке 67. Большинство студентов придерживаются мнения об эффективности элементов геймификации в ПАОС.

Оцените эффективность элементов геймификации в ПАОС

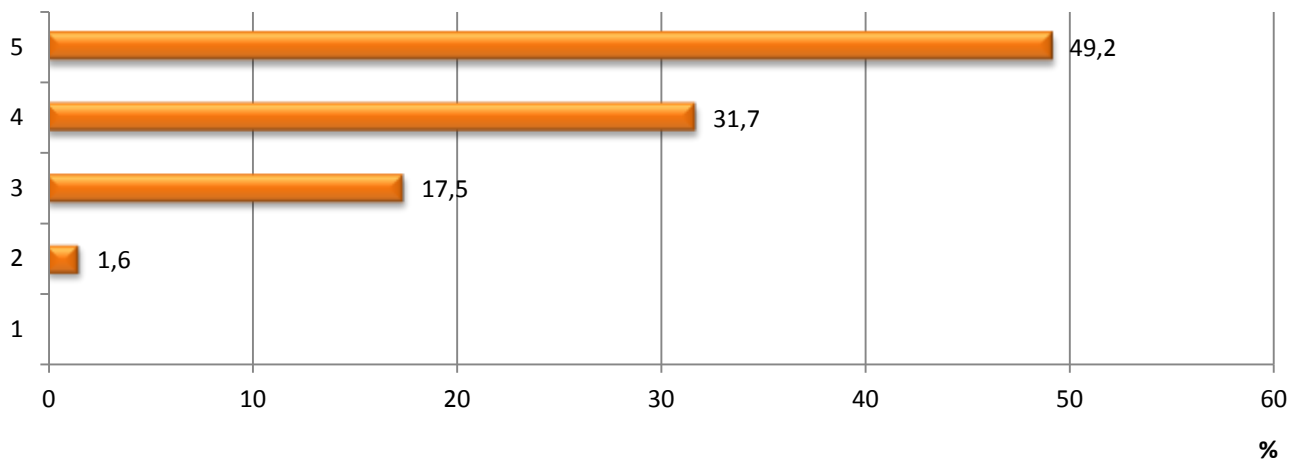


Рисунок 67 – Оценка эффективности элементов геймификации ПАОС

При оценке затруднений, возникших в процессе персонализированного адаптивного обучения 17,5 % студентов отметили высокую сложность учебного материала, 11,9 % – высокий темп обучения, 10,3 % – большой объем учебного материала, 7,1 % – отсутствие достаточного интереса к дисциплине, 5,6 % – технические проблемы, а у 47,6 обучающихся – затруднений не возникало, рис. 68. Примечательно, что никто не отметил, что затруднения при обучении в ПАОС связаны с отсутствием внимания со стороны преподавателя, несмотря на увеличение доли самостоятельной работы и увеличение консультационной роли преподавателя.

Затруднения, возникшие у Вас в ходе обучения, были связаны:

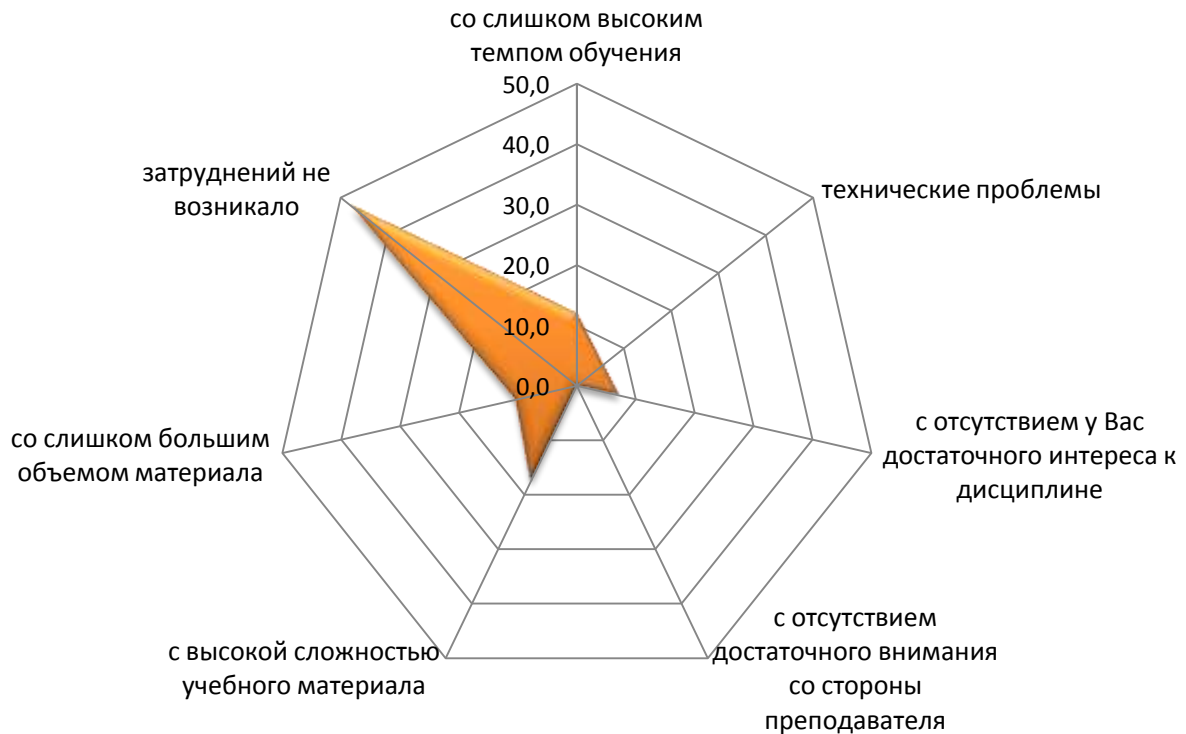


Рисунок 68 – Затруднения, возникающие в процессе персонализированного адаптивного обучения

Проверка результатов опытно-экспериментальной работы относительно реализации стратегий адаптации образовательного контента и построения индивидуальных образовательных траекторий показала, что 78,6 % студентов принимали персональное решение о необходимости улучшения своих результатов обучения, при этом 77,8 % это удалось осуществить, 66,7 % студентов вышли за пределы ядра предметной области дисциплины на основе заявленных ими персональных потребностей и целей, для 67,5 % студентов образовательный контент был адаптирован на основе индивидуальных характеристик, таблица 16.

Результаты применения стратегий адаптации к студентам в ПАОС

Показатель	% обучающихся
Применена стратегия адаптации контента на основе образовательных результатов	78,6
Применена стратегия адаптации контента на индивидуальных характеристиках	66,7
Применена стратегия адаптации контента на основе персональных потребностей и запросов	67,5

В результате персонализированного адаптивного обучения в ПАОС для каждого студента была реализована собственная индивидуальная образовательная траектория с точки зрения учебных материалов термина, соответствующих индивидуальным характеристикам, образовательным результатам, персональным целям и потребностям обучающихся, продолжительности изучения терминов, времени обучения, количества попыток выполнения заданий и др.

Для проверки результативности образовательного процесса в ПАОС в процессе педагогического эксперимента мы применяли различные средства мониторинга образовательных результатов в персонализированной адаптивной обучающей системе: контрольно-измерительные материалы, включающие тесты, задания, опросники, анкеты и др., что позволило оценить сформированность компетенции. Для покомпонентной оценки уровня сформированности компетенции в экспериментальной и контрольной группах наряду с формирующим оцениванием проводился рубежный и итоговый контроль. Кроме этого для оценки достоверности результатов эксперимента математико-статистическими методами проведен входной контроль в экспериментальной и контрольной группе.

Перейдем к рассмотрению результатов педагогического проектирования персонализированного адаптивного обучения, в качестве которых выступает

повышение качества обучающихся через формирование компетенций учебной дисциплины и их компонентов.

Мы изучили динамику формирования когнитивного, праксиологического, аксиологического и рефлексивного компонентов компетенции в экспериментальной и контрольной группах. Визуализация динамики сформированности компонент компетенции обучающихся в ЭГ и КГ на начало и конец эксперимента представлена в виде гистограмм с накоплением на рисунках 69, 70, 71, 72 соответственно.

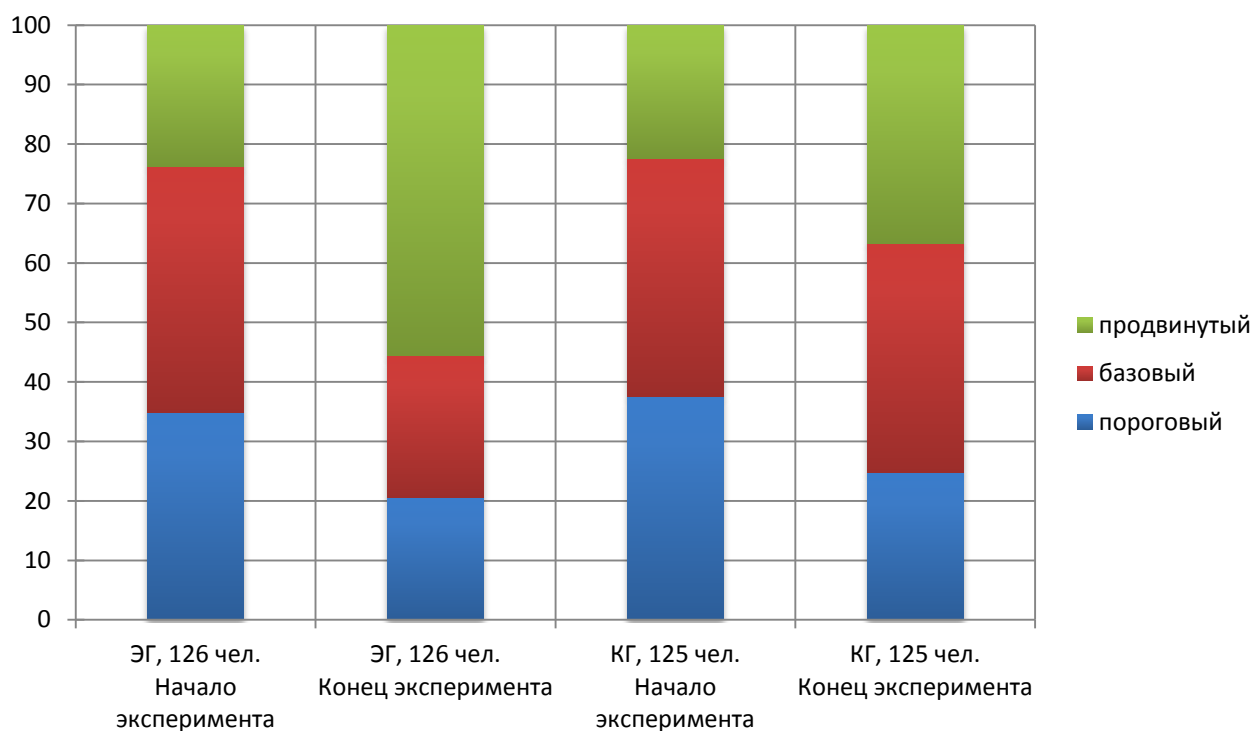


Рисунок 69 – Динамика сформированности когнитивного компонента

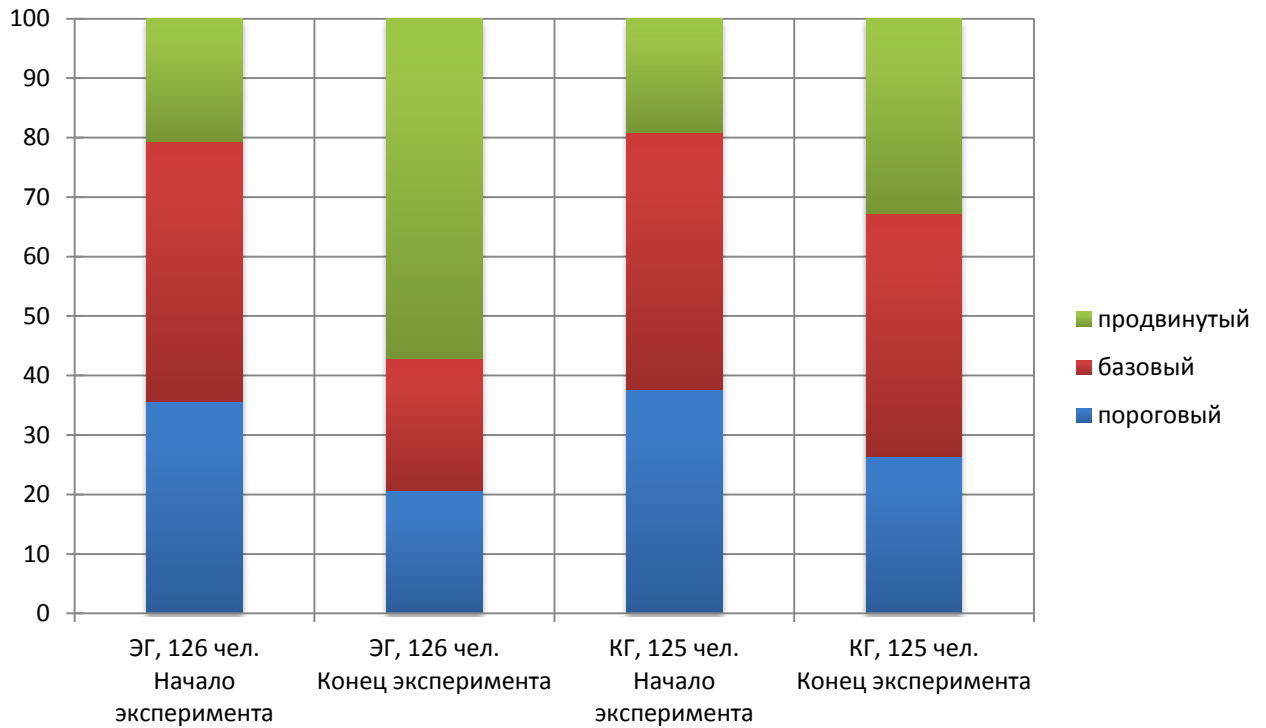


Рисунок 70 – Динамика сформированности праксиологического компонента

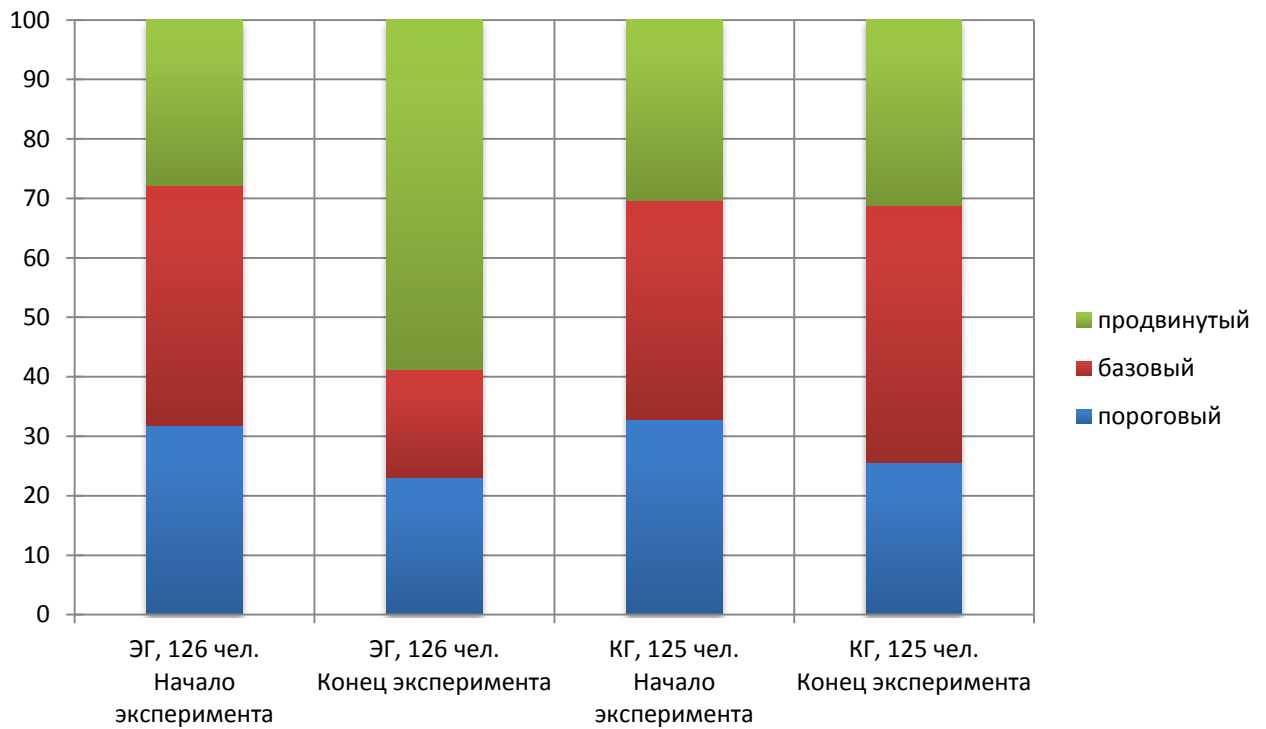


Рисунок 71 – Динамика сформированности аксиологического компонента

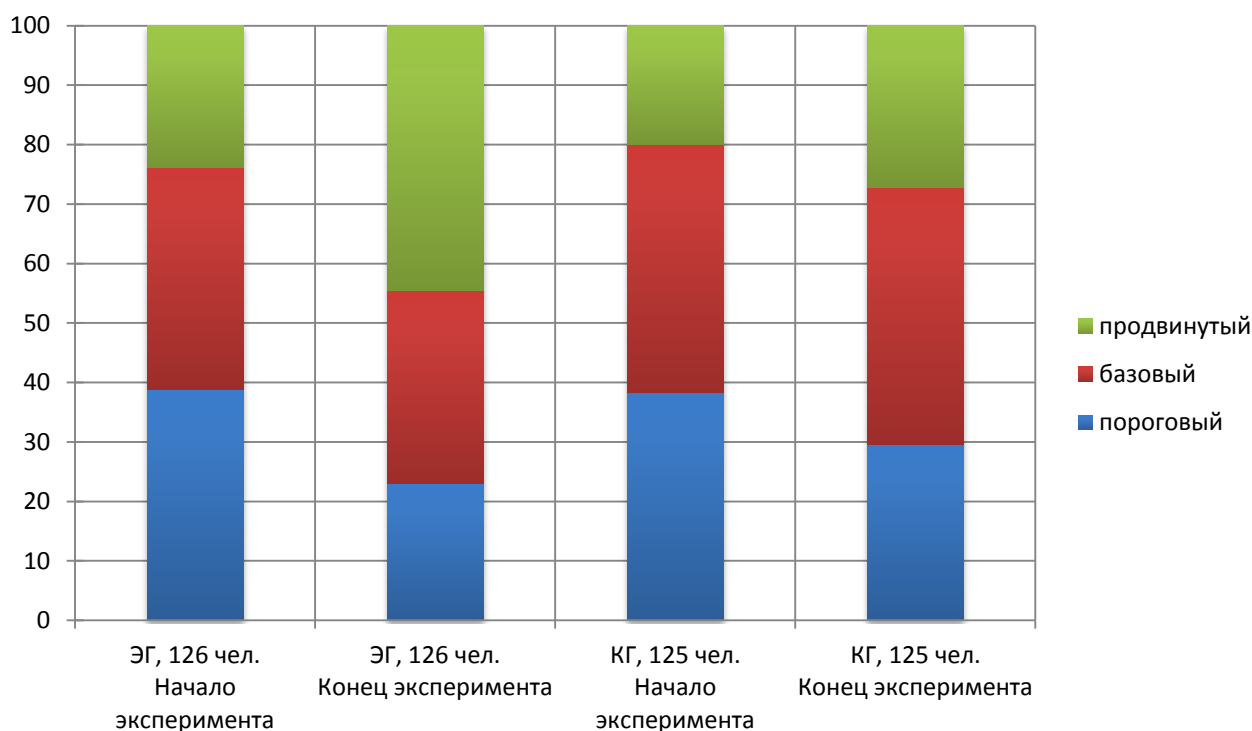


Рисунок 72 – Динамика сформированности рефлексивного компонента

Гистограммы с накоплением наглядно демонстрируют положительный прирост по всем компонентам компетенции как в ЭГ, так и в КГ. В экспериментальной группе мы отмечаем более интенсивный прирост «продуктивного» уровня компетенции и более интенсивное понижение «непродуктивного» уровня. При этом к продуктивному уровню мы относим базовый и продвинутый уровни, а к непродуктивному – пороговый. Этот результат свидетельствует о результативности в процессе обучения математической логике и теории алгоритмов педагогического проектирования персонализированного адаптивного обучения и использования персонализированной адаптивной обучающей системы.

Динамика результатов обучения в ЭГ и КГ представлена на рис. 73 и 74 соответственно. Лепестковые диаграммы демонстрируют процент обучающихся с базовым и продвинутым уровнями, т.е. «продуктивным» уровнем сформированности компетенции на начальном и итоговом этапе эксперимента. Отметим, что формирование компетенции с применением предложенной в

исследовании ПАОС в экспериментальной группе более результативно. Наибольшая дифференциация возникает по когнитивному, праксиологическому и рефлексивному критериям. Прирост когнитивного компонента обусловлен реализацией стратегий адаптации образовательного контента и многократным контролем процесса самообразования студентов. Значительный прирост праксиологического компонента обусловлен повышением активности студентов в образовательном процессе и соответственно развитием деятельностного компонента. Динамика прироста рефлексивного компонента обусловлена регулярным включением методов самооценки и механизмов оперативного мониторинга собственных образовательных результатов в ПАОС. Прирост аксиологического компонента связан с включением в структуру субмодели управления образовательным процессом ПАОС блока управляющих воздействий, позволяющего повысить мотивацию студентов и вовлечь их в учебный процесс.

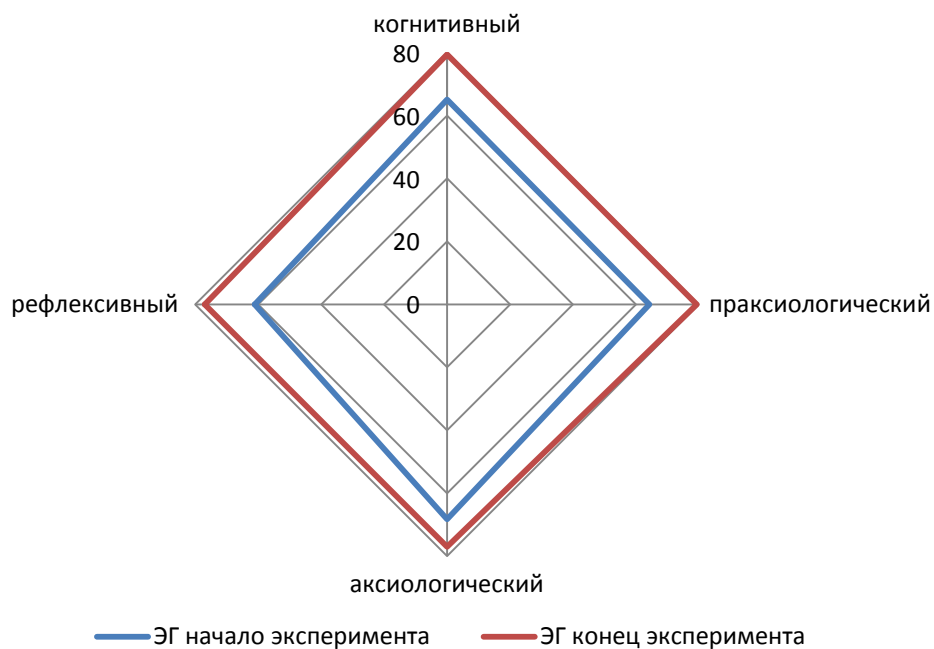


Рисунок 73 – Динамика сформированности компетенции в экспериментальной группе

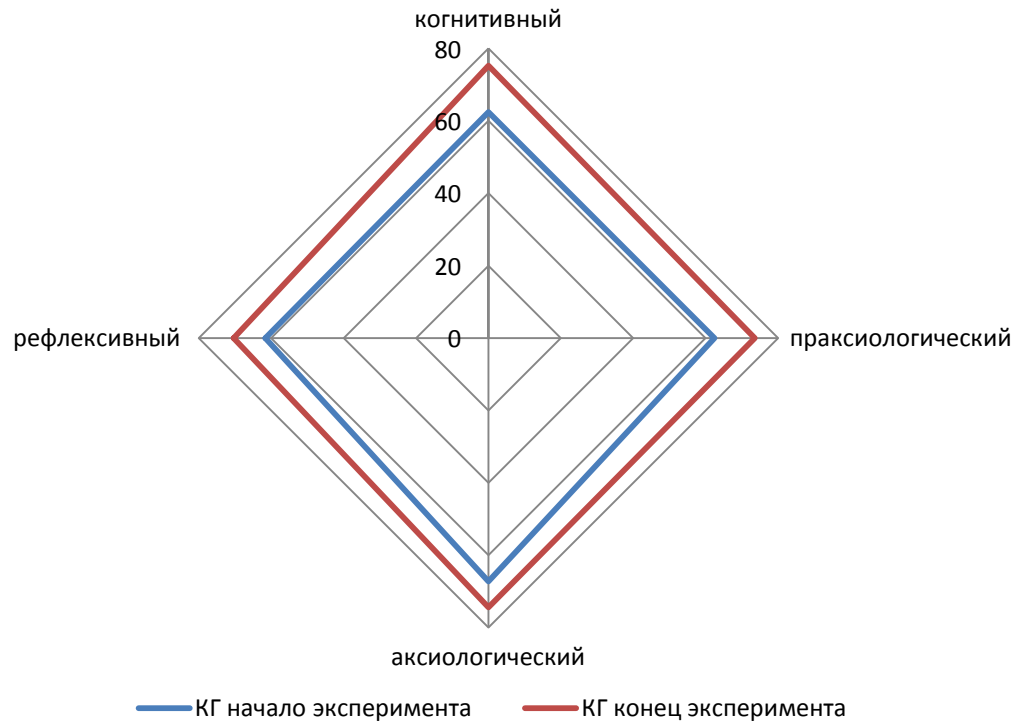


Рисунок 74 – Динамика сформированности компетенции в контрольной группе

Уровень сформированности компетенции «способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности» по контрольной и экспериментальной группе на итоговом этапе обучения с использованием ПАОС представлен на рис. 75.

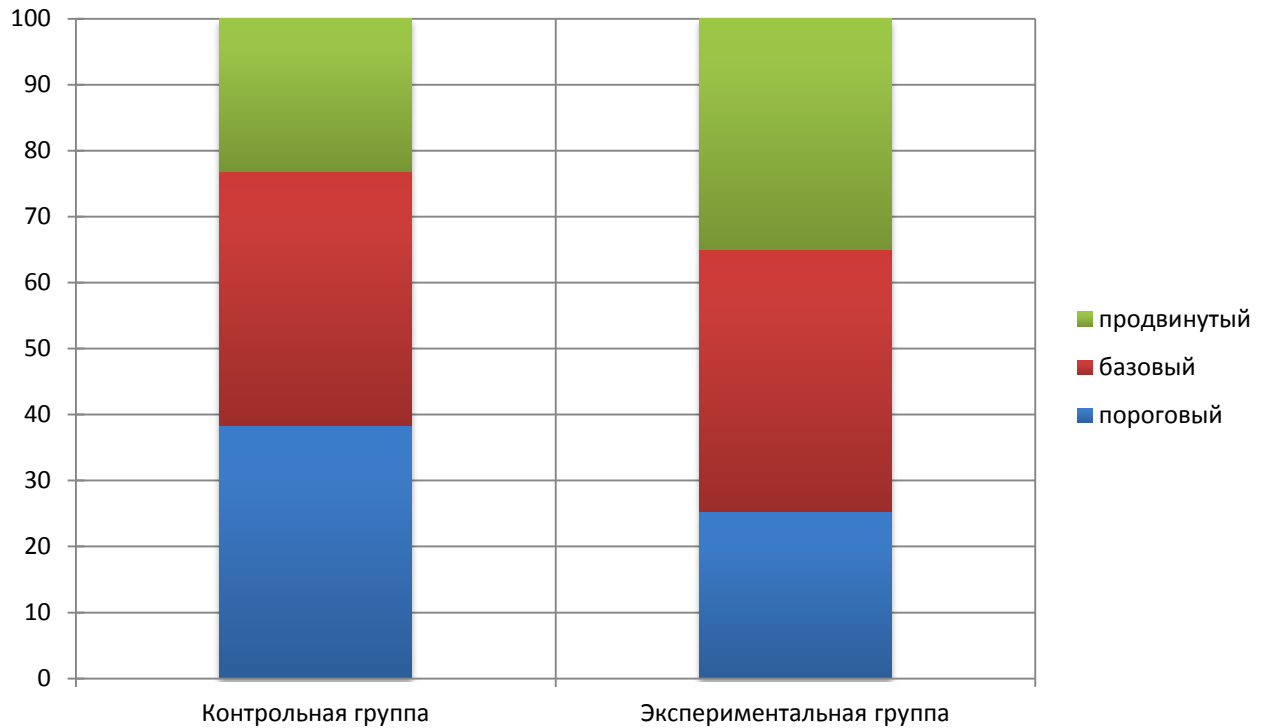


Рисунок 75 – Динамика уровня сформированности компетенции в конце эксперимента

Динамика уровня сформированности компетенции в контрольной и экспериментальной группе представлена на гистограмме, рис. 76. Уровень компетенции определен в соответствии с методикой расчета, предложенной в исследовании и подробно представленной в параграфе 2.3.4.

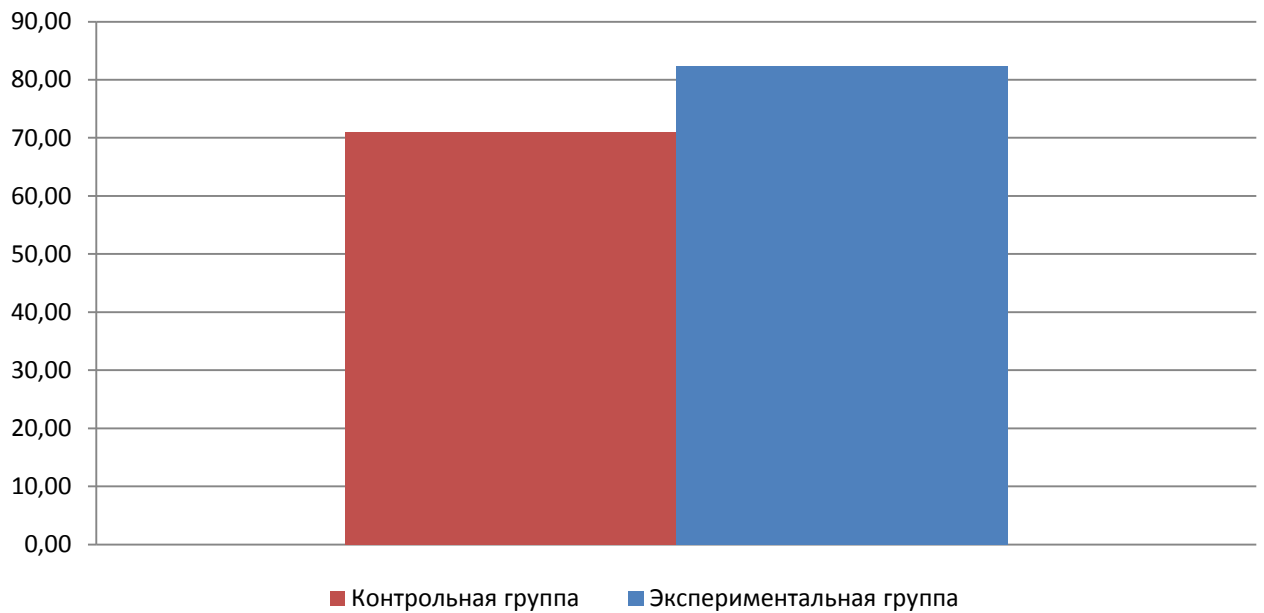


Рисунок 76 – Динамика уровня сформированности компетенции
в конце эксперимента

Оценку достоверности результатов опытно-экспериментальной работы мы провели с помощью методов статистического анализа данных [216, 307, 441]. В качестве примера приведем проверку достоверности результатов входного и итогового контроля обучающихся экспериментальной и контрольной групп. Статистическая обработка результатов педагогического эксперимента проводилась нами в среде языка программирования R [225].

Для проверки применимости параметрического однофакторного дисперсионного анализа, мы осуществили проверку данных на нормальность и однородность.

Проверку на принадлежность полученных выборок (результаты экспериментальной и контрольной групп) нормальному распределению мы провели на основе визуального анализа и формальных тестов. Визуальную оценку мы произвели при помощи изучения эмпирического распределения экспериментальной группы на начало эксперимента, диаграммы плотностей

вероятностей и графика квантилей, которые представлены на рис. 77, 78, 79 соответственно.

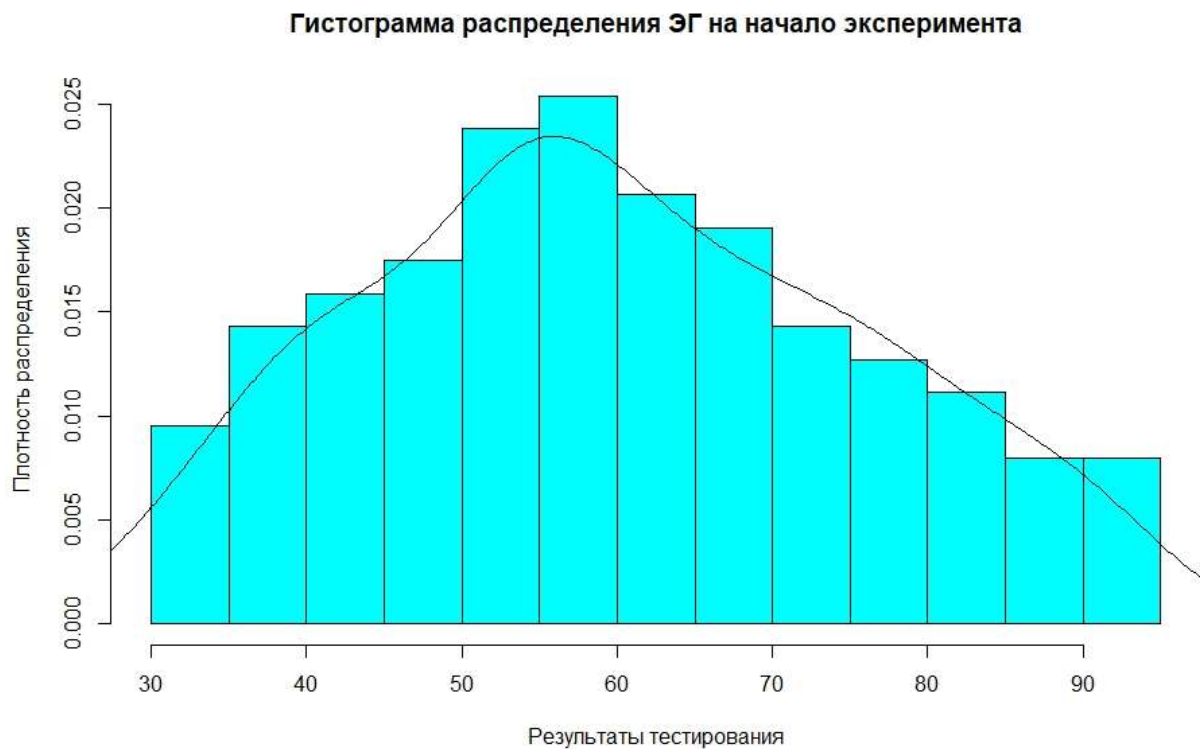


Рисунок 77 – Эмпирическое распределение ЭГ на начало эксперимента

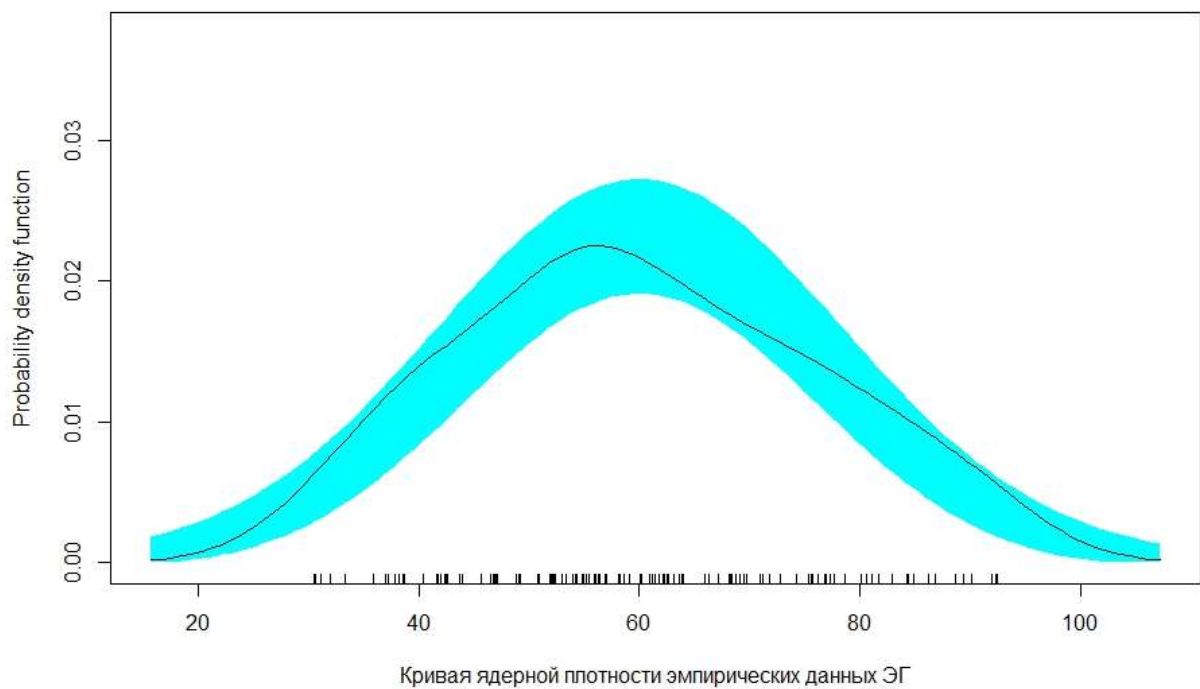


Рисунок 78 – Диаграммы плотности вероятности ЭГ на начало эксперимента

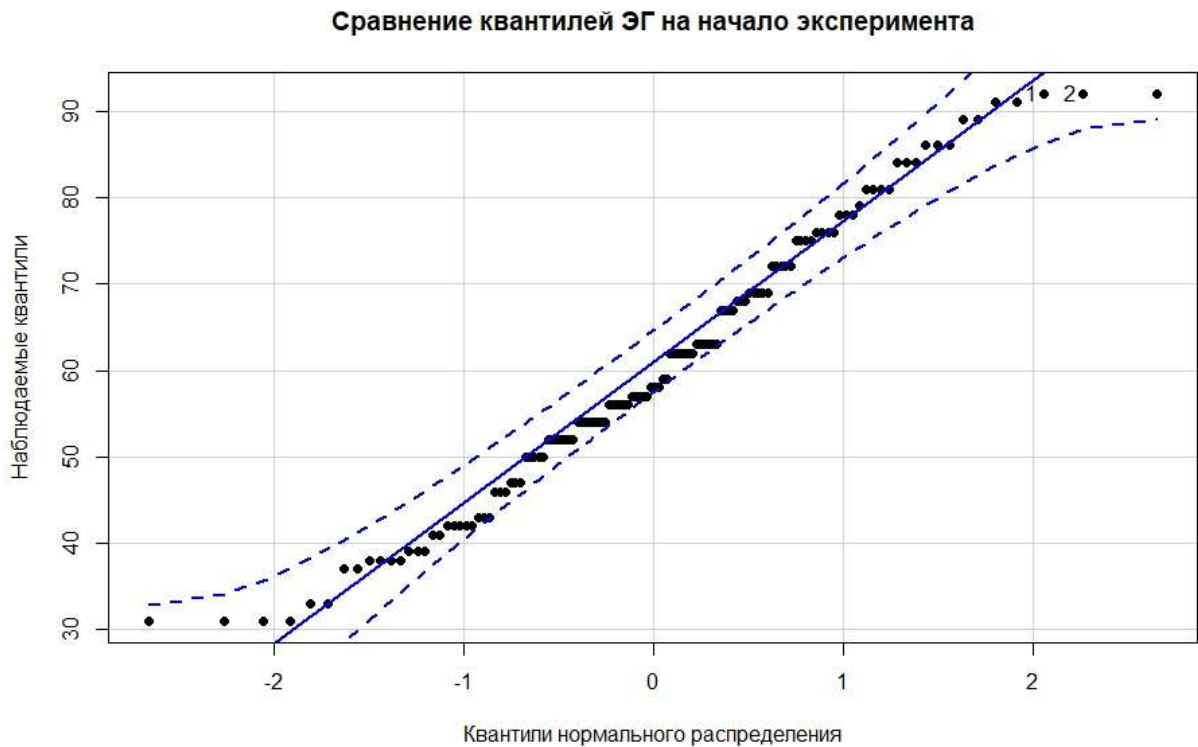


Рисунок 79 – График квантилей ЭГ на начало эксперимента

Диаграмма плотности вероятности ЭГ на начало эксперимента показывает кривую ядерной плотности для эмпирических данных, которую можно использовать для оценки истинности предположения о соответствии исходных данных нормальному распределению. Так как кривая находится внутри доверительной полосы, форма распределения соответствует нормальному распределению. Анализируя сравнение квантилей эмпирического и теоретически ожидаемого нормального распределения и наблюдая выстраивание точек относительно прямой линии можно также сделать вывод о приближении к нормальному распределению. Проблему объективности количественной оценки расхождения эмпирических и теоретических кривых учтем при помощи доверительных огибающих, отмеченных на рис. 76 пунктирными линиями. На основе визуального анализа можно предположить о соответствии исходных

данных в экспериментальной группе на начало эксперимента нормальному распределению.

Для формальной проверки подчиненности данных нормальному закону распределения мы провели статистические тесты, Андерсона-Дарлинга, Крамера-фон Мизеса, Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Франсиа. Данными критериями мы проверяли гипотезу H_0 : «данные подчинены нормальному распределению» против альтернативы H_1 – « H_0 неверна». Результаты тестов на проверку нормальности данных в экспериментальной группе на начало эксперимента представлены в таблице 17.

Таблица 17

Проверка нормальности данных в ЭГ на начало эксперимента

Тест	Статистика теста	<i>p-value</i>	Уровень значимости α	Вывод
Тест Андерсона – Дарлинга	$A = 0.66085$	0.08259	0.05	Принимаем гипотезу H_0 о нормальности распределения
Тест Крамера – фон Мизеса	$W = 0.09589$	0.1266	0.05	Принимаем гипотезу H_0 о нормальности распределения
Тест Колмогорова – Смирнова	$D = 0.06812$	0.162	0.05	Принимаем гипотезу H_0 о нормальности распределения
Тест Шапиро –Франсиа	$W = 0.98075$	0.0656	0.05	Принимаем гипотезу H_0 о нормальности распределения

Анализируя результаты тестов можно отметить, что полученное значение *p-value* для каждого теста больше фиксированного уровня значимости, следовательно на уровне значимости 0.05 нет основания отклонять гипотезу H_0 о

нормальности распределения данных в экспериментальной группе на начало эксперимента.

Аналогичную работу мы провели для данных контрольной группы в начале эксперимента. Эмпирическое распределение контрольной группы на начало эксперимента, диаграмма плотностей вероятностей и график квантилей представлены на рис. 80, 81, 82 соответственно.

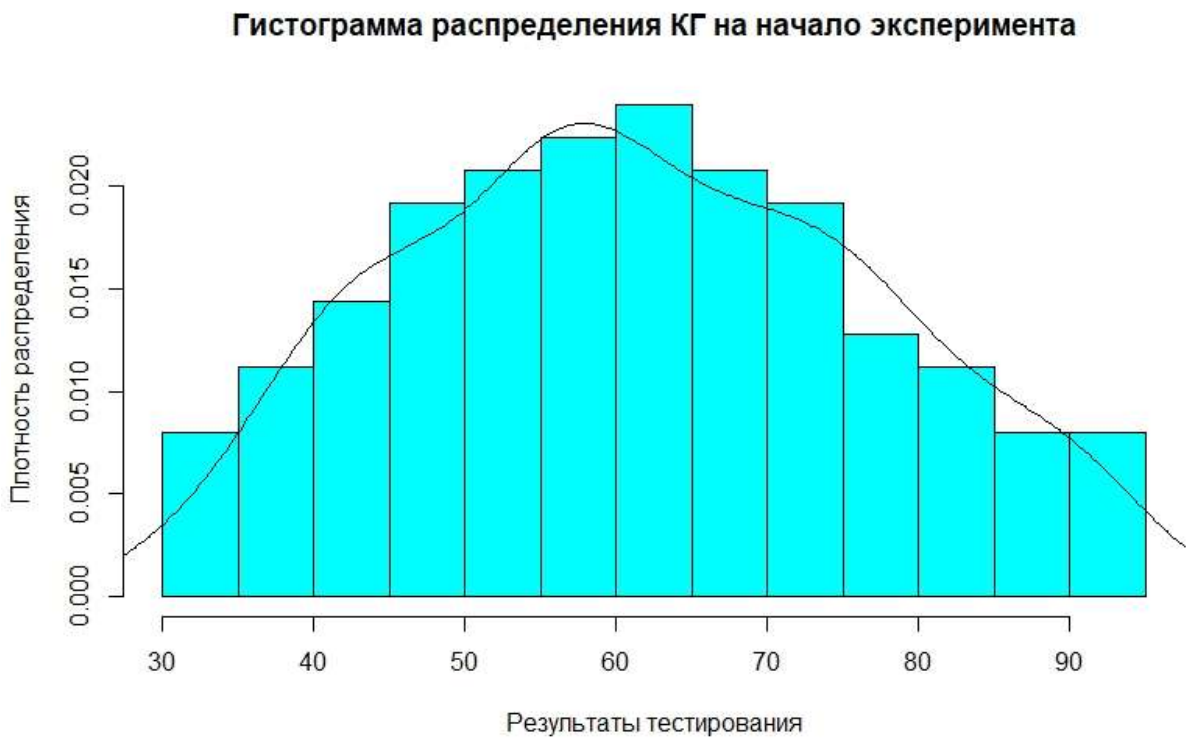


Рисунок 80 – Эмпирическое распределение КГ на начало эксперимента

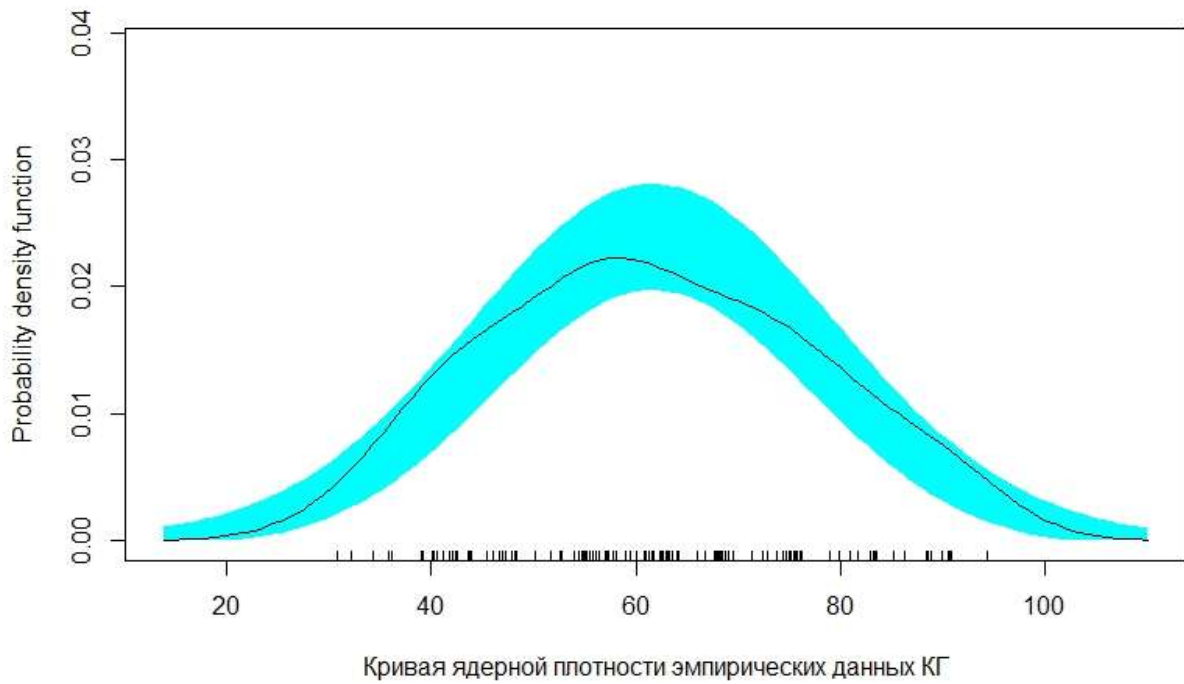


Рисунок 81 – Диаграммы плотности вероятности КГ на начало эксперимента

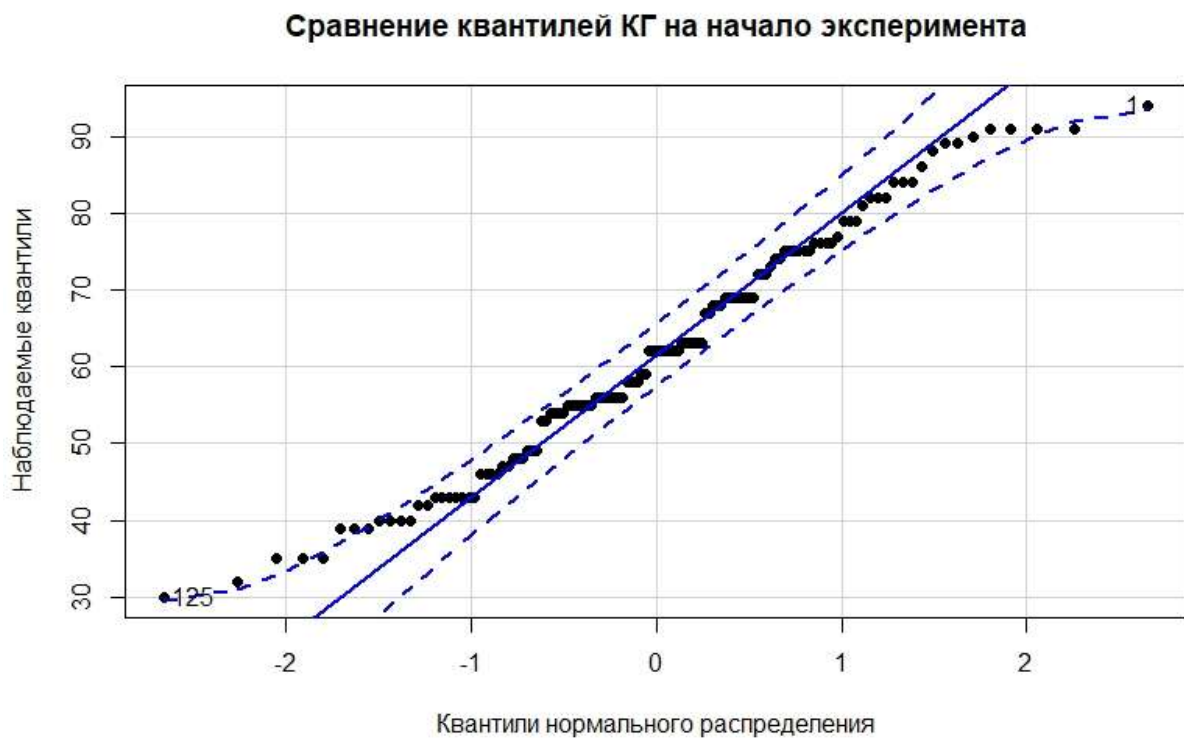


Рисунок 82 – График квантилей КГ на начало эксперимента

Результаты формальных тестов на проверку нормальности данных в контрольной группе на начало эксперимента представлены в таблице 18.

Таблица 18

Проверка нормальности данных в КГ на начало эксперимента

Тест	Статистика теста	<i>p-value</i>	Уровень значимости α	Вывод
Тест Андерсона – Дарлинга	$A = 0.69777$	0.06686	0.05	Принимаем гипотезу H_0 о нормальности распределения
Тест Крамера – фон Мизеса	$W = 0.10571$	0.09267	0.05	Принимаем гипотезу H_0 о нормальности распределения
Тест Колмогорова – Смирнова	$D = 0.075773$	0.07499	0.05	Принимаем гипотезу H_0 о нормальности распределения
Тест Шапиро – Франсиса	$W = 0.9823$	0.09236	0.05	Принимаем гипотезу H_0 о нормальности распределения

Визуальный анализ и результаты формальных тестов данных контрольной группы на начало эксперимента также подтверждают соответствие данных в контрольной группе на начало эксперимента нормальному распределению.

Затем мы проверили второе условие применимости классического дисперсионного анализа относительно однородности выборочных данных. Для проверки однородности мы применили статистические тесты, результаты которых представлены в таблице 19. Данные тесты проверяют гипотезу $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$, то есть выборки однородны, при альтернативной гипотезе $H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$.

Во всех тестах p -value значительно превышает фиксированный уровень значимости, поэтому мы можем сделать вывод, что данные КГ и ЭГ на начало эксперимента распределены однородно.

Таблица 19

Проверка однородности данных на начало эксперимента

Тест	Статистика теста	p -value	Уровень значимости α	Вывод
Тест Бартлетта	0.1224	0.7264	0.05	Принимаем гипотезу H_0
Тест Левена	0.0874	0.7677	0.05	Принимаем гипотезу H_0
Тест Флигнера-Киллина	0.1635	0.686	0.05	Принимаем гипотезу H_0
Тест Фишера	0.93909	0.7266	0.05	Принимаем гипотезу H_0

Во всех тестах p -value значительно превышает фиксированный уровень значимости, поэтому можно сделать вывод, что данные контрольной и экспериментальной группы на начало эксперимента распределены однородно. Это же подтверждает диаграмма размаха экспериментальной и контрольной групп, представляющая дисперсию оценок на начало эксперимента ЭГ и КГ, рис. 83.

Дисперсия значений оценок на начало эксперимента в ЭГ и КГ

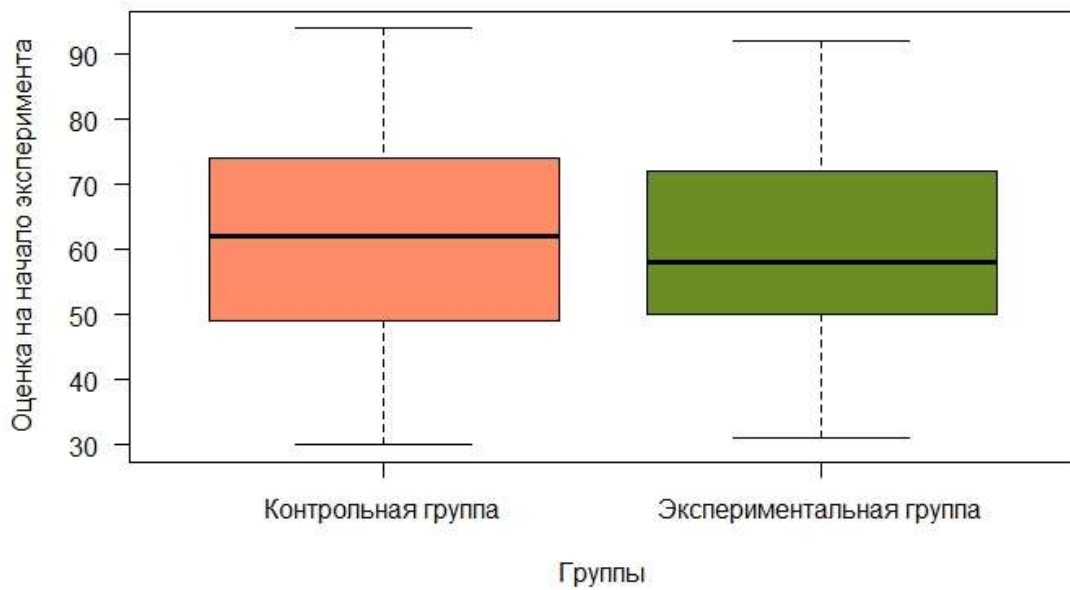


Рисунок 83 – Диаграмма размаха ЭГ и КГ на начало эксперимента

Так как по результатам применимости классического дисперсионного анализа мы получили выполнение условий нормальности и однородности, следовательно, можно использовать для оценки результативности педагогического исследования критерии параметрического дисперсионного анализа, например, t -критерий Стьюдента [441] для сравнения независимых выборок экспериментальной и контрольной групп на начало эксперимента. Нулевая гипотеза H_0 , которая проверялась при помощи t -критерий Стьюдента, заключалась в том, что отсутствуют статистически достоверные различия в средних значениях результатов обучающихся экспериментальной и контрольной групп, при альтернативе H_1 : «существуют статистически достоверные различия в средних значениях результатов обучающихся контрольной и экспериментальной группы». Результаты применения t -критерий Стьюдента представлены в таблице 20.

Результаты применения t -критерий Стьюдента

	Начало эксперимента	Конец эксперимента
Статистика t -критерия Стьюдента	$t = 0.82634$	$t = -5.7036$
$p - value$	0.5214	3.315e-08
Уровень значимости α	0.05	
Вывод	H_0 принимается	H_0 отклоняется
Интерпретация	Статистически значимых различий между группами нет ($p - value > \alpha$)	Сравниваемые группы статистически значимо различаются ($p - value < \alpha$)

Анализ показал отсутствие статистически значимых различий на начало эксперимента между студентами КГ и ЭГ. Т.к. статистика t -теста меньше критического значения и находится в зоне незначимости мы принимаем нулевую гипотезу и отклоняем альтернативную гипотезу о существовании статистически значимых различий между КГ и ЭГ на начало эксперимента.

Проверяя гипотезы H_0 и H_1 для ЭГ и КГ на конец педагогического эксперимента значение, выявлено, что статистика t -теста превосходит критическое значение и находится в зоне значимости, что позволяет нам отклонить нулевую гипотезу и принять альтернативную гипотезу о существовании статистически значимых различий между КГ и ЭГ на конец эксперимента.

Таким образом, апробация результатов исследования показала наличие достоверных различий в образовательных результатах КГ и ЭГ, что позволяет констатировать результативность методической системы обучения и разработанной ПАОС. Проведенный педагогический эксперимент подтвердил, что педагогическое проектирование персонализированного адаптивного обучения позволяет преподавателю массово организовать персонализацию обучения

студентов в условиях интеграции онлайн и офлайн обучения, независимо от степени наполняемости групп, обеспечивая построение индивидуальной образовательной траектории для каждого обучающегося.

Результативность педагогического исследования, посвященного педагогическому проектированию персонализированного адаптивного предметного обучения подтверждена актами внедрения в образовательный процесс: Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет» (г. Красноярск), Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тувинский государственный университет» (г. Кызыл) и Сибирского регионального центра компетенций в области онлайн обучения (г. Красноярск).

Выводы по главе 4

В исследовании разработаны персонализированные адаптивные обучающие системы на примере математических дисциплин «Дискретная математика» и «Математическая логика и теория алгоритмов» для студентов информационно-технологических направлений подготовки, которые реализуют стратегий интеграции ПАОС в образовательный процесс: смешанного обучения «ПАОС+», «ПАОС-поддержка дисциплины» и «исключительно ПАОС». Рассмотрены наиболее распространенные современные системы управления обучением и обосновано применение LMS Moodle для массовой разработки и внедрения в учебный процесс высших учебных заведений персонализированных адаптивных обучающих систем.

Разработанные ПАОС обеспечивают возможность постоянного мониторинга и реализации механизмов обратной связи, доступную и оперативную коммуникацию участников образовательного процесса (студентов и преподавателя), формирование и развитие навыков самостоятельной и коллективной работы, реализацию личностного потенциала, вовлечение студентов в учебный процесс, повышение мотивации, а также формирование предметных образовательных результатов.

Спроектированы и реализованы термы образовательного контента математических дисциплин, что позволило накапливать их в репозитории современных обучающих систем и многократно использовать их при разработке персонализированных адаптивных обучающих систем. Такой подход, несомненно, обогащает каталог персонализированного электронного контента.

Представлены стратегии адаптации образовательного контента в зависимости от образовательных результатов, индивидуальных характеристик и персональных целей обучающихся. Показаны примеры использования дидактических форм, методов и средств обучения на примере конкретных термов образовательного контента при реализации различных стратегий интеграции ПАОС в учебный процесс. Представлен авторский подход к организации

проектной деятельности в ПАОС в условиях электронной информационно-образовательной среды. Реализация поддержки проектной деятельности в ПАОС обеспечила возможность реализации командных математических проектов в соответствии с итеративной моделью жизненного цикла реальных программно-технических систем, непрерывного мониторинга групповой деятельности обучающихся, применения механизмов обратной связи и коммуникации участников образовательного процесса.

Рассмотрена организация педагогического эксперимента и основные этапы исследования, в процессе которого была осуществлена экспериментальная проверка сформулированной гипотезы. На констатирующем этапе были выявлены основные противоречия, дефициты и образовательные потребности, возникающие при построении образовательного процесса в условиях современного уровня развития цифрового общества, сформулированы основные методологические характеристики исследования. На поисковом этапе педагогического эксперимента выявлены теоретико-методологические основания концепции, педагогические закономерности и комплекс педагогических принципов, включающих общедидактические, личностно-ориентированные и технологически-обеспечивающие принципы персонализированного адаптивного обучения, разработана структурно-содержательная модель педагогического проектирования, обоснована и разработана структура ПАОС, включающая комплекс субмоделей представления образовательного контента, персонального профиля обучающегося, управления образовательным процессом и компетентностного фреймворка, разработаны стратегии интеграции ПАОС в образовательный процесс и траектории ее реализации. Экспериментальная работа на данном этапе осуществлена в системе электронного обучения ФГАОУ ВО СФУ. На формирующем этапе осуществлена опытно-экспериментальная работа и обработка результатов педагогического эксперимента, направленная на оценку результативности диссертационного исследования и сформулированы основные выводы педагогического эксперимента. На заключительном этапе было проведено анкетирование студентов экспериментальной группы, которое

продемонстрировало положительную реакцию обучающихся на внедрение персонализированного адаптивного предметного обучения. Оценку достоверности результатов педагогического эксперимента мы осуществили с помощью методов статистического анализа, а именно, параметрического дисперсионного анализа – t-критерия Стьюдента. Проведенный педагогический эксперимент подтвердил результативность педагогического проектирования персонализированного адаптивного обучения. На обобщающем этапе экспериментальной деятельности проводились анализ, систематизация и обобщение результатов исследования, осуществлялось их соотнесение с поставленной целью, формулировались выводы научного исследования, осуществлялось оформление результатов диссертационного исследования.

Внедрение в учебный процесс разработанных ПАОС обеспечило формирование индивидуальных образовательных траекторий в рамках гибкого персонализированного учебного графика с многократным контролем процесса самообразования. По результатам обратной связи отмечено, что ПАОС персонализировали обучение в электронной среде, повысили качество усвоения и оптимизировали время изучения образовательного контента, минимизировали психоэмоциональное напряжение и способствовали развитию личностного потенциала каждого участника педагогического процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования была подтверждена выдвинутая гипотеза, решены поставленные задачи педагогического исследования, обоснованы положения, выносимые на защиту, достигнута поставленная цель, получены следующие выводы и результаты.

Введено понятие персонализированного адаптивного обучения как образовательного процесса, реализуемого в электронной информационно-образовательной среде, который включает стратегии адаптации, динамично изменяющие содержание образовательного контента, формы обучения и формирующие индивидуальную образовательную траекторию на основе персональных потребностей, целей, познавательных интересов, образовательных результатов и индивидуальных характеристик обучающихся.

Предложена и обоснована научная концепция персонализированного адаптивного обучения в условиях цифровизации высшего образования, соединяющая преимущества подходов офлайн и онлайн обучения в условиях системной интеграции педагогических принципов, включающих общедидактические (научности, системности, междисциплинарности, фундаментализации, целостности, доступности); личностно-направленные (персонализации, индивидуальной результативности, мотивационно-интеллектуальной активности, коммуникативности) и технологически-обеспечивающие (микропорционности, адаптивности, релевантности, вариативности ролей преподавателя, цикличности, управляемости и автоматизированного мониторинга), выявленных на основе педагогических закономерностей, характеризующих педагогический процесс (баланс интеграции онлайн и офлайн компонент, акцент на самостоятельность обучения, акцент на активные и интерактивные методы, динамичность процессов в современном обществе, акцент на визуализацию образовательного контента, многообразие образовательных форм, методов и средств, технологичность образовательных процессов, фокусное и динамичное обучение).

Разработана структурно-содержательная модель педагогического проектирования персонализированного адаптивного обучения, содержащая технологические этапы (построение поля образовательных результатов, создание профиля обучающегося, структурирование и создание образовательного контента, создание средств диагностики результатов обучения и обратной связи, построение механизмов управления обучением, педагогическая рефлексия) и комплексно раскрывающие процесс обучения в электронной информационно-образовательной среде.

Разработаны стратегии адаптивности на основе синтеза принципов адаптивного и персонализированного обучения, обеспечивающие активную адаптивность с учетом динамических характеристик обучающегося, которые могут изменяться в процессе обучения (персональных потребностей, целей, познавательных интересов, образовательных результатов и индивидуальных характеристик), возможность автоматизированного построения персонального образовательного пространства и позволяющие студенту управлять формированием индивидуальной образовательной траектории в ЭИОС.

Предложено и обосновано представление предметной области дисциплины в виде мультивариативных микропорций учебного материала – термов образовательного контента, которые являются контентной основой активной адаптивности и обеспечивают гибкое формирование индивидуальных образовательных траекторий.

Разработаны субмодели представления вариативного образовательного контента, интегрирующая методы логико-гносеологического анализа понятий с методами таксономической иерархии на базе теории графов и гиперграфов, персонального профиля обучающегося, включающая открытый набор индивидуальных характеристик студента; компетентностного фреймворка для структурирования, формирования и оценки многомерных образовательных результатов по дисциплине; управления образовательным процессом с учетом персональных потребностей и целей обучающегося в электронной среде, комплексное вхождение которых в структуру персонализированной адаптивной

обучающей системы обеспечивает массовую персонализацию обучения студентов в современных условиях.

Построена методическая система персонализированного адаптивного обучения, включающая целевой, содержательно-концептуальный, адаптивно-технологический и результативно-оценочный компоненты, которые обеспечивают построение индивидуальных образовательных траекторий в ЭИОС, гибкую адаптацию форм и методов обучения под персональные потребности, цели обучающихся и формирование персонального образовательного пространства на основе персонализированной адаптивной обучающей системы. Предложены стратегии интеграции персонализированной адаптивной обучающей системы в образовательный процесс по дисциплине и траектории ее реализации (ознакомительная, академическая, академическая с элементами квазипрофессиональной, квазипрофессиональная и учебно-профессиональная).

Разработаны персонализированные адаптивные обучающие системы по математическим дисциплинам «Математическая логика и теория алгоритмов», «Дискретная математика» на базе системы управления обучением Moodle в системе электронного обучения «е-Курсы» Сибирского федерального университета и платформе онлайн образования е-Сибирь регионального центра компетенции в области онлайн обучения.

Экспериментально подтверждена результативность педагогического проектирования персонализированного адаптивного предметного обучения студентов вуза в условиях цифровизации. Полученные результаты и научно-методический опыт могут быть тиражированы в системе высшего образования, а также в системе дополнительного и среднего профессионального образования.

Настоящее исследование может служить основой для дальнейших теоретических и методических исследований, направленных на построение персонализированной цифровой образовательной экосистемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аванесов, В.С. Применение образовательных технологий и педагогических измерений для модернизации образования // Современная высшая школа: инновационный аспект. – 2015. – № 1. – С. 63-88.
2. Авдеева, Е.А. Дистанционное обучение в высшей школе России / Е.А. Авдеева, Е.В. Бочкова, В.А. Назаренко // Проблемы современного педагогического образования. – 2016. – № 52-3. – С. 3-8.
3. Адаптивное обучение в высшем образовании: за и против / К.А. Вилкова, Д.В. Лебедев. – М.: НИУ ВШЭ, 2020. – 36 с.
4. Акопова, М.А. Личностно-ориентированный подход в условиях выбора образовательных программ в высшей школе : монография / М.А. Акопова. – СПб.: Наука, 2003 – 180 с.
5. Аксель Иванович Берг. 1893-1979 / ред.-сост. Я.И. Фет; сост.: Е.В. Маркова, Ю.Н. Ерофеев, Ю.В. Грановский; отв. ред. А.С. Алексеев. – М.: Наука, 2007. – 518 с.
6. Амиржанова, А.Ш. Проблема клипового восприятия студентов начальных курсов факультета искусств / А.Ш. Амиржанова, Е.В. Скрипникова // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 2. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=28712>.
7. Андреев, А.А. Очерки дистанционного обучения в России // Управление образованием: теория и практика. – 2014. – № 1 (13). – С. 16-31.
8. Андреев, А.А. УМК для e-Learning // Высшее образование в России. – 2007. – №7. – С. 65-59.
9. Андрюхина, Л.М. Цифровизация профессионального образования: перспективы и незримые барьеры / Л.М. Андрюхина, Н.О. Садовникова, С.Н. Уткина // Образование и наука. – 2020. – Том 22. – № 3. – С. 116-147.
10. Андрюшкова, О.В. Эмергентное обучение в информационно-образовательной среде / С.Г. Андрюшкова, С.Г. Григорьев. – М. : Образование и Информатика, 2018. – 104 с.

11. Аристова, Е.П. Формирование индикаторов достижения профессиональных компетенций / Е.П. Аристова, В.М. Аристов, А.О. Харитонов // Компетентность. – 2019. – №. 3. – С 22–25.
12. Атанов, Г.А. Деятельностный подход в обучении // Образовательные технологии и общество. – 2001. – №. 4(4). – С. 48-55.
13. Атанов, Г.А. Моделирование учебной предметной области, или предметная модель обучаемого // Образовательные технологии и общество. – 2000. – № 3 (3). – С. 111-124.
14. Барбер, М. Накануне схода лавины. Высшее образование и грядущая революция / М. Барбер, К. Доннелли, С. Ризви // Вопросы образования. – 2013. – № 3. – С. 152–231.
15. Башмаков, А.И. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем / А.И. Башмаков, И.А. Башмаков. – М.: Филинь. – 2003. – 430 с.
16. Бекоева, М.И. Принципы и этапы реализации педагогической диагностики // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1. – С.1055.
17. Белкин, Е.Л. Дидактические основы управления познавательной деятельностью в условиях применения технических средств обучения. – Ярославль : Верх.-Волж, 1982. – 107 с.
18. Белякова, Е.Г. Взаимодействие студентов вуза с образовательным контентом в условиях информационной образовательной среды / Е.Г. Белякова, И.Г. Захарова // Образование и наука. – 2019. – Т. 21, № 3. – С. 77–105.
19. Бершадский, А.М. Принципы построения общедоступной самоадаптирующейся системы дистанционного обучения на основе модели изменчивости и сервис-ориентированной архитектуры / А.М. Бершадский, А.С. Бождай, В.С. Мкртчян // Информационные технологии. – 2016. – Т. 22. – № 2. – С. 146-153.
20. Беспалько, В.П. Киберпедагогика. Педагогические основы управляемого компьютером обучения (E-Learning). – Москва: Т8Rugram, 2018. – 240 с.

21. Беспалько, В.П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия). – Москва: МПСИ, МОДЭК, 2002. – 352 с.
22. Беспалько, В.П. Природосообразная педагогика. – М.: Народное образование, 2008. – 512 с.
23. Бим-Бад, Б.М. Педагогический энциклопедический словарь. – М., 2002. – С. 109-110.
24. Блауберг, И.В. Системный подход: предпосылки, проблемы, трудности / И.В. Блауберг, В.Н. Садовский, Э.Г. Юдин. – М., 1968. –
25. Болдина, М.А. Контекстный подход как базовый в выборе методов обучения специалиста нового типа // Социально-экономические явления и процессы. – 2011. – № 9. – С. 237-243.
26. Болотов, В.А. Компетентностная модель: от идеи к образовательной программе // Педагогика. – 2003. – № 10. – С. 6–8.
27. Бондаревская, Е.В. Теория и практика личностно-ориентированного образования. – Ростов-н/Д: Ростов. пед. ун-т, 2000. – 352 с.
28. Бондаренко, А.В. Алгоритмическое обеспечение адаптивной системы тестирования знаний / А.В. Бондаренко, Н.А. Бессарабов, Т.Н. Кондратенко, Д.С. Тимофеев // Программные продукты и системы. – 2016. – № 1. – С. 68-74.
29. Бороненко, Т.А. Методика обучения информатике (теоретические основы). – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 1997. – 99 с.
30. Босова, Л.Л. Электронный учебник: вопросы разработки и оценки качества // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2014. – № 04 (82). – С. 47-57.
31. Брусиловский, П.Л. Адаптивные интеллектуальные технологии в сетевом обучении // Новости искусственного интеллекта. – 2002. – № 5. – С. 25–31.
32. Брусиловский, П.Л. Построение и использование моделей обучаемого в интеллектуальных обучающих системах // Известия РАН. Техническая кибернетика. – 1992. – №5. – С.97-119.

33. Брушлинский, А.В. Управление мышлением и обратная связь // Теоретические проблемы управления познавательной деятельностью человека. – М.: Изд-во МГУ, 1975. – С. 5–10.

34. Будихин, А.В. Разработка модели ученика в сетевой адаптивной обучающей системе / А.В. Будихин, А.А. Пономарев // User Modeling and User Adapted Interaction. – 1996. – Vol. 6 (2-3). – P. 87-129.

35. Будущее образования: глобальная повестка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sibfrontier.ru/wp-content/uploads/2015/10/Budushhee-obrazovaniya-globalnaya-povestka_Rekomendatsii-dlya-klyuchevyih-igrokov.pdf.

36. Буль, Е.Е. Обзор моделей студента для компьютерных систем обучения [Электронный ресурс] / Е.Е. Буль // Образовательные технологии и общество. – 2003. – №6(4). – Режим доступа: http://ifets.ieee.org/russian/depository/v6_i4/html/G.htm.

37. Бурняшов, Б. А. Персонализация как мировой тренд электронного обучения в учреждениях высшего образования / Б.А. Бурняшов // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 1. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26078>.

38. Буцык, С.В. «Цифровое» поколение в образовательной системе российского региона: проблемы и пути решения / С.В. Буцык // Открытое образование. – 2019. – Т. 23. – № 1. – С. 27-33.

39. Вайнштейн Ю.В., Шершнева В.А., Сафонов К.В. Обучение дискретной математике в условиях реализации всемирной идеологии CDIO // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2015. № 4 (34). С. 27-30.

40. Вайнштейн, И.И. О модели внутрипредметных связей в обучении математике студентов инженерного вуза / И.И. Вайнштейн, Ю.В. Вайнштейн, К.В. Сафонов // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. – 2014. – № 2 (28). – С. 48-52.

41. Вайнштейн, Ю.В. Адаптация математического образовательного контента в электронных обучающих ресурсах / Ю.В. Вайнштейн, В.А. Шершнева, Р.В. Есин, Т.В. Зыкова // Открытое образование. – 2017. – №4. – С. 4-12.

42. Вайнштейн, Ю.В. Адаптивная модель построения индивидуальных образовательных траекторий при реализации смешанного обучения / Ю.В. Вайнштейн, Р.В. Есин, Г.М. Цибульский // Информатика и образование. – 2017. – №2. – С. 83-86.

43. Вайнштейн, Ю.В. Адаптивное электронное обучение в современном образовании / Ю.В. Вайнштейн, В.А. Шершнева // Педагогика. – 2020. – Т. 84. – № 5. – С. 48-57.

44. Вайнштейн, Ю.В. Адаптивные электронные обучающие курсы как средство персонализации обучения // Материалы межд. конф. «Innovative Approaches in Computer Science within Higher Education». – Екатеринбург, 2020. – С. 17-18

45. Вайнштейн, Ю.В. Адаптивные электронные обучающие ресурсы как средство повышения квалификации педагогических кадров / Ю.В. Вайнштейн, Р.В. Есин, Г.М. Цибульский // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. – 2017. – №2(40). – С. 52-55.

46. Вайнштейн, Ю.В. Идеология CDIO в обучении математике / Ю.В. Вайнштейн, В.А. Шершнева, К.В. Сафонов // Высшее образование в России. – 2016. – №2. – С. 75-82.

47. Вайнштейн, Ю.В. Вайнштейн, Ю.В. Индивидуализация обучения математической логике в электронной информационно-образовательной среде / Ю.В. Вайнштейн, Р.В. Есин, В.А. Шершнева // Перспективы науки и образования. – 2020. – № 5 (47). – С. 147-159

48. Инициатива CDIO в обучении математике студентов инженерного вуза / Ю.В. Вайнштейн, И.Ф. Космидис, В.А. Шершнева // Психология и педагогика: Методика и проблемы практического применения. – Новосибирск, 2016. – №49-2. – С. 108-114.

49. Вайнштейн, Ю.В. Компетентностный подход и средства оценки качества подготовки студентов в адаптивных электронных обучающих курсах / Ю.В. Вайнштейн, В.А. Шершнева, В.И. Вайнштейн, И.Ф. Космидис // Современные исследования социальных проблем. – 2018. – Т. 9. – № 5. – С. 19-30.

50. Вайнштейн, Ю.В. Личностно-ориентированное обучение в адаптивных электронных обучающих курсах / Ю.В. Вайнштейн, В.И. Вайнштейн, Д.Ю. Сомов, А.В. Иевлева // Материалы X Межд. научно-практ. конф. «Современное образование: актуальные вопросы, достижения и инновации. – 2017. – С. 266-269.

51. Вайнштейн, Ю.В. Метод проектов при обучении математической логике в электронной среде // Материалы III-ей Межрегиональной научно-практической конференции «Информационно-коммуникационные технологии и информатика в современном образовании». – Москва: 2017. – С. 451-457.

52. Вайнштейн, Ю.В. Оценка результатов обучения в адаптивных электронных обучающих курсах / Вайнштейн Ю.В., Шершнева В.А., Вайнштейн В.И., Космидис И.Ф. // Материалы межд. научн. конф. «Информатизация непрерывного образования». Москва, 2018. – С. 10-14.

53. Вайнштейн, Ю.В. Оценка сформированности профессиональных компетенций в цифровой среде вуза / Ю.В. Вайнштейн, Р.В. Есин // Информатика и образование. – 2020. – № 6 (315). – С. 52-60.

54. Вайнштейн, Ю.В. Персонализация образовательного процесса в электронной среде / Ю.В. Вайнштейн, Р.В. Есин // Материалы IV Межд. научно-практ. конф. – Ульяновск, 2017. – С. 54-59.

55. Вайнштейн, Ю.В. Персонализация современного электронного обучения // Материалы конф. «Дистанционное обучение в высшем образовании: опыт, проблемы и перспективы развития». – Санкт – Петербург, 2020. – С. 116-117.

56. Вайнштейн, Ю.В. Подход к адаптации математического контента в электронной среде / Ю.В. Вайнштейн, В.А. Шершнева, Р.В. Есин, Т.В. Зыкова // Материалы 71-ой научн. конф. «Герценовские чтения», сборник «Некоторые актуальные проблемы современной математики и математического образования». – С.-Петербург, 2018. – С. 182-184.

57. Вайнштейн, Ю.В. Подход к разработке адаптивной системы электронного обучения / Ю.В. Вайнштейн, Т.О. Кочеткова, В.А. Шершнева // Материалы II Межд. научн. конф. «Информатизация образования и методика электронного обучения». – Красноярск, 2018. – С. 124-128.

58. Вайнштейн, Ю.В. Построение адаптивных образовательных ресурсов / Ю.В. Вайнштейн, М.В. Носков, В.А. Шершнева // Материалы Межд. научно-практ. конф. – Омск : Изд-во ОмГПУ, 2016. – С. 80-83.

59. Вайнштейн, Ю.В. Построение комплексов информационно-аналитических OLAP-моделей для анализа рейтинговой оценки деятельности преподавателей вуза // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2015. – № 1. – С. 24-30.

60. Вайнштейн, Ю.В. Проблемы развития дистанционного образования // Science Time. – Казань, 2014. – №10 (10). – С. 64-70.

61. Вайнштейн, Ю.В. Прогнозирование результатов обучения с применением современных информационных технологий / Ю.В. Вайнштейн, В.А. Помазан, Л.А. Жуков и др. // Материалы межд. научно-практ. конф. «Научная дискуссия: Вопросы педагогики и психологии». – Москва, 2013. – С.123-127.

62. Вайнштейн, Ю.В. Проектная деятельность в электронной среде при обучении математике будущих инженеров / Ю.В. Вайнштейн, В.И. Вайнштейн // Право и образование. – 2018. – № 4. – С. 79-89.

63. Вайнштейн, Ю.В. Разработка адаптивных электронных обучающих курсов в вузе / Ю.В. Вайнштейн, Г.М. Цибульский, М.В. Носков // Материалы Межд. научно-практ. конф. «Информатизация образования: теория и практика». – Омск, 2017. – С. 27-31.

64. Вайнштейн, Ю.В. Современные подходы к персонализации электронного обучения // Материалы III Межд. научн. конф. «Информатизация образования и методика электронного обучения». – Красноярск, 2019. – С. 50-55.

65. Валяева, Е. В. Ролевые позиции педагога в новой образовательной парадигме [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://festival.1september.ru/articles/210357/>.

66. Вартанова, Е.Л. Индустрия российских медиа: цифровое будущее : академическая монография / Е.Л. Вартанова, А.В. Вырковский, М.И. Максеенко, С.С. Смирнов. – М. : МедиаМир, 2017. – 160 с.

67. Введение в «Цифровую» экономику / А.В. Кешелава, В.Г. Буданов, В.Ю. Румянцев [и др.] ; под общ. ред. А.В. Кешелава ; гл. «цифр.» конс. И.А. Зимненко. – ВНИИ Геосистем, 2017. – 28 с.

68. Велединская, С.Б. Смешанное обучение: секреты эффективности / С.Б. Велединская, М.Ю. Дорофеева // Высшее образование сегодня. – 2014. – № 8. – С. 8–13.

69. Вербицкий, А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход / А.А. Вербицкий – М.: «Высшая школа», 1991. – 207 с.

70. Вербицкий, А.А. Контекстное обучение в системе подготовки социальных работников // Теоретические основы подготовки социальных работников. – М., 1992. – С. 101-112.

71. Вербицкий, А.А. Цифровое обучение: проблемы, риски и перспективы // Электронный научно-публицистический журнал «Номо Cyberus». – 2019. – №1(6). – Режим доступа: http://journal.homocyberus.ru/Verbitskiy_AA_1_2019.

72. Веряев, А.А. Информатизация или цифровизация образования? // Материалы X Межд. научн. конф. «Социально-экономическая политика страны и Сибирского региона в условиях цифровой экономики». – 2018. – С. 98-101.

73. Викисловарь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wiktionary.org>.

74. Вихрев, В.В. Цифровая трансформация образования и проблематика адаптивного обучения // Материалы XI Всерос. (с межд. участием) научно-практ. конф. «Информационные технологии в образовании». – 2019. – С. 44-48.

75. Войшвилло, Е.К. Логика: учебник для студентов вузов / Е.К. Войшвилло, М.Г. Дегтярев. – М.: Владос, 2010. – 527 с.

76. Войшвилло, Е.К. Понятие как форма мышления: логико-гносеологический анализ. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 240 с.

77. Воробьев, Г.А. Модель структуризации содержания обучения на основе построения иерархической понятийной сети знаний / Г.А. Воробьев, П.А. Корнев, В.Н. Малыш // Вестник РУДН. – 2009. – № 4. – С. 94-101.

78. Воробьева, Т.А. К вопросу о понятии электронного обучения // Идеи и идеалы. – 2014. – Vol. 2. – № 1 (19). – С. 143-152.

79. Воронцова, М.В. Адаптивные технологии обучения // Альманах современной науки и образования. – Тамбов: Грамота, 2008. – № 4 (11). – С. 49-51.

80. Вчерашний, П.М. Инженерное образование: смена формата / П.М. Вчерашний, Н.В. Гафурова, М.В. Румянцев, О.А. Осипенко // Высшее образование в России. – 2016. – № 8-9. – С. 15-21.

81. Гаевой, В.А. Подход к построению адаптивной системы управления обучением / В.А. Гаевой, Д.Ю. Захаров // Открытое образование. – 2014. – № 1(102). – С. 65-69.

82. Галагузов, А.Н. Компетентностный подход в корпоративном образовании // Матер. Междун. науч.-практич. конф. «Проблемы использования новых инновационных технологий в учебном процессе». Шымкент, 2011.– С. 121-125.

83. Гальперин, П.Я. Общий взгляд на учение о так называемом поэтапном формировании умственных действий, представлений и понятий / подг. к печати М.А. Степановой // Вестник Моск. ун-та. – Сер.14. Психология. – 1998. – №2. – С.3-8.

84. Гасумова, С.Е. Информационные технологии в социальной сфере : учебное пособие для бакалавров. – Москва : Дашков и К, 2015. – 312 с.

85. Гвишиани, Д.М. Стратегия прорыва. Информатизация - назревшая необходимость / Д.М. Гвишиани, В.С. Михалевич, А.И. Ракитов, В.С. Семенихин // Правда. – 1988. – 21 июня.

86. Гендина, Н.И. Информационная культура личности: диагностика, технология формирования : учебно-метод. пособие: часть I / Н.И. Гендина,

Н.И. Колкова, Г.А. Стародубова. – Кемерово: Кемеровская гос. академия культуры и искусств, 1999. – 143 с.

87. Гершунский, Б.С. Компьютеризация в среде образования. – М.: АПК и ПРО, 1987. – 263 с.

88. Гетман, Н.А. Организационно-педагогические условия индивидуализации обучения студентов в высшей школе / Н.А. Гетман, А.А. Петрусевиц // Омский научный вестник. – 2014. – №. 3 (129). – С.125-128.

89. Гиря, И.А. Понятийный граф как основа ведения модели знаний // Наука и образование. – 2011. – № 05. – Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/181222.html>.

90. Годик, Ю.О. «Цифровое поколение» и новые медиа // Медиаскоп. 2011. – Вып. 2. – Режим доступа: <http://mediascope.ru/node/838#4-0420800082\0014>.

91. Голенков, В.В. Интеллектуальные обучающие системы и виртуальные учебные организации / В.В. Голенков, В.В. Гулякина, В.В. Тарасов, О.Е. Елисеева и др. – Мн.: БГУИР, 2001. – 488 с.

92. Голикова, Е.А. Опыт построения структуры курса «Дискретная математика» с отслеживанием логических связей между ее компонентами // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 5. – режим доступа: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=28165>.

93. Гордеева, Т.О. Опросник «Шкала академической мотивации» / Т.О. Гордеева, Е.Н. Сычев, Е.Н. Осин // Психологический журнал. – 2014. – Т.35. – №4. – С.96–107.

94. ГОСТ Р 53620–2009 «Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Электронные образовательные ресурсы. Общие положения». – Введ. 01.01.2011 – Москва : Стандартиформ, 2011. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200082196>.

95. Готовность России к информационному обществу: Оценка возможностей и потребностей широкомасштабного использования информационно-коммуникационных технологий: монография / О.Н. Вершинская, В.И. Дрожжинов, Т.В. Ершова и др. – Москва, 2001. – 113 с.

96. Готская, И. Б. Маркетинговое проектирование методической системы обучения информатике студентов педвузов : монография. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 1999. – 114 с.

97. Границкая, А.С. Научить думать и действовать: Адаптивная система обучения в школе. – М. : Просвещение, 1991. – 175 с.

98. Грачев, В.В. Персонализация образования в условиях глобального перехода к веб-стилю жизни // Экономика образования. – 2012. – № 1. – С. 20-24.

99. Грачёв, В.В. Теоретические основы персонализации образовательного процесса в высшей школе : дис. ... докт. пед. наук : 3.00.01. – Моск. гуманитар. ун-т]. – Москва, 2007. – 464 с.

100. Гребенникова, В.М. К вопросу о цифровизации образования. Историческая и социально-образовательная мысль / В.М. Гребенникова, Т.В. Новикова. – 2019. – Том. 11. – № 5. – С. 158-165.

101. Гречушкина, Н.В. Онлайн-курс: определение и классификация // Высшее образование в России. – 2018. – № 6. – С. 125-134.

102. Григорьев, С.Г., Гриншкун, В.В. Информатизация образования. Фундаментальные основы: учебник для студентов педагогических вузов и слушателей системы повышения квалификации педагогов / С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун. – М.: МГПУ, 2005. – 231 с.

103. Гриншкун, В.В. История и перспективы развития программ информатизации образования / О.Ю. Гриншкун, О.Ю. Заславская // Вестник московского городского педагогического университета. Серия: информатика и информатизация образования, 2011. – С. 5-13.

104. Гриншкун, В.В. Особенности и следствия использования открытых образовательных ресурсов и электронных курсов в российских вузах // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. – 2018. – Т. 15. – № 3. – С. 247-270.

105. Грохульская, Н.Л. Особенности психологии восприятия учебного материала по математике и информатике // Педагогическое образование в России. – 2015. – № 7. – С.50-57.

106. Гура, В.В. Теоретические основы педагогического проектирования личностно-ориентированных электронных образовательных ресурсов и сред. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2007. – 320 с.

107. Давыдов, В.В. Российская педагогическая энциклопедия // М.: Большая российская энциклопедия – 1993. – Режим доступа: <http://www.otrok.ru/teach/enc/index.html>.

108. Данг, Х.Ф. Полное адаптивное тестирование / Х.Ф. Данг, О.А. Шабалина // Известия ВолгГТУ. – 2013. – № 14(117). – Т. 17. – С. 75-82.

109. Даниленко, А.С. Информационные технологии как инструмент формирования учебной автономии / А.С. Даниленко, В.А. Шершнева, Ю.В. Вайнштейн // Материалы Межд. научно-практ. конф. «Теория и методика обучения и воспитания в современном образовательном пространстве». – 2018. – С. 61-66

110. Даниленко, А.С. Ретроспектива и тенденции развития учебной автономии в образовании / А.С. Даниленко, В.А. Шершнёва, Ю.В. Вайнштейн // Мир науки. Педагогика и психология. – 2019. – Т. 7. – № 6. – С. 96-103.

111. Двенадцать решений для нового образования : доклад центра стратегических разработок и высшей школы экономики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.hse.ru/data/2018/04/06/1164671180/Doklad_obrazovanie_Web.pdf.

112. Дворянчиков, Н.В. Использование электронного обучения в образовательном процессе: проблемы и перспективы / Н.В. Дворянчиков, Т.В. Калашникова, Л.С. Печникова, Н.В. Фролова // Психологическая наука и образование. – 2016. – Т. 21. – № 2. – С. 76-83.

113. Демкин, В.П. Гуманитарная информатика / В.П. Демкин, Г.В. Можаяева // Высшее образование в России. – 2003. – №2. – С.82-84.

114. Денисова, Е.А. Применение модели адаптивного тестирования в электронном обучении / Е.А. Денисова, Д.А. Денисова, Д.Г. Штенников // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2015. – № 11(101). – С. 49-62.

115. Дидактическая концепция цифрового профессионального образования и обучения / П.Н. Биленко, В.И. Блинов, М.В. Дулинов и др. ; под науч. ред. В. И. Блинова – 2020. – 98 с.

116. Долинер, Л.И. Адаптивные методические системы как системообразующая компонента дистанционного обучения // Образование и наука. – № 1. – 2003. – С. 48-67.

117. Дудина, И. М. Методическая система обучения основам логического программирования в профессиональном образовании учителей информатики : дис. ... канд. пед. наук. – Тольятти, 1997. – 168 с.

118. Духнич, Ю. Обучение на протяжении всей жизни [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://praktiks.com/obuchenie_na_protyazhenii_vsej_zhizni.

119. Егоров, В.В. Педагогика высшей школы: Учебное пособие / В.В. Егоров, Э.Г. Скибицкий, В.Г. Храпченков. – Новосибирск: САФБД, 2008. – 260 с.

120. Елистратова, Н.Н. Современные проблемы информатизации высшего образования // Современные проблемы информатизации высшего образования. Вестник Рязанского государственного университета им. С. А. Есенина. – 2010. – №. 29. – С. 12-21.

121. Емельянова, Н.В. Организация проектного обучения в вузе / Н.В. Емельянова, О.Г. Ларионова // Проблемы социально-экономического развития Сибири. – 2012. – № 1 (8). – С. 70-75.

122. Ершов, А.П. Информатизация: от компьютерной грамотности учащихся к информационной культуре общества // Коммунист. – 1988. – №2. – С.82-92.

123. Ершов, А.П. Концепция использования средств вычислительной техники в сфере образования (Информатизация образования). – Режим доступа: <http://ershov-arc.iis.nsk.su/archive/eaindex.asp?did=6667>.

124. Есин, Р.В. Геймификация в электронной среде как средство вовлечения студентов в образовательный процесс / Ю.В. Есин, Ю.В. Вайнштейн // Открытое и дистанционное образование. 2017. № 2 (66). С. 26-32.

125.Есин, Р.В. Представление образовательного контента математических дисциплин в адаптивных электронных обучающих ресурсах / Р.В. Есин, Ю.В. Вайнштейн // Материалы Межд. научно-метод. конференции «Преподавание математики и компьютерных наук в высшей школе». – Пермь, 2017. – С.33-37.

126.Есин, Р.В. Применение геймификации в практике электронного обучения математическим дисциплинам / Р.В. Есин, Ю.В. Вайнштейн // Материалы V-ой Межд. научно-практ. конф. «Современные Web-технологии в цифровом образовании: значение, возможности, реализация». – Арзамас, 2019. – С. 532-537.

127.Есин, Р.В. Структурная схема организации адаптивного тестирования в электронной обучающей среде / Р.В. Есин, Ю.В. Вайнштейн // Материалы III-ей Межрег. научно-практ. конф. «Информационно-коммуникационные технологии и информатика в современном образовании». – Москва, 2017. – С. 490-495.

128.Есин, Р.В. Формирование математической компетентности бакалавров направления подготовки «Информатика и вычислительная техника» в электронной среде : дисс. ... канд. пед. наук. – Красноярск, 2019. – 232 с.

129.Есин, Р.В. Методическая модель формирования математической компетентности на основе индивидуальной образовательной траектории в электронной среде / Р.В. Есин, Ю.В. Вайнштейн // Проблемы современного педагогического образования. – 2019. – № 64- 4. – С. 67-70.

130.Ефремова, Н.Ф. Подходы к оцениванию компетенций в высшем образовании: учеб. пособие. Москва : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2010. – 216 с.

131.Жданко, Т.А. Проектирование индивидуальных образовательных маршрутов студентов в вузе / Т.А. Жданко, Т.В. Живоколенцева, О.Ф. Чупрова // Научно-педагогический журнал Восточной Сибири Magister Dixit. – 2014. – № 1 (13). – С. 140-146.

132.Жунев, Н.А. Автоматизация создания отчетов успеваемости студентов в электронных курсах LMS Moodle / Н.А. Жунев, А.В. Степанов, Р.В. Есин,

Ю.В. Вайнштейн // Материалы Межд. научно-практ. конф. «Инновационные подходы в решении проблем современного общества». – Пенза, 2018. – С. 70-73.

133.Жунев, Н.А. Разработка приложения для взаимодействия с Moodle / Н.А. Жунев, А.В. Степанов, Р.В. Есин, Ю.В. Вайнштейн // Материалы Межд. научно-практ. конф. «Инновационные подходы в решении проблем современного общества». – Пенза, 2018. – С. 74-77.

134.Загвязинский, В.И. Теория обучения: Современная интерпретация: Учеб. пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений. – М.: Издат. центр «Академия», 2001. – 192 с.

135.Зайцева, Л.В. Адаптация в компьютерных системах на базе структуризации объектов обучения / Л.В. Зайцева, Е.Е. Буль // Образовательные технологии и общество. – 2006. – № 9(1). – С.422-427.

136.Зайцева, Л.В. Модели и методы адаптивного контроля знаний / Л.В. Зайцева, Н.О. Прокофьева // Образовательные технологии и общество. – 2004. – № 4. – Т. 7. – С. 265-277.

137.Звонников, В.И. Измерения и качество образования. – М.: Логос, 2006. – 312 с.

138.Звонников, В.И. Оценка качества результатов обучения при аттестации (компетентностный подход): учебное пособие / В.И. Звонников, М.Б. Чельшкова. – М.: Логос, 2012. – 279 с.

139.Зеер, Э.Ф. Теоретико-прикладные основания персонализированного образования: перспективы развития / Э.Ф. Зеер, Э.Э. Сыманюк // Педагогическое образование в России. – 2021. – № 1. – С. 17-25.

140.Зимняя, Н.А. Педагогическая психология. – М.: Логос, 2005. – 384 с.

141.Зимняя, И.А. Компетенция и компетентность в контексте компетентностного подхода в образовании // Иностранные языки в школе. – 2012. – № 6. – С. 2-10.

142.Зникина, Л.С. Междисциплинарное взаимодействие как основа формирования интегративных компетенций студентов вуза / Л.С. Зникина, П.А. Стрельников // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. – 2014. – №2. – С. 197–199.

143.Золотых, Н.В. Основные принципы педагогической диагностики в оценке учебных достижений обучающихся / Н.В. Золотых, Д.И. Нестеренко, Г.А. Любимова // Вестник учебно-методического объединения по профессионально-педагогическому образованию. – 2015. – № 2 (49). – С. 346-351.

144.Зыкова, Т.В. Вебинары как эффективное средство обучения математике студентов вуза / Т.В. Зыкова, В.А. Шершнева, А.С. Кацунова, Ю.В. Вайнштейн, Е.С. Белько // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. – 2017. – №2. – С. 62-65.

145.Зыкова, Т.В. О применении облачных технологий на базе LMS Moodle в обучении математическим дисциплинам / Т.В. Зыкова, В.А. Шершнева, Ю.В. Вайнштейн и др.// Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. – 2017. – № 4 (42). – С. 58-65.

146.Зыкова, Т.В. Электронные обучающие курсы по математике в высшем образовании / Т.В. Зыкова, В.А. Шершнева, Ю.В. Вайнштейн и др. // Перспективы науки и образования. – 2018. – № 4 (34). – С. 58–65.

147.Иванов, В. Е. Интернет в формировании диалогического пространства в социокультурной среде // Мир психологии. – 2000. – № 2. – С. 52-56.

148.Индивидуализация образовательной деятельности обучаемых на основе применения электронного обучения с использованием дистанционных образовательных технологий : практическое пособие / С.М. Авдеева, Л.Л. Босова, Н.В. Никуличева, С.С. Хапаева. – Москва, 2017. – 121 с.

149.Использование средств информатизации для формирования толерантности при обучении в течение всей жизни / С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун, О.В. Львова, Л.А. Шунина // Вестник Моск. гор. пед. ун-та. Серия: Информатика и информатизация образования. – 2016. – № 1 (35). – С. 8-19.

150.Исследование российского рынка онлайн-образования и образовательных технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://edmarket.digital/>.

151.Кадемия, М.Е. От электронного к всепроникающему обучению. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/89682/1/257-264.pdf>.

152.Калдыбаев, С.К. Основные принципы педагогической диагностики в оценке учебных достижений обучающихся // Известия Кыргызской академии наук. – 2015. – № 1 (33). – С. 3-8.

153.Камалеева, А.Р. О внедрении механизма реализации нового образовательного стандарта в интеграции с разработанными профессиональными стандартами // Вестник Томского государственного университета. – 2018. – № 430. – С. 144-151.

154.Капулин, Д.В. Технологические аспекты персонализации процесса обучения в среде LMS Moodle / Д.В. Капулин, П.А. Русских // Материалы II Международной научной конференции «Информатизация образования и методика электронного обучения». – Красноярск : Сибирский федеральный университет. – 2018. – С. 173-177.

155.Капустин, Н.П. Педагогические технологии адаптивной школы: учеб. пособие для вузов. – М., 2001. – 215 с.

156.Каракозов, С.Д. Ориентиры развития цифровой образовательной среды МПГУ / С.Д. Каракозов, Р.С. Сулейманов, А.Ю. Уваров // Наука и школа. – 2014. – №8. – С. 69-83.

157.Каракозов, С.Д. Проектирование содержания профессиональных компетенций образовательного стандарта ИТ-специалиста на основе требований профессиональных стандартов и работодателей / С.Д. Каракозов, М.В. Худжина, Д.А. Петров // Информатика и образование. – 2019. – № 7. – С. 7–16.

158.Каракозов, С.Д. Развитие ИКТ-насыщенной образовательной среды педагогического вуза / С.Д. Каракозов, А.Ю. Уваров // Информатика и образование. – 2014. – №8 (257). – С. 12-23.

159. Каргина, З.А. Индивидуализация, персонализация, персонификация - ведущие тренды развития образования в XXI веке: обзор современных научных

исследований // Наука и образование: современные тренды: коллективная монография. – 2015. – № VIII. – С. 172- 187.

160.Карпенко, А.П. Модельное обеспечение автоматизированных обучающих систем. Обзор [Электронный ресурс] // Электронный журнал, 2011. №7. – Режим доступа: <http://technomag.edu.ru>.

161.Кашина, О.А. Система управления обучением как основа организации электронного обучения в вузе / О.А. Кашина, В.Н. Устюгова, Р.Е. Архипов, И.И. Шакиров // Образовательные технологии и общество. – 2018. – Т. 21. – №2. – С. 431-438.

162.Кирсанов, А.А. Индивидуализация учебной деятельности школьников // Казань: Тат. кн. изд-во. – 1980. – 207 с.

163.Киселева, Т.В. Обеспечение достоверной оценки результатов электронного обучения с помощью систем прокторинга / С.А. Киселева, С.А. Худовердова // Информационные системы и технологии в моделировании и управлении. – 2019. – С. 278-281.

164.Кларин, М.В. Инновационные модели обучения: исследование мирового опыта. – М.: Луч, 2016. – 640 с.

165.Ключевые ориентиры для разработки и реализации образовательных программ в предметной области «Информационно-коммуникационные технологии». – Бильбао: Университет Деусто, 2013. – 87 с.

166.Ковалев, И.В. Системные аспекты организации и применения мультилингвистической адаптивно - обучающей технологии / И.В. Ковалев, М.В. Карасева, Е.А. Суздалева // Образовательные технологии и общество. – 2002. – №5. – С. 198-212.

167.Коджаспирова, Г.М. Педагогический словарь / Г.М. Коджаспирова, А.Ю. Коджаспиров. – М.: Академия, 2000. – 176 с.

168.Колбина, Е.В. Требования к подбору задач как одно из условий реализации компетентно-контекстного обучения математике в техническом вузе // Современные проблемы науки и образования: электронный научный журнал. – 2013. – № 3. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/109-9595>.

169. Колин, К.К. Информатизация образования и фундаментальные проблемы информатики // Образовательные технологии. – 2010. – № 2. – С. 18-29.
170. Колин, К.К. Информатизация образования: новые приоритеты // Математическая морфология: электронный математический и медико-биологический журнал. – 2001. – № 4. – С. 204-216.
171. Коломиец, Б.К. Комплексная оценка качества подготовки выпускников вузов: методические рекомендации / Б.К. Коломиец. – М.: ИЦПКПС, 2006. – 46 с.
172. Коляда, М.Г. Виды моделей, обучаемых в автоматизированных обучающих системах // Искусственный интеллект». – 2008. – №2. – С.28-33.
173. Коменский, Я.А. Избранные педагогические сочинения / Я.А. Коменский. – М., 1982. – Т. 2. – 651 с.
174. Кондратенко, А.Б. Автоматизированная система персонализации обучения обществе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ikt-learning.blogspot.ru>.
175. Кондратенко, А.Б. Проектирование образовательного процесса в информационном обществе // Вестник БФУ им. И. Канта. – №5. – 2013. – С. 42–49.
176. Кондрашова, Л.В. Процесс обучения в высшей школе / Л.В. Кондрашова. – Кривой Рог: КГПУ, 2007. – 318 с.
177. Кондурар, М.В. Понятия компетенция и компетентность в образовании // Вектор науки ТГУ. – 2012. – №1(8). – С. 189-192
178. Концепции использования средств вычислительной техники в сфере образования (Информатизация образования) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ershov.iis.nsk.su/archive/eaindex.asp?lang=1&did=6666>.
179. Концепция информатизации высшего образования Российской Федерации от 28 сентября 1993 года. – Москва, 1994. – 100 с.
180. Концепция информатизации общества (обобщенный вариант) // Информационное общество. – 1990. – Вып.5. – С. 6-32.
181. Концепция информатизации сферы образования Российской Федерации // Проблемы информатизации высшей школы. – 1998. – №3-4. – 322 с.

182. Концепция развития сети телекоммуникаций в системе высшего образования Российской Федерации от 31 марта 1994 г. – М., 1994. – 120 с.

183. Концепция системной интеграции информационных технологий в высшей школе. – М., 1993. – 71 с.

184. Концепция создания и развития единой системы дистанционного образования в России / Госкомвуз России. – М.: НИИВО, 1995. – 24 с.

185. Конышева, А.В. Модульное обучение как средство управления самостоятельной работой студентов // Высшее образование в России. – 2009. – № 11. – С. 18–25.

186. Кочеткова, Т.О. Международные стандарты образования // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы управления и экономики». – 2016. – С. 243-249.

187. Красавина, Ю.В. Развитие профессиональной информационной и коммуникационной компетенции методом проектов в электронной среде / Ю.В. Красавина, М. Аль Аккад // Образование и наука. – 2014. – № 10. – С. 93-104

188. Краудер Н.А. О различиях между линейным и разветвленным программированием // Программированное обучение за рубежом: Сборник переводов. – М.: Высшая школа, 1968. – С. 58-67.

189. Кречетов, И.А. Реализация адаптивного обучения: методы и технологии / И.А. Кречетов, В.В. Романенко, В.В. Кручинин, А.В. Городович // Открытое и дистанционное образование. – 2018. – № 3(71). – С. 33-40.

190. Криворотова, Т.А. Интеграция как фактор развития нового качества образования // Вестник Московского университета имени С. Ю. Витте. – 2010. – Серия 3. – С. 233–238.

191. Крупнов, Ю.В. Практика персонального образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.personaledu.narod.ru>.

192. Кручинин, М.В. Взаимодействие участников проектной деятельности в вузе с применением сетевых коммуникаций / М.В. Кручинин, Г.А. Кручинина // Казанский педагогический журнал. – 2015. – № 6 (113). – Ч. 2. – С. 290-295.

193. Ксенофонтова, А.Н. Концепция проектирования персональной образовательной среды / А.В. Ксенофонтова, А.В. Леденева // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2016. – № 8 (196). – С. 27-32.

194. Куваев, М.Р. Методика преподавания математики в вузе. – Томск: изд-во Томского университета, 1990. – 387 с.

195. Кудинов, В.А. Модель обучаемого для информационно-образовательной системы // Материалы IV Межд. научн. конф. «Информатизация образования и методика электронного обучения». – Красноярск, 2020. – С. 144-149.

196. Кудрина, Е.В. Принципы педагогической диагностики в условиях дистанционного обучения // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 09 (63). – С. 149-151.

197. Кузнецов, А.А. Информационно-коммуникационная компетентность современного учителя / А.А. Кузнецов, К.К. Хеннер, В.Р. Имакаев и др. // Информатика и образование. – 2010. – № 4. – С. 3-11.

198. Куклин, В.Ж. Обеспечение модульности, адаптивности и гибкости образовательных программ в системе высшего образования / В.Ж. Куклин, В.В. Гриншкун, М.И. Шутикова // Университетское управление: практика и анализ. – 2020. – Т. 24. – № 1. – С. 60-67.

199. Куликова, Д.Н. Роль преподавателя в современном образовательном процессе // Сибирский педагогический журнал. – 2012. – № 8. – С. 69-72.

200. Кун, К. E-Learning – электронное обучение // Информатика и образование. – 2006. – №10. – С.16-18

201. Курейчик, В.В. Моделирование процесса представления знаний в интеллектуальных обучающих системах на основе компетентностного подхода / В.В. Курейчик, В.В. Бова // Открытое образование. – 2014. – № 3 (104). – С. 42-48.

202. Кутюгин, Д.И. Интернет как коммуникативное пространство информационного общества: автореф. дис. ... на соиск. научн. степени. канд. соц. наук: 22.00.04 / Д.И. Кутюгин; МГУ им. Ломоносова – М., 2009. – 21 с.

- 203.Ламажаа, Ч.К. Этнопсихологические исследования тувинцев [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://national-mentalities.ru> ru.
- 204.Ланда, Л.Н. Алгоритмизация в обучении. – М.: Просвещение, 1966. – 524 с.
- 205.Лаптев, В.В. Профессиональная подготовка в условиях электронной сетевой среды / В.В. Лаптев, Т.Н. Носкова // Высшее образование в России. – 2013. – № 2. – С. 79-83.
- 206.Лапчик, М. П. Информатизация образования как научная специальность // Информатика и образование. – 2016. – №10. – С. 3–8.
- 207.Лейбович, А.Н. Развитие системы профессиональных квалификаций / А.Н. Лейбович, И.А. Волошина, В.И. Блинов. – Москва: Издательство «Перо», 2018. – 20 с.
- 208.Литвиненко, М.В. Структурно-функциональная модель индивидуальной траектории обучения в условиях информатизации образования диссертация на соискание ученой степени доктора педагогических наук : дисс. ... д-ра пед. наук. – Москва, 2007. – 450 с.
- 209.Лихачева, Л.С. Этикет в социальном взаимодействии: методологические возможности полипарадигмального подхода: Автореф. дисс. ... д-ра пед. наук. – Екатеринбург, 2000.
- 210.Лихтенвальд, Э.К. Модель генерации адаптивных тестов по уровню их сложности // Вестник КГПУ. – 2012. – № 2. – С. 205-209.
- 211.Личностно-ориентированный подход в работе педагога: разработка и использование / под ред. Е. Н. Степанова. – М.: ТЦ Сфера, 2004. – 128 с.
- 212.Лобова, С.В. Цифровизация: мейнстрим для университетского образования и вызовы для преподавателей / С.В. Лобова, С.Н. Бочаров, Е.В. Понькина // Университетское управление: практика и анализ. – 2020. – Т. 24. – № 2. – С. 92–106.
- 213.Лукияненко, О.Д. Обратная связь в дидактическом информационном взаимодействии педагога и учащихся // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2007. – Т. 12. – № 33. – Режим

доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/obratnaya-svyaz-v-didakticheskom-informatsionnom-vzaimodeystvii-pedagoga-i-uchaschihsya>.

214. Луман, Н. Почему необходима системная теория? // Проблемы теоретической социологии. – СПб. – 1994. – С. 43–55.

215. Лушников, А.В. Алгоритм выбора оптимальных траекторий обучения в двухуровневой системе образования // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2014. – № 4 (32). – С. 32–40.

216. Макарова, Н.В. Статистика в Excel: Учеб. пособие / Н.В. Макарова, В.Я. Трофимец. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.

217. Максимов, П.В. Повышение эффективности дистанционных форм обучения в технических вузах // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3. – С. 189-196.

218. Максимова, В.Н. Межпредметные связи в процессе обучения. – М.: Просвещение, 1988. – 192 с.

219. Макусева, Т.Г. Организационные подходы к обучению: полипарадигмальный подход // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Психология и педагогика. – 2013. – № 1. – С. 106-112.

220. Мандель, Б.Р. Инновационные технологии педагогической деятельности. М., Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 260 с.

221. Манифест о цифровой образовательной среде [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://manifesto.edutainme.ru/>.

222. Мануйлов, Ю.С. Средовой подход в воспитании. Ун-т Рос. акад. образования. – 2. изд., перераб. – М., 2002. – 155 с

223. Марей, А. Цифровизация как изменение парадигмы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bcg.com/ru-ru/about/bcg-review/digitalization.aspx>.

224. Маскаева, А.М. Проектирование индивидуальных образовательных траекторий обучающихся // Инициативы XXI века. – 2010. – № 3. – С. 23-24.

225. Мастицкий, С.Э. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R / С.Э. Мастицкий, В.К. Шитиков. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 496 с

226.Маховская, О.И. Влияние образовательных медиа на развитие и жизнеспособность детей / О.И. Маховская, Ф.О. Марченко // Институт психологии Российской академии наук. Организационная психология и психология труда. 2017. Т. 2. № 2. С. 201-224.

227.Машбиц, Е.И. Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения: (Педагогическая наука - реформе школы) / Е.И. Машбиц. – М.: Педагогика, 1988. – 192 с.

228.Менг, Т.В. Средовый подход к организации образовательного процесса в современном вузе // Изв. Рос. гос. пед. ун-та им. А.И. Герцена. – 2008. – № 52. – С. 70-83.

229.Минин, А.Я. Информационные технологии в образовании : учебное пособие. – Москва: МПГУ, 2016. – 148 с.

230.Мицель, А.А. Динамическая модель управления индивидуальной траекторией обучения студента / А.А. Мицель, Н.В. Черняева // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2015. – № 2. – С. 77-81.

231.Нехаев, И.Н. О применении бикластерного анализа результатов тестирования для оценки уровня сформированности предметных компетенций / И.Н. Нехаев, М.И. Красильников, В.Г. Наводнов и др. // Вестник Марийского государственного технического университета, серия «Экономика и управление». – 2010. – Т.3. – С.20-32

232.Никулина, Т.В. Информатизация и цифровизация образования: понятия, технологии, управление / Т.В. Никулина, Е.Б. Стариченко // Педагогическое образование в России. – 2018. – № 8. – С. 107-113.

233.Новиков, А.М. Методология образования. – М.: «Эгвес», 2006. – 488 с.

234.Новиков, А.М. О развитии методических систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.anovikov.ru/artikle/met_sys.htm.

235.Носков М.В., Шершнева В.А. О дидактическом базисе современной высшей школы и математической подготовке компетентного инженера / М.В. Носков, В.А. Шершнева // Педагогика. – 2010. – № 10. – С. 38-44.

236.Носков, М.В. Адаптивные электронные обучающие курсы по математике в условиях двуязычия / М.В. Носков, Ю.В. Вайнштейн // Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – СПб: Санкт-Петербург, 2019. – С. 30-31.

237.Носков, М.В. К теории обучения математике в технических вузах / М.В. Носков, В.А. Шершнева // Педагогика. – 2005. – № 10. – С. 62–67.

238.Об информации, информатизации и защите информации. Федеральный закон от 20 февраля 1995 г. № 24-ФЗ // Собрание Законодательства РФ. – 1995. – № 8. – Ст. 609.

239.Об образовании в Российской Федерации : федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ (с изменениями на 30 апреля 2021 года). – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902389617>.

240.Орлов, В.И. Знания, умения, навыки и обучение. – М., 1995. – 9 с.

241.Осипова, С.И. Методическая система обучения и ее развитие в личностно ориентированном образовании / С.И. Осипова, Т.В. Соловьева // Сибирский педагогический журнал. – 2010. – №. 11. – С. 46-57.

242.Осипова, С.И. Методологические основания в диссертационных исследованиях по педагогике в контексте повышения их качества / С.И. Осипова, И.Л. Савостьянова // Философия образования. – 2013. – № 4 (49). – С. 104-111.

243.Осмоловская, И.М. Дифференцированное обучение: некоторые вопросы теории и практики // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 1999. – №. 5 (14) – С. 19–21.

244.Пак, Н.И. Концепция трансформационных и перевернутых электронных учебников / Н.И. Пак, Е.Г. Потупчик, Л.Б. Хегай // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2020. Т. 17. № 2. С. 153–168.

245.Пахунов, А.В. Принципы создания учебного курса с максимальной индивидуализацией траектории обучения // Инициативы XXI века. – 2016. – № 2. – С. 19-22.

246.Педагогика : учебное пособие / под ред. П.И. Пидкасистого. – М. : Педагогическое общество России, 1998. – 640 с.

247.Педагогическая концепция: методологические аспекты построения / Е.В. Яковлев, Н.О. Яковлева. – М.: Гуманитар. изд. центр Владос, 2006. – 239 с.

248.Петрушин, В.А. Обучающие системы: архитектура и методы реализации (обзор) // Известия РАН. Техническая кибернетика. – 1993. – №2. – С.164-190.

249.Пидкасистый, П.И. Самостоятельная познавательная деятельность школьников в обучении // М.: Педагогика. – 1980. – Т. 240.

250.Погодаева, Т. В. Индивидуальные образовательные траектории как фактор повышения конкурентоспособности молодежи / Т.В. Погодаева, Л.М. Волосникова, О.В. Огороднова // Материалы форума с межд. участием «Стратегии и практики развития инклюзивной культуры в пространстве региона». – 2019. – С. 214-220.

251.Подласый, И.П. Педагогика. Новый курс: Учебник для студ. пед. вузов. В 2 кн. / И.П. Подласый. – М.: Владос, 1999. – Кн. 1: Общие основы. Процесс обучения.

252.Полат, Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования / Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина, М.В. Моисеева, А.Е. Петров : сб. науч. тр. / под ред. Е. С. Полат. – М., 2008. – 272 с.

253.Полат, Е.С. Проблемы и перспективы дистанционного образования в средней образовательной школе: доклад / Е.С. Полат, А.В. Хуторской [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://viperson.ru/wind.php?ID=231060>.

254.Полат, Е.С. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования: учеб. пособие / Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина. – М.: Академия, 2005. – 272 с.

255.Поличка, А.Е. Инновационно-информационный подход организации педагогического обеспечения электронного обучения // Материалы II Межд. научной конференции «Информатизация образования и методика электронного обучения». – Сибирский федеральный университет. –2018. – С. 215-219.

256.Поличка, А.Е. Подходы к разработке методических систем учебных дисциплин в цифровом пространстве // Проблемы высшего образования. – 2019. – № 1. – С. 50-53.

257.Поличка, А.Е. Принципы отбора содержания обучения бакалавров для реализации педагогического потенциала математических дисциплин / А.Е. Поличка, М.А. Кислякова // Сибирский педагогический журнал. – 2017. – № 3. – С. 71-74.

258.Положение о реализации электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в СФУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://about.sfu-kras.ru/node/9739>.

259.Полупан, К.Л. Концептуальные основы проектирования индивидуального образовательного маршрута студента в цифровой образовательной среде : Автореф. дисс. ... д-ра пед. наук. – Москва, 2020. – 41 с.

260.Попков, В.А. Дидактика высшей школы / В.А. Попков, А.В. Коржуев. – М.: Академия, 2004. – 190 с.

261.Попова, Н.В. Принцип альтернативности при актуализации междисциплинарного синтеза в процессе выполнения лингвокомпьютерных заданий // Научно-технические ведомости. Гуманитарные и общественные науки. – 2011. – №2. – С. 79–87.

262.Постановление Правительства Российской Федерации от 16.11.2015 № 1236 «Об установлении запрета на допуск программного обеспечения, происходящего из иностранных государств, для целей осуществления закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/71252170/>.

263.Постановление Правительства Российской Федерации от 18.04.2016 г. № 317 «О реализации национальной технологической инициативы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/71380666/>.

264.Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 295 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие

образования» на 2013 - 2020 годы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/документы/4720>.

265.Приказ Минобрнауки РФ от 23.08.2017 N 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/436767209/>.

266.Приоритетный проект в сфере образования «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации» (утверждён президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам, протокол от 25.10.2016 № 9) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/71677640/>.

267.Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденной распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/71734878/>.

268.Прокудин, Д.Е. Информатизация образования в развивающемся информационном обществе // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. – Тамбов: Грамота, 2011. – № 5-4 (11). – С. 157-162.

269.Прокудин, Д.Е. Информатизация отечественного образования: итоги и перспективы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://anthropology.ru/ru/text/prokudin-de/informatizaciya-otchestvennogo-obrazovaniya-itogi-i-perspektivy>.

270.Прохоров, В.А. Профессиональный стандарт и ФГОС бакалавриата // Высшее образование в России. – 2018. – Т. 27. – № 1. – С. 31–36.

271.Психологические особенности поколения Z [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://mansa-uroki.blogspot.com/2016/04/z_12.html.

272.Пушкарь, А.И. Анализ современного состояния и тенденции развития e-learning и самообразования / А.И. Пушкарь, Н.И. Прибыткова // Теория и

практика управления социальными системами: философия, психология, педагогика, социология. – 2009. – № 1. – С. 75-81.

273.Пышкало, А.М. Методическая система обучения геометрии в начальной школе : авторский доклад по монографии «Методика обучения элементам геометрии в начальных классах», представленной на соискание ... д-ра пед. наук. – М.: Академия пед. наук СССР, 1975. – 60 с.

274.Ракитов, А.И. Философия компьютерной революции. – М.: Политиздат, 1991. – 287 с.

275.Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 № 1632-р «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (раздел 2 – «Кадры и образование»). – Режим доступа: <http://base.garant.ru/71734878/>.

276.Растригин, Л.А. Адаптивное обучение с моделью обучаемого / Л.А. Растригин, М.Х. Эренштейн. – Рига: Зинатне, 1988. – 160 с.

277.Резниченко, А.В. Модель дистанционного образования и современные информационные технологии / А.В. Резниченко, И.А. Жук // Государственная служба. – 2017. – Т. 19. – № 4 (108). – С. 66-72.

278.Роберт, И. В. Дидактика периода информатизации образования / И.В. Роберт // Педагогическое образование в России. – 2004. – №8. – С.110-119.

279.Роберт, И.В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы, перспективы использования / И.В. Роберт. – М.: ШколаПресс, 1994. – 205с.

280.Роберт, И.В. Толкование слов и словосочетаний понятийного аппарата информатизации образования / И.В. Роберт // Информатика и образование. – 2004. – № 5.– С. 22-29.

281.Розенберг, Н.М. Проблема измерений в дидактике / Н.М. Розенберг. – Киев: Вища школа, 1979. – 175 с.

282.Розин, В.М. Персонализация или индивидуализация: психолого-антропологический или культурно-средовой подходы / В.М. Розин, Т.М. Ковалева // Педагогика. – 2020. – Т. 84. – № 9. – С. 18-28.

- 283.Рыбина, Г.В. Обучающие интегрированные экспертные системы: некоторые итоги и перспективы // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2008. – №1. – С. 22-46
- 284.Сагитов, С.Т. Социокультурная сфера и развитие цифровой экономики // Высшее образование в России. – 2019. – Т. 28. – №10. – С. 97-105.
- 285.Саранцев, Г.И. Методическая система обучения предмету как объект исследования // Педагогика. – 2005. – № 2. – С. 30-36.
- 286.Свириденко, Д. Принять вызов цифровой экономики // Эксперт Сибирь. – Москва, 2017. – № 48–49 (504). – С. 40–41.
- 287.Селевко, Г.К. Компетентности и их классификация // Народное образование. – 2004. – № 4. – С. 138-144.
- 288.Селевко, Г.К. Современные образовательные технологии : учебное пособие. М.: Народное образование, 1998. – 256 с.
- 289.Семенов, А.Л. Качество информатизации школьного образования // Вопросы образования. – 2005. –№ 3. – С. 248-269.
- 290.Семенова, Т.В. Типы интеграции массовых открытых онлайн-курсов в учебный процесс университетов / Семенова Т.В., Вилкова К.А. // Университетское управление: практика и анализ. – 2017. – Т. 21. – № 6 (112) . – С. 114-126.
- 291.Сиволапов, А.В. Компьютеризация образования: современные проблемы и перспективы развития // Образование и наука. – 2005. – № 2. – С. 39-48.
- 292.Симонов, В.П. Педагогическая диагностика в образовательных системах. – М.: Перспектива, 2010. – 264 с.
- 293.Скаткин М.Н. Дидактика средней школы / М.Н. Скаткин, И.Я. Лернер. – М.: Просвещение. – 1982.
- 294.Скибицкий Э.Г. Теоретические основы разработки дидактического обеспечения адаптивных информационно-образовательных сред образовательных организаций // Непрерывное профессиональное образование и экономика. – 2019. – №1 (4). – С. 21-25.

295.Скибицкий, Э.Г. Формирование компетентности у студентов экономического профиля с использованием компьютерных технологий / Э.Г. Скибицкий, М.М. Геращенко // Сибирский педагогический журнал. – 2006. – № 5. – С. 137–140.

296.Скиннер Б. Наука об учении и искусство обучения // Программированное обучение за рубежом: Сборник. – М.: Высшая школа, 1968. – С. 32-46.

297.Слепченко, Н.Н. От модели обучаемого к его адаптации в интеллектуальных обучающих системах / Н.Н. Слепченко, Г.М. Цибульский, Т.Н. Ямских // Информатизация образования и науки. – 2018. – №. 1. – С. 68–79.

298.Словарь иностранных слов / Н. Г. Комлев. – М. : ЭКСМО, 2006. – 669 с.

299.Смолян, Г. Двадцать лет спустя (От Концепции информатизации советского общества к Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации) / Г. Смолян, Д. Черешкин // Информ. ресурсы России. – 2009. – № 2. – С. 11–18.

300.Современные образовательные технологии в учебном процессе вуза : методическое пособие / авт.-сост. Н.Э. Касаткина, Т.К. Градусова, Т.А. Жукова и др.; отв. ред. Н.Э. Касаткина. – Кемерово: ГОУ «КРИПО», 2011. – 237 с.

301.Современные подходы к организации электронного обучения в вузе : монография / М.Е. Вайндорф-Сысоева, Р.Н. Бахтизин, Н.Ю. Фаткуллин [и др.]. – Москва : Московский государственный областной университет, 2014. – 160 с.

302.Современные проблемы информатизации образования : монография / под ред. М. П. Лапчик. – Омск : Изд-во ОмГПУ, 2017. – 404 с.

303.Соколова, И.В. Социальная информатика и социология: проблемы и перспективы взаимосвязи. – М.: Союз, 1999. – 228 с.

304.Солдатова, Г. Интернет: возможности, компетенции, безопасность : методическое пособие для работников системы общего образования / Г. Солдатова, Е. Зотова, М. Лебешева, В. Шляпников. – М.: Google, 2013. – 165 с.

305.Соловьев, М.А. Стратегии развития электронного обучения в техническом вузе / М.А. Соловьев, С.И. Качин, С.Б. Велединская, М.Ю. Дорофеева // Высшее образование в России. – 2014. – № 6. – С. 67-76.

306.Спирин, Л.Ф. Теория и технология решения педагогических задач. – М.: Российское педагогическое агентство, 1997. – 174 с.

307.Стариченко, Б.Е. Обработка и представление данных педагогических исследований с помощью компьютера. – Урал. гос. пед. ун-т. Екатеринбург, 2004. – 218 с.

308.Стариченко, Б.Е. Пять тезисов о цифровизации образования // Стратегические ориентиры современного образования. – 2020. – С. 287-290.

309.Стариченко, Б.Е. Цифровизация образования: иллюзии и ожидания // Педагогическое образование в России. – 2020. – № 3. – С. 49-58.

310.Стариченко, Б.Е. Цифровизация образования: реалии и проблемы // Педагогическое образование в России. – 2020. – № 4. – С. 16-26.

311.Стародубцев, В.А. Персонализированные MOOK в смешанном обучении // Высшее образование в России. – 2015. – №. 10. – С. 133-144.

312.Степаненко, А.А. «Цифровой след» студента: поиск, анализ, интерпретация / А.А. Степаненко, А.В. Фещенко // Открытое и дистанционное образование. – 2017. – № 4(68). – С. 58-62.

313.Степанов, А.В. Описание алгоритма и способа взаимодействия с электронными обучающими курсами LMS Moodle / А.В. Степанов, Н.А. Жунев, Ю.В. Есин, Ю.В. Вайнштейн // Материалы Международной научно-практической конференции «Инновационные подходы в решении проблем современного общества». – Пенза, 2018. – С. 84-88.

314.Степанов, А.В. Сбор статистических данных в системе электронного обучения / А.В. Степанов, Н.А. Жунев, Ю.В. Есин, Ю.В. Вайнштейн // Материалы Международной научно-практической конференции «Инновационные подходы в решении проблем современного общества». – Пенза, 2018. – С. 78-80.

315. Стефанова, Н.Л. Теоретические основы развития системы методической подготовки учителя математики в педагогическом вузе [Текст]: автореф. дисс. ... док. пед. н. – СПб. – 1996. – 32 с.

316. Стефанюк, В.Л. Теоретические аспекты разработки компьютерных систем обучения : учебное пособие. – Саратов: СГУ, 1995. – 98 с.

317. Столбов, В.Ю. Междисциплинарность как важный компонент современного инженерного образования // Вестник ПНИПУ. Культура. История. Философия. Право. – 2015. – № 2. – С. 12-20.

318. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации от 7 февраля 2008 г. № Пр-212. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2008/02/16/informacia-strategia-dok.html>.

319. Стрекалова, Н.Б. Риски внедрения цифровых технологий в образовании // Вестник Самарского университета. История, педагогика, филология. – 2019. – Т. 25. – № 2. – С. 84-88.

320. Стрекалова, Н.Б. Управление качеством самостоятельной работы студентов в открытой информационно-образовательной среде: дисс. ... докт. пед. наук. – СПб.: РГПУ им. А. И. Герцена, 2000. – 361 с.

321. Строков А.А. Цифровизация образования: проблемы и перспективы // Вестник Мининского университета. – 2020. – №2 (31). – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-obrazovaniya-problemy-i-perspektivy>.

322. Субетто, А.И. Новые информационные технологий и их роль в создании систем дистанционного образования и активизации самостоятельного обучения / А.И. Субетто, Н.А. Селезнева, С.И. Ельникова, Д.О. Жуков, С.А. Лесько // Экономика образования. – 2007. – № 3. – С. 55-69.

323. Талызина, Н.Ф. Педагогическая психология : учеб. пособие для студ. сред. пед. учеб. заведений. – М. : Академия, 1998. – 288 с.

324. Талызина, Н.Ф. Программированное обучение // Большая российская энциклопедия. – Том 27. – Москва, 2015. – С. 551.

325. Тельнов, Ю.Ф. Динамическая интеллектуальная система управления процессами в информационно-образовательном пространстве высших учебных

заведений / Ю.Ф. Тельнов, В.А. Казаков, О.А. Козлова // Открытое образование. – 2013. – № 1 (96). – С. 40-49.

326.Тестов, В.А. Фундаментальность образования: современные подходы // Педагогика. – 2006. – № 4. – С. 3-7.

327.Тихомиров, В.П. Среда Интернет обучения системы образования России: проект Глобального виртуального университета / В.П. Тихомиров, В.И. Солдаткин, С.Л. Лобачев. – М.: МЭСИ, 2000. – 332 с.

328.Тихонов, А.Н. Информатизация российского образования и общества в целом / А.Н. Тихонов, А.Д.Иванников // Международное сотрудничество. – 1996. – № 2. – С. 76-89.

329.Тихонов, А.Н. Развитие единой образовательной информационной среды в Российской Федерации // Университетское управление: практика и анализ. – 2001. – № 4(19). – С. 9-13.

330.Токтарова, В.И. Теоретико-методологические основы проектирования адаптивной системы математической подготовки студентов в информационно-образовательной среде вуза / В.И. Токтарова, С.Н. Федорова // Сибирский педагогический журнал. – 2020. – № 3. – С. 74-83.

331.Токтарова, В.И. Учет стилевых характеристик обучающихся в адаптивной системе математической подготовки студентов / Токтарова В.И., Федорова С.Н. // Высшее образование сегодня. – 2020. – № 10. – С. 58-63.

332.Толковый словарь по информационному обществу и новой экономике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://information_society.academic.ru).

333.Толковый словарь терминов понятийного аппарата информатизации образования / сост.: И.В. Роберт, Т.А. Лавина. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 69 с

334.Томюк, О.Н. Цифровизация образовательной среды как фактор личностного и профессионального самоопределения обучающихся / Томюк О.Н., Дьячкова М.А., Кириллова Н.Б., Дудчик А.Ю. // Перспективы науки и образования. 2019. –№ 6 (42). – С. 422-434.

335.Тормасин, С.И. Организационно-методические проблемы интеграции компетенций / Н.П. Тормасин, Н.П. Пучков // Вопросы современной науки и практики. – 2012. – №1. – С. 149–158.

336.Тоффлер, Э. Шок будущего. – М.: Издательство АСТ, 2002. – 784 с.

337.Трудности и перспективы цифровой трансформации образования / А.Ю. Уваров, Э. Гейбл, И.В. Дворецкая [и др.] ; под ред. А.Ю. Уварова, И.Д. Фрумина ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики», Ин-т образования. – М.: Издат. дом Высшей школы экономики, 2019. – 343 с.

338.Тюхтин, В.С. Отражение, системы, кибернетика. Теория отражения в свете кибернетики и системного подхода. – М.: Наука, 1972. – 256 с.

339.Уваров, А.Ю. Информатизация школы: вчера, сегодня, завтра. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 484 с.

340.Уваров, А.Ю. От компьютеризации до цифровой трансформации образования // Информатика и образование. – 2019. – № 4 (303). – С. 5-11.

341.Уваров, А.Ю. Проблемы и перспективы цифровой трансформации образования в России и Китае / А.Ю. Уваров, С. Ван, Ц. Кан, С. Чжу, С. Цзян / И.В. Дворецкая (отв. ред). М.: ИД НИУ ВШЭ, 2019. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://aiedu.hse.ru/mirror/pubs/share/308201188>
<http://www.gknt.gov.by>.

342.Уваров, А.Ю. Три сценария развития образования и его цифровая трансформация // Continuum. Математика. Информатика. Образование. – 2020. – № 3 (19). – С. 61-74.

343.Уваров, А.Ю. Цифровая трансформация и сценарии развития общего образования. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования. – М.: НИУ ВШЭ, 2020. – 108 с.

344.Указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в РФ на 2017–2030 годы». – Режим доступа: <https://base.garant.ru/71670570/>.

345.Унт, И. Индивидуализация и дифференциация обучения. – Педагогика, 1990. – 192 с.

346.Урсул, А.Д. Информатизация общества и переход к устойчивому развитию цивилизации // Вестник РОИВТ. – 1993. – № 1–2. – С. 35-45.

347.Учебное пособие «Педагогическая информатика» / под ред. В.П. Соломина. – РГПУ им. А. И. Герцена, 2006. – 125 с.

348.Федеральный закон «Об образовании в РФ» от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/.

349.Федеральный закон от 20.02.1995 № 24-ФЗ «Об информации, информатизации и защите информации». – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5887/.

350.Федорова, Г.А. Профессиональное развитие педагогов в условиях интегрированной информационно-образовательной среды "Школа-Педвуз" : Дисс. ... докт пед. наук. – Красноярск, 2016 – 371 с.

351.Федорова, Г.А. Развитие дистанционного взаимодействия студентов и учителей на основе современных информационно-коммуникационных технологий / Г.А. Федорова, М.И. Рагулина, М.П. Удалов, М.П. Лапчик // Science for Education Today. – 2019. – Т. 9. – № 2. – С. 108–125.

352.Федосеев, А.А. Формирующее оценивание: пристальный взгляд // Новые информационные технологии в образовании и науке. 2018. № 1. С. 83-85.

353.Федосеев, С.В. Современные проблемы прикладной информатики : хрестоматия. – Москва : ЕАОИ, 2011. – 271 с.

354.Фетискин, Н.П. Социально-психологическая диагностика развития личности и малых групп / Н.П. Фетискин, В.В. Козлов, Г.М. Мануйлов. – М., 2002. – 490 с.

355.Фомичева, Т.В. Ценности россиян в контексте цифровизации российской экономики / Т.В. Фомичева, В.И. Катаева // Уровень жизни населения регионов России. 2019. – Т.15. – № 2. – С. 80-84.

356.Фрумин, И. Полтора миллиарда пропущенных уроков / И. Фрумин, И. Реморенко // Ведомости от 04 Апреля 2020. – Режим доступа: <https://www.vedomosti.ru/society/articles/2020/04/04/827151-poltora>.

357.Фрумкин, К.Г. Клиповое мышление и судьба линейного текста // Ineternum. – 2010. – № 1. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://nounivers.narod.ru/pub/kf_clip.htm.

358.Хеннер Е.К. Высокоразвитая информационно-образовательная среда вуза как условие реформирования образования // Образование и наука. – 2014. – № 1 (110). – С. 54-72.

359.Хуторской, А.В. Ключевые компетенции и образовательные стандарты // Интернет-журнал «Эйдос» от 23 апреля 2002. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eidos.ru/journal/2002/0423.htm>.

360.Царев, Р.Ю. Адаптивное обучение с использованием ресурсов информационно-образовательной среды / Р.Ю. Царев, С.В. Тынченко, С.Н. Гриценко // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 5. – Режим доступа: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=25227>.

361.Цветков, В.Я. Когнитивные аспекты построения виртуальных образовательных моделей // Интеграция образования. – 2014. – № 3 (76). – С. 71–76.

362.Цибульский, Г.М. Активная информационная система вуза в информационно-образовательной среде / Г.М. Цибульский, М.В. Носков, Р.А. Барышев, М.В. Сомова // Педагогика. – 2017. – № 3. – С. 28-32.

363.Цибульский, Г.М. Динамическая модель обучаемого в виртуальной образовательной среде Moodle / Г.М. Цибульский, Р.В. Брежнев, Ю.А. Маглинец // Информатика и образование. – 2017. – № 7. – С. 21-25.

364.Цибульский, Г.М. Разработка адаптивных электронных обучающих курсов в среде LMS Moodle : монография / Г.М. Цибульский, Ю.В. Вайнштейн, Р.В. Есин. – Красноярск : Сиб.фед.ун-т, 2018. – 168 с.

365.Цифровизация: основные термины. Электронный справочник. Составитель О.А. Пикулева [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://freedocs.xyz/docx-461882302>.

366.Черняева, Н.В. Проблема персонализации обучения за рубежом // Педагогическое образование в России. – 2020. – № 2. – С. 36-40.

367.Чумакова, В.А. Психологические особенности и проблемные аспекты электронной образовательной коммуникации // Актуальные вопросы современной психологии : материалы III Междунар. науч. конф. (г. Челябинск, февраль 2015 г.). – Челябинск : Два комсомольца, 2015. – С. 111-113.

368.Шаров, В.С. Дистанционное обучение: форма, технология, средство // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2009. – № 94. – С. 236-240.

369.Шаронова, О.В. О современных возможностях применения ИКТ в деятельности учителя // Информатика и образование. – 2016. – № 6 (275). – С. 17-18.

370.Шваб, К. Четвертая промышленная революция : перевод с английского. – Москва : Эксмо, 2020. – 208 с.

371.Шершнева, В.А. Адаптивная система обучения в электронной среде / В.А. Шершнева, Ю.В. Вайнштейн, Т.О. Кочеткова // Программные системы: теория и приложения. – 2018. – № 9:4. – С. 159–177.

372.Шершнева, В.А. Как оценить междисциплинарные компетентности студента // Высшее образование в России. – 2007. – № 10. – С. 48–50.

373.Шершнева, В.А. Формирование математической компетентности студентов инженерного вуза // Педагогика. – 2014. – № 5. – С. 62-70.

374.Шестакова, Л.А. Теоретические основания междисциплинарной интеграции в образовательном процессе вузов // Вестник Московского университета имени Витте С. Ю. Серия 3: Педагогика. Психология. Образовательные ресурсы и технологии. – 2013. – к № 1. – С. 47–52.

375.Шкерина, Л.В. Методика выявления и оценивания уровня сформированности профессиональных компетенций студентов – будущих учителей математики: уч. пособие. – Красноярск: РИО КГПУ им. В.П. Астафьева, 2015. – 264 с.

376.Эволюция образования в условиях информатизации: монография / рук. авт. коллектива и отв. редакторы М.П. Лапчик, М.В. Носков // Носков М.В., Дьячук П.П., Добронев Б.С. и др. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2019. – 216 с.

377.Юсупов, Р.М. Научно-методологические основы информатизации / Р.М. Юсупов, В.П. Заболотский. – Наука, 2000. – 455 с.

378.Якиманская, И.С. Личностно-ориентированное обучение в современной школе. – М., 1996. – 96 с.

379.Яковлева, Н.О. Проектирование как педагогический феномен // Педагогика. – 2001. – №2. – С.59

380.Ямбург, Е.А. Школа для всех. – М., 1997. – 346 с.

381.Andersson, P. Future digitalization of education after Covid-19 / P. Andersson, L.G. Mattsson [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hhs.se/contentassets/419c7b2f06a94ee183bf52ca748c98b5/a54.pdf> .

382.Bates, W. Technology, E-learning and Distance Education Psychology Press / W. Bates, T. Bates. – London: Routledge, 2005 – 246 p.

383.Bates, T. Teaching in a Digital Age (Open Textbook) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://opentextbc.ca/teachinginadigitalage/>.

384.Berestova, V. I. An application of expert system methods for development of intelligent learning programs / V.I. Berestova, I.A. Chernyshov, G.V. Rybina, O.V. Zavolovich // In Proceedings of the East-West Conference on Emerging Computer Technologies in Education. – Moscow: ICSTI, 1992. – P. 32-35.

385.Beyer, L.E. Prospects: The Quarterly Review of Comparative Education / L.E. Beyer, W.H. Kilpatrick. – Paris: International Bureau of Education, 1997. – Vol. XXVII. – № 3. – P. 470-485.

386.Blackboard: Education Technology & Services [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.blackboard.com/.

387.Bold, M. Interaction in distance learning // Encyclopedia of distance learning. Second edition, New York, 2009 / Information science reference; Patricia Rogers [et al.]. – New York. – 2009. – P. 1244–1249.

388.Bouley, F. Professional competence of prospective teachers in business and economics education: evaluation of a competence model using structural equation modeling / F. Bouley, E. Wuttke, K. Schnick-Vollmer, B. Schmitz, S. Berger, S.

Fritsch, J. Seifried // Peabody Journal of Education. – 2015. – Vol. 90. – №. 4. – P. 491–502.

389. Bray, B. Make learning personal : the what, who, WOW, where, and why / B. Bray, K. McClaskey. – Thousand Oaks, California : Corwin Press, 2014. – 288 p.

390. Brinton, C.G. Individualization for education at scale: MIIC design and preliminary evaluation / C.G. Brinton [et al.] // IEEE Transactions on Learning Technologies. – 2015. – Vol. 8. – №. 1. – P. 136-148.

391. Brusilovsky, P. Developing adaptive education hypermedia systems: from design models to authoring tools // Authoring tools for advanced learning technologies by Murray T., Blessing S., Ainsworth S. (eds.). – Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. – 557 p.

392. Brusilovsky, P. Web-based testing for distance education / P. Brusilovsky, P. Miller // WebNet'99. Proceedings of AACE World Conference of the WWW and Internet. – Honolulu, 1999. – P. 149-154.

393. Buchem, I. Microlearning: A Strategy for Ongoing Professional Development / I. Buchem, H. Hamelmann // eLearning Papers. – 2010. – Vol. 21. – №7. – P. 1–15.

394. Buckley, D. Personalisation by Pieces [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/industries/docs/education/PersonalisationbyPieces.pdf.

395. Conole, G. A new classification schema for MOOCs // INNOQUAL: International Journal for Innovation and Quality in Learning. – 2014. – Vol. 2(3) . – P. 65–77.

396. Cross, J. An informal history of eLearning [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/240601967_An_informal_history_of_eLearning.

397. Danilenko, A. Learner autonomy in modern higher education / A. Danilenko, I. Kosmidis, V. Shershneva, Y. Vainshtein // SHS Web Conf «ERPA International Congresses on Education». – 2018. – Vol. 48. – Режим доступа: <https://www.shs->

conferences.org/articles/shsconf/abs/2018/09/shsconf_erpa2018_01022/shsconf_erpa2018_01022.html.

398. De Bra, P. AHA! The Adaptive Hypermedia Architecture / P. De Bra, A. Aerts, B. Berden, B. de Lange, B. Rousseau, T. Santic, D. Smits, N. Stash // Proceedings of the ACM Hypertext Conference. – Nottingham, 2003. – P. 81–85.

399. Dewey, J. School and a society. – M.: The State publishing house, 1924. – 168 p.

400. EDUCAUSE. Adaptive Learning Systems: Surviving the Storm [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://er.educause.edu/articles/2016/10/adaptivelearning-systems-surviving-the-storm>.

401. eFront. Private Equity Software Solutions dedicated to private equity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.efront.com/>.

402. Eiken, O. The Kunskapsskolan (“The Knowledge School”): A Personalised Approach to Education. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.oecd-ilibrary.org/education/the-kunskapsskolan-the-knowledge-school_5kgdzvmzjblv-en.

403. Elaine, I.A. Changing Course: Ten Years of Tracking Online Education in the United States / I.A. Elaine, J. Seaman [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eric.ed.gov/?id=ED541571>.

404. Esichaikul, V. Student modelling in adaptive e-learning systems / V. Esichaikul, S. Lamnoi, C. Bechter // Knowledge Management and E-Learning. – 2011. – Vol. 3. – № 3. – P. 342-355.

405. Fisher, J. Takeaways from the 2017 Blended and Personalized Learning Conference / Fisher J., White J. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://eric.ed.gov/?id=ED586384>.

406. Healey, M. Use of peer and self-assessment to distribute group marks among individual team members: Ten years’ experience / M. Healey, M. Addis – Cheltenham: University of Gloucestershire Geography Discipline Network and School of Environment, 2004. – P.116–121.

407. Hicken, A. eLearning Hype Curve [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://webcourseworks.com/author/andyhicken/experience>.

408.Hicks, K. Understanding The Top Learning Management Systems [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.edudemic.com/the-20-best-learning-management-systems/>.

409.Huff, J.L. Work in progress: Understanding professional competency formation in a service-learning context from an alumni perspective / J.L. Huff, W.C. Oakes, C.B. Zoltowski // Proc. Frontiers in Education Conf. IEEE. – 2012. – P. 1–3.

410.ILIAS. E-Learning [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ilias.de/>.

411.Introducing Sakai [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sakaiproject.org/>.

412.Israel, M.J. Effectiveness of Integrating MOOCs in Traditional Classrooms for Undergraduate Students / M.J. Israel // International Review of Research in Open and Distributed Learning. – 2015. – Vol. 16. – №5. – PP. 102–118.

413.Johnson, L. NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition / L. Johnson, S. Adams Becker, M. Cummins and etc [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sconul.ac.uk/sites/default/files/documents/2016-nmc-horizon-report-he-EN-1.pdf>.

414.Knewton: The Best in Adaptive Learning Technology [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.knewton.com/>.

415.Knox, J. Artificial intelligence and education in China // Learning, Media and Technology. – 2020. – Vol.45(3). – PP. 298-311

416.Kytmanov, A.A. Competency-based Learning in Higher Mathematics Education as a Cluster of Efficient Approaches / A.A. Kytmanov, M.V. Noskov, K.V. Safonov, M.V. Savelyeva, V.A. Shershneva // Bolema: Mathematics Education Bulletin. – 2016. Vol. 30:56. – PP. 1113–1126.

417.Lee, Joey J. Gamification in Education: What, How, Why Bother? / J. Lee Joey, J. Hammer. – Academic Exchange Quarterly, 2011. – Vol. 15(2). – Режим доступа: https://www.academia.edu/570970/Gamification_in_Education_What_How_Why_Bother.

418.Li, K.D. Personalized Learning in E-Learning Environment [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.docin.com/p-1199857000.html>.

419.Lindner, M. Use these tools, your mind will follow. Learning in immersive micromedia and microknowledge environments // Research proceeding of the 13th International Conference of the Association for Learning Technology, ALT-C. – Edinburgh, 2006. – PP. 41–49.

420.Minsky, M. The Emotion Machine: Commonsense Thinking, Artificial Intelligence, and the Future of the Human Mind. – New York: Simon&Schuster, 2007. – 400 p.

421.Moodle. Community driven, globally supported [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moodle.com/>.

422.Mulder, M. Conceptions of professional competence // International handbook of research in professional and practice-based learning. – Springer Netherlands, 2014. – P. 107–137.

423.Murray, T. Authoring Tools for Advanced Technology Learning Environments: Toward Cost Effective Adaptive, Interactive and Intelligent Educational Software / T. Murray, S. Blessing, S. Ainsworth. – Dordrecht: Springer, 2013. – 557 p.

424.Negroponte, N. Being Digital. – New York : Knopf Paperback edition, 1996. – 272 p.

425.O'Connor, K. MOOCs, institutional policy and change dynamics in higher education // Higher Education. – 2014. – Vol.68(5). – P. 623–35.

426.Onalbek, Z.K. The main systems and types of forming of future teacher-trainers' professional competence / Z.K. Onalbek, V.V. Grinshkun, B.S. Omarov, B.Z. Abuseytov, E.T. Makhanbet, B.B. Kendzhaeva // Life Science Journal. – 2013. – Vol. 10. – №4. – PP. 2397–2400.

427.Orr, D. Models for online, open, flexible and technology enhanced higher education across the globe—a comparative analysis // International Council for Distance Education / D. Orr, M. Weller, R. Farrow [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://core.ac.uk/reader/158977700>.

428.Paramythis, A. Adaptive learning environments and eLearning standards / S. Paramythis, S. Loidl-Reisinger // *Electronic Journal of eLearning*. – 2004. – Vol. 2. – № 1. – P. 181-194.

429.Peng, H. Personalized adaptive learning: an emerging pedagogical approach enabled by a smart learning environment / H. Peng, S. Ma, J.M. Spector [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/331767551_Personalized_Adaptive_Learning_An_Emerging_Pedagogical_Approach_Enabled_by_a_Smart_Learning_Environment.

430.Prensky, M. Digital Natives, Digital Immigrants // *On the Horizon*. – 2001. – Vol.9. – №. 5. – PP.1-6. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>.

431.Rizzotto, L. The Future of Education: How A.I. and Immersive Tech Will Reshape Learning Forever [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://gdac.uqam.ca/inf7470/IAetEducation/The%20Future%20of%20Education_%20How%20A.I.%20and%20Immersive%20Tech%20Will%20Reshape%20Learning%20For ever.pdf](http://gdac.uqam.ca/inf7470/IAetEducation/The%20Future%20of%20Education_%20How%20A.I.%20and%20Immersive%20Tech%20Will%20Reshape%20Learning%20Forever.pdf).

432.Schmidt, A. Microlearning and the Knowledge Maturing Process: Towards Conceptual Foundations for Work-Integrated Microlearning Support // *Proceedings of the 3rd International Microlearning Conference*. – Innsbruck, Austria, 2007. – PP. 99–105.

433.Schmidt, Joel T. Digitalization in Education: Challenges, Trends and Transformative Potential, in *Führen und Managen in der digitalen Transformation* / J.T. Schmidt, and T. Min [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.econlib.org/library/Enc/CreativeDestruction.html>.

434.Self, J. *Learner Model Reson Maintenance System* / J. Self, A. Paiva // Lancaster University Press. – 1993. – Vol. 3. – P. 23-31.

435.Selwyn, N. *Education and Technology: Key issues and debates*. – London, Bloomsbury, 2016. – 232 p.

436. Shershneva, V. Adaptive system of web-based teaching / V. Shershneva, Y. Vainshtein, T. Kochetkova // Program Systems: Theory and Applications. – 2018. – Vol. 9:4(39). – P. 179-197.

437. Shershneva, V. Technological approach to development of adaptive e-learning system / Y. Shershneva, Y. Vainshtein, T. Kochetkova, R. Esin // SHS Web Conf. – 2019. – Vol. 66. – Режим доступа: https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/pdf/2019/07/shsconf_erpa2019_01014.pdf.

438. Solis, B. The six stages of digital transformation / J. Solis, J. Szumanski. – Режим доступа: <https://www.prophet.com/wpcontent/uploads/2019/08/Altimeter-6-Stages-of-DT.pdf?redirectedfrom=gatedpage>.

439. Taryma, A.K. Development of professional ICT competence for future teachers of the Tuva republic under the conditions of bilingualism / A.K. Taryma, V.A. Shershneva, Y.V. Vainshtein // Perspektivy Nauki i Obrazovania. – 2019. – Vol. 40. – PP. 48-62.

440. Tayebinik, M. Blended Learning or E-learning? / M. Tayebinik, M. Puteh // International Magazine on Advances in Computer Science and Telecommunications. – 2012. – Vol. 3(1). – PP. 103-110.

441. The probable error of a mean. Student [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.york.ac.uk/depts/maths/histstat/student.pdf>.

442. Tømte, C.E. Digitalisation in higher education: mapping institutional approaches for teaching and learning / C.E. Tømte, T. Fosslund, P.O. Aamodt, L. Degn // Quality in Higher Education. – 2019. – Vol. 25. – №1. – P. 98-114

443. Vainshtein, I.V. Individualisation of Education in Terms of E learning: Experience and Prospects / I.V. Vainshtein, V.A. Shershneva, R.V. Esin, M.V. Noskov // Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences. – 2019. – Vol. 9 (12). – PP. 1753–1770.

444. Vainshtein, Yu. Adaptation algorithms of mathematical educational content in e-learning courses / Yu. Vainshtein, V. Shershneva, R. Esin, G. Tsibulsky, K. Safonov // SHS Web Conf. – 2018. – Vol. 48. – Режим доступа: <https://www.shs->

conferences.org/articles/shsconf/abs/2018/09/shsconf_erpa2018_01010/shsconf_erpa2018_01010.html.

445. Van der Linden, W.J. Elements of adaptive testing // Statistical for social and behavioral sciences. – Springer Science, Business Media, LLC, 2010. – 437 p.

446. Van der Vleuten, C.P. The assessment of professional competence: building blocks for theory development / C.P. Van der Vleuten, L.W. Schuwirth, F. Scheele, E.W. Driessen, B. Hodges. // Best practice & research Clinical obstetrics & gynaecology. – 2010. – Vol. 24. – № 6. – PP. 703-719.

447. Vassileva, J.A. Task-Centered Approach for User Modeling in a Hypermedia Office Documentation System // User Modeling and User Adapted Interaction. – 1996. – Vol. 6 (2-3). – P. 185-223.

448. Waters, J.K. The Great Adaptive Learning Experiment [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://campustechnology.com/articles/2014/04/16/the-greatadaptive-learning-experiment.aspx>.

449. Weber, G. ELM-ART: An Adaptive Versatile System for Web-based Instruction / G. Weber, P. Brusilovsky // International Journal of Artificial Intelligence in Education. – 2001. – Vol. 12. – PP. 351–384.

450. Wegmann, S. Interactions online // Encyclopedia of distance learning. Second edition. – New York, 2009. – P. 1259–1267.

451. Wiggins, G. Understanding By Design / G. Wiggins, J. McTighe. – Режим доступа: <http://www.ascd.org/research-a-topic/understanding-by-design-resources.aspx>.

452. Yang, J. Research focuses and trend on smart learning environments / J. Yang, C. Hong, H. Yu, Kinshuk // Dialogue with ET&S editor Kinshuk. E-Educ. – 2015. – Vol. 36(5). – PP. 85–88.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Примеры редакций учебного материала

ТЕРМ «РАЗМЕЩЕНИЯ»

Редакция 1

Определение. Набор элементов x_1, x_2, \dots, x_k из множества $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ называется **выборкой объема k из n элементов** или **k -выборкой**.

Определение. Выборка называется **упорядоченной**, если задан порядок следования элементов в ней. Две упорядоченные выборки, различающиеся лишь порядком следования элементов, считаются различными.

Например, идентификаторы социальной сети VK.

Определение. Если выбранный элемент не участвует в дальнейшем выборе, то выборку называют **выборкой без возвращения** или **без повторения**.

Определение. **Размещением** называются упорядоченные k -выборки без возвращения из n -элементного множества. Число размещений обозначается

$$A_n^k = P(n, k).$$

Теорема

$$A_n^k = \frac{n!}{(n-k)!}, \text{ где } n \geq k.$$

Доказательство. Пусть $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$.

Тогда 1-ый элемент можно выбрать - n способами

2-ой элемент - $(n-1)$ способами

3-ий элемент - $(n-2)$ способами

...

k -й элемент - $(n-k+1)$ способами.

По правилу умножения получаем:

$$A_n^k = n \cdot (n-1) \cdot \dots \cdot (n-k+1) = \frac{n \cdot (n-1) \cdot \dots \cdot (n-k+1) \cdot (n-k)!}{(n-k)!} = \frac{n!}{(n-k)!}.$$

Теорема доказана.

Пример. Сколькими способами можно распределить три различных приза для трех победителей хакатона, если всего в хакатоне было 10 участников?

Призы различны, следовательно нужно учитывать порядок выбора победителей (распределение мест), т. е. нужно выбрать всевозможные упорядоченные 3-элементные подмножества в множестве из 10 элементов. По

формуле числа размещений имеем $A_{10}^3 = \frac{10!}{(10-3)!} = 8 \cdot 9 \cdot 10 = 720$ способов

распределения призов.

ТЕРМ «РАЗМЕЩЕНИЯ»

Редакция 2

Рассмотрим задачу нахождения числа способов выбора упорядоченного набора объектов из заданного множества. В ИТ-компании 20 человек и из них требуется выбрать проджект-менеджера (руководителя проекта), аккаунт-менеджера (сопровождение заказчика), тимлида (руководителя группы разработчиков). Существует 20 вариантов выбора проджект-менеджера, 19 вариантов выбора аккаунт-менеджера, 18 способов выбора тимлида. Таким образом, получаем $20 \times 19 \times 18$ способов распределения ролей в проекте.

Заметьте, что порядок является существенным. Есть разница Павел проджект-менеджер, аккаунт-менеджер или тимлид. Каждое из размещений на позициях трех выбранных лиц представляет собой различную организацию руководства. По-прежнему любого человека можно избрать только один раз. Если Павел выбран проджект-менеджером, то его нельзя избирать ни на одну из остальных двух позиций.

Заметим также, что

$$20 \times 19 \times 18 = \frac{20!}{17!} = \frac{20!}{(20-3)!},$$

поскольку все множители в числителе, не превышающие 17, сокращаются с множителями знаменателя, входящими в $17!$.

Предположим, имеется n человек. Требуется выбрать k из них и расположить их в определенном порядке. Существует n способов выбрать первого человека, $n-1$ способов выбора второго, $n-2$ способов выбора третьего, $n-j+1$ способов выбора j -го и $n-k+1$ способов выбора k -го человека. Следовательно, существует

$$n(n-1)(n-2)(n-3)\dots(n-i+1)\dots(n-k+1) = \frac{n!}{(n-k)!}$$

способов выбрать k человек из n .

Сформулируем вышесказанное в виде следующей теоремы.

Теорема. Количество способов выбрать k элементов с учетом порядка из n элементов равно

$$n(n-1)(n-2)(n-3)\dots(n-i+1)\dots(n-k+1) = \frac{n!}{(n-k)!}.$$

Определение. Пусть $A_n^k = \frac{n!}{(n-k)!}$, где A_n^k называется числом размещений из n элементов по k .

Заметим, что если выбирать все n объектов и размещать их в определенном порядке, то $k = n$ и, поскольку $0! = 1$, имеем

$$A_n^n = \frac{n!}{(n-n)!} = \frac{n!}{0!} = n!.$$

Таким образом, приходим к уже известному результату для случая перестановок n элементов.

Пример. Сколько различных четырехзначных чисел можно образовать из цифр 1, 2, 3, ..., 9, если все цифры в каждом четырехзначном числе различны? Для формирования каждого четырехзначного числа выбираем четыре цифры из девяти, поэтому существует

$$A_9^4 = \frac{9!}{(9-4)!} = \frac{9!}{5!} = 3024$$

таких различных чисел.

Главное свойство размещения – порядок. Строка cab отличается от строки abc . Если рассмотреть задачу о номерных знаках автомобилей с тремя буквами, за которыми следуют три цифры, и не допускать повторений, то получим $26 \times 25 \times 24 \times 10 \times 9 \times 8$ различных номерных знаков. Существует A_{25}^3 способов выбора букв и A_{10}^3 способов выбора цифр. Таким образом, существуют $A_{25}^3 \times A_{10}^3$ различных номерных знаков.

ТЕРМ «РАЗМЕЩЕНИЯ»

Редакция 3

Рассмотрим задачу: Для того чтобы открыть камеру хранения, используется комбинация из четырех цифр (от 0 до 9), набираемая на четырех колесиках, при условии, что цифры, набираемые на колесиках, различны. Сколько различных комбинаций существует?

Решение. Вариантов выбора первой цифры 10 (от 0 до 9). Так как повторения быть не может, то вариантов выбора второй цифры всего 9. Аналогично для выбора третьей цифры остается 8 вариантов, для выбора четвертой – 7. По правилу произведения получаем, что всего комбинаций, в которых все числа различны, $10 \times 9 \times 8 \times 7 = 5040$.

Данная задача относится к классу задач о размещении без повторений. Например, всевозможными размещениями без повторений из трех элементов a, b, c по два являются: ab, ac, ba, bc, ca, cb .

Размещениями без повторений из n элементов по k называются всевозможные комбинации по k элементов, составленные из элементов данных n видов. При этом две комбинации считаются различными, если они либо отличаются друг от друга хотя бы одним элементом, либо состоят из одних и тех же элементов, но расположенных в разном порядке.

Количество размещений без повторений обозначают $A_n^k = P(n, k)$. Общее правило вычисления количества размещений:

$$A_n^k = n \cdot (n-1) \cdot \dots \cdot (n-k+1) = \frac{n!}{(n-k)!}$$

Доказательство. Действительно, на первом шаге можно выбрать любой из n имеющихся предметов. Если этот выбор уже сделан, то на втором шаге приходится выбирать из $n-1$ предметов – ведь повторный выбор сделать уже нельзя. Точно так же на третьем шаге для выбора остается $n-2$ предмета и т. д. Используя правило произведения, получим требуемую формулу.

Пример. В первенстве России по футболу участвуют 17 команд. Разыгрываются золотые, серебряные и бронзовые медали. Сколькими способами они могут быть распределены?

Решение. Переформулируем задачу: Сколько существует комбинаций из 17 элементов по 3, если важны порядок элементов в комбинации, состав элементов, и в комбинацию не могут входить элементы одного типа. (Повторения здесь быть не может — одна и та же команда не может получить и золотую, и серебряную медаль.)

Эта задача относится к задачам на размещения без повторения. По формуле получаем: медали могут распределиться $A_{17}^3 = 17 \cdot 16 \cdot 15 = 4080$ способами.

Пример. Автомобильные номера некоторой страны состоят из трех букв (все буквы различны). Сколько максимально машин может быть в этой стране, если в её алфавите 26 букв?

Решение.

Число комбинаций по три буквы из данных 26, при условии, что буквы не могут повторяться, определим с помощью формулы для вычисления количества размещений без повторений: $A_{26}^3 = 26 \cdot 25 \cdot 24 = 15600$

ТЕРМ «СОВЕРШЕННЫЕ НОРМАЛЬНЫЕ ФОРМЫ»

Редакция 1

Если каждая элементарная конъюнкция (или элементарная дизъюнкция) формулы содержат символы всех пропозициональных переменных, то такая формула называется *совершенной*.

Существуют *совершенные дизъюнктивные нормальные формы* формулы (СДНФ) и *совершенные конъюнктивные нормальные формы* формулы (СКНФ).

Algorithm : Алгоритм преобразования ДНФ к виду СДНФ

Input: ДНФ формулы F

Output: СДНФ формулы F

begin

Шаг 1. Если в элементарную конъюнкцию F не входит подформула F_i или \bar{F}_i , то дополнить элементарную конъюнкцию высказыванием $F_i \vee \bar{F}_i$ и выполнить преобразование формулы по закону дистрибутивности:

$$F(F_i \vee \bar{F}_i) = FF_i \vee F\bar{F}_i$$

Шаг 2. Если в элементарную конъюнкцию F не входит подформула F_j или \bar{F}_j , то повторить шаг 1

Шаг 3. Упрощаем полученную формулу, используя равносильности:

$$FF = F$$

$$F \vee F = F$$

Пример:

Необходимо преобразовать формулу $F = F_1\bar{F}_2 \vee F_1\bar{F}_3F_4$ к виду СДНФ.

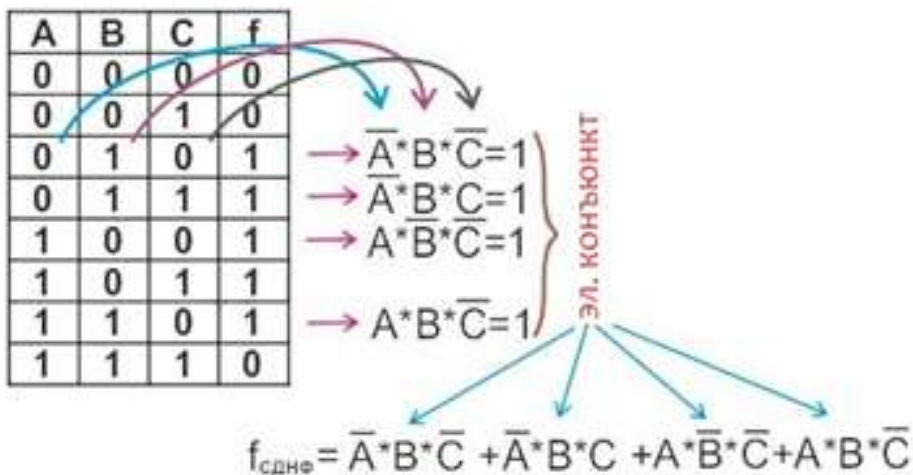
$$F = F_1\bar{F}_2(F_3 \vee \bar{F}_3) \vee F_1\bar{F}_3F_4(F_2 \vee \bar{F}_2)$$

$$F = F_1\bar{F}_2F_3 \vee F_1\bar{F}_2\bar{F}_3 \vee F_1F_2\bar{F}_3F_4 \vee F_1\bar{F}_2\bar{F}_3F_4;$$

$$F = F_1\bar{F}_2F_3(F_4 \vee \bar{F}_4) \vee F_1\bar{F}_2\bar{F}_3(F_4 \vee \bar{F}_4) \vee F_1F_2\bar{F}_3F_4 \vee F_1\bar{F}_2\bar{F}_3F_4;$$

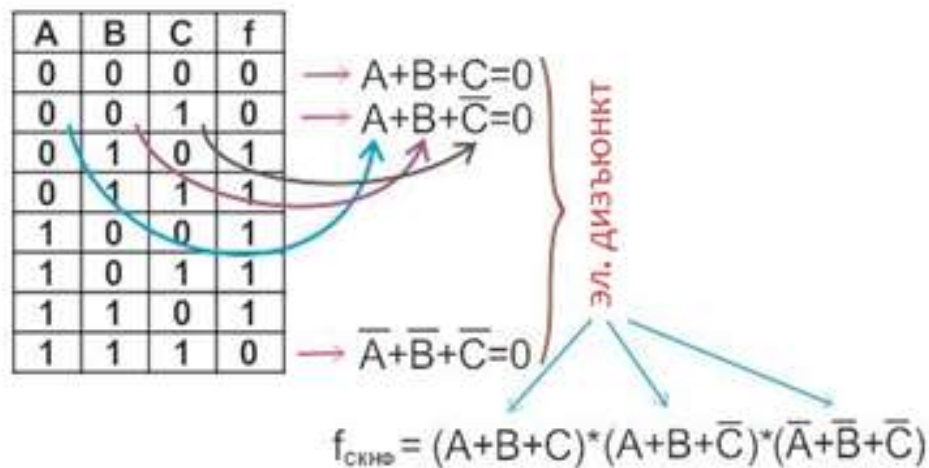
$$F = F_1\bar{F}_2F_3F_4 \vee F_1\bar{F}_2F_3\bar{F}_4 \vee F_1\bar{F}_2\bar{F}_3F_4 \vee F_1\bar{F}_2\bar{F}_3\bar{F}_4 \vee F_1F_2\bar{F}_3F_4 \vee F_1\bar{F}_2\bar{F}_3F_4$$

$$F = F_1\bar{F}_2F_3F_4 \vee F_1\bar{F}_2F_3\bar{F}_4 \vee F_1\bar{F}_2\bar{F}_3F_4 \vee F_1\bar{F}_2\bar{F}_3\bar{F}_4 \vee F_1F_2\bar{F}_3F_4.$$



СДНФ для всякой логической функции единственна. Для тождественно ложной функции СДНФ не существует.

Элементарные дизъюнкции СКНФ формируются для значений формулы 0. Число элементарных дизъюнкций равно числу ложных значений формулы. Пропозициональные переменные, входящие в элементарную дизъюнкцию, записываются без изменений, если их значение равно 0 и с логической связкой отрицание, если их значение равно 1.



СКНФ для всякой логической функции единственна. Единственная функция, не имеющая СКНФ – тождественно истинная.

ТЕРМ «СОВЕРШЕННЫЕ НОРМАЛЬНЫЕ ФОРМЫ»

Редакция 2

Если каждая элементарная конъюнкция (или элементарная дизъюнкция) формулы содержат символы всех пропозициональных переменных, то такая формула называется *совершенной*.

Совершенные формы	Совершенная конъюнктивная нормальная форма (СКНФ)	Совершенная дизъюнктивная нормальная форма (СДНФ)
Определение	<i>Совершенной дизъюнктивной нормальной формой</i> формулы алгебры логики называется ДНФ в которой каждая элементарная конъюнкция формулы содержат символы всех пропозициональных переменных.	<i>Совершенной конъюнктивной нормальной формой</i> формулы алгебры логики называется КНФ в которой каждая элементарная дизъюнкция формулы содержат символы всех пропозициональных переменных.
Примеры	$(\bar{x} \vee y) \wedge (\bar{x} \vee \bar{y})$ – СКНФ некоторой формулы двух переменных $\bar{x} \vee y$ – СКНФ некоторой формулы двух переменных	$\bar{x}yz \vee \bar{x}\bar{y}z \vee x\bar{y}z$ – СДНФ некоторой формулы трех переменных $\bar{x}yz$ – СДНФ некоторой формулы трех переменных
Алгоритм построения аналитический	<ol style="list-style-type: none"> 1. Привести к КНФ; 2. Прибавить нули, представленные в виде конъюнкций каждой недостающей переменной с ее отрицанием – $F_i \bar{F}_i$; 3. Выполнить преобразование по закону дистрибутивности: $F \vee F_i \bar{F}_i = (F \vee F_i)(F \vee \bar{F}_i)$; 4. Исключить повторение дизъюнктов. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Привести к ДНФ; 2. Умножить на единицы, представленные в виде дизъюнкций каждой недостающей переменной с ее отрицанием – $(F_i \vee \bar{F}_i)$; 3. Выполнить преобразование по закону дистрибутивности: $F(F_i \vee \bar{F}_i) = FF_i \vee F\bar{F}_i$; 4. Исключить повторение конъюнктов.
Алгоритм построения табличный	<ol style="list-style-type: none"> 1. Строим таблицу истинности; 2. Для каждой строки, в которой функция принимает значение 0 записываем дизъюнкцию всех переменных. Переменная, принимающая значение 0, записывается без отрицания, значение 1 – с отрицанием; 3. Образует конъюнкцию полученных дизъюнкций. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Строим таблицу истинности; 2. Для каждой строки, в которой функция принимает значение 1 записываем конъюнкцию всех переменных. Переменная, принимающая значение 1, записывается без отрицания, значение 0 – с отрицанием; 3. Образует дизъюнкцию полученных конъюнкций.

Пример:

Необходимо преобразовать формулу $F = (F_1 \vee F_2)(\overline{F_1} \vee F_3)$ к виду СКНФ.

$$F = (F_1 \vee F_2 \vee F_3 \overline{F_3})(\overline{F_1} \vee F_3 \vee F_2 \overline{F_2});$$

$$F = (F_1 \vee F_2 \vee F_3)(F_1 \vee F_2 \wedge \overline{F_3})(\overline{F_1} \vee F_2 \vee F_3)(\overline{F_1} \vee \overline{F_2} \vee F_3).$$

Пример:

Необходимо преобразовать формулу $F = F_1 \overline{F_2} \vee F_1 F_2 F_3 \overline{F_4} \vee F_1 \overline{F_2} F_3 \overline{F_4}$ к виду СДНФ.

$$F = F_1 \overline{F_2} (F_3 \vee \overline{F_3}) \vee F_1 F_2 F_3 \overline{F_4} \vee F_1 \overline{F_2} F_3 \overline{F_4};$$

$$F = F_1 \overline{F_2} F_3 \vee F_1 \overline{F_2} \overline{F_3} \vee F_1 F_2 F_3 \overline{F_4} \vee F_1 \overline{F_2} F_3 \overline{F_4};$$

$$F = F_1 \overline{F_2} F_3 (F_4 \vee \overline{F_4}) \vee F_1 \overline{F_2} \overline{F_3} (F_4 \vee \overline{F_4}) \vee F_1 F_2 F_3 \overline{F_4} \vee F_1 \overline{F_2} F_3 \overline{F_4};$$

$$F = F_1 \overline{F_2} F_3 F_4 \vee F_1 \overline{F_2} F_3 \overline{F_4} \vee F_1 \overline{F_2} \overline{F_3} F_4 \vee F_1 \overline{F_2} \overline{F_3} \overline{F_4} \vee F_1 F_2 F_3 \overline{F_4} \vee F_1 \overline{F_2} F_3 \overline{F_4};$$

$$F = F_1 \overline{F_2} F_3 F_4 \vee F_1 \overline{F_2} F_3 \overline{F_4} \vee F_1 \overline{F_2} \overline{F_3} F_4 \vee F_1 \overline{F_2} \overline{F_3} \overline{F_4} \vee F_1 F_2 F_3 \overline{F_4}$$

Пример:

Необходимо записать СДНФ и СКНФ для функции, заданной таблицей истинности:

а) Формула СДНФ: $F(A, B) = \overline{A} \overline{B} \vee AB$;

б) Формула СКНФ: $F(A, B) = (A \vee \overline{B})(\overline{A} \vee B)$.

A	B	F(A, B)
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

СДНФ для всякой логической функции единственна. Для тождественно ложной функции СДНФ не существует.

СКНФ для всякой логической функции единственна. Единственная функция, не имеющая СКНФ – тождественно истинная.

ТЕРМ «СОВЕРШЕННЫЕ НОРМАЛЬНЫЕ ФОРМЫ»

Редакция 3

Если каждая элементарная конъюнкция (или элементарная дизъюнкция) формулы содержат символы всех пропозициональных переменных, то такая формула называется *совершенной*.

Существуют *совершенные дизъюнктивные нормальные формы* формулы (СДНФ) и *совершенные конъюнктивные нормальные формы* формулы (СКНФ).

Алгоритм преобразования ДНФ к виду СДНФ

Шаг 1: если в элементарную конъюнкцию F не входит подформула F_i или \bar{F}_i , то дополнить элементарную конъюнкцию высказыванием $F_i \vee \bar{F}_i$ и выполнить преобразование формулы по закону дистрибутивности:

$$F(F_i \vee \bar{F}_i) = FF_i \vee F\bar{F}_i;$$

// знак конъюнкции в формулах можно опускать, то есть запись $F_1 \bar{F}_2$

соответствует записи $F_1 \wedge \bar{F}_2$ или $F_1 \cdot \bar{F}_2$.

Шаг 2: если в элементарную конъюнкцию F не входит подформула F_j или \bar{F}_j , то повторить шаг 1;

Шаг 3: Упрощаем полученную формулу, используя равносильности:

$$F \wedge F = F; F \vee F = F.$$

Пример:

Необходимо преобразовать формулу $F = F_1 \bar{F}_2 \vee F_1 \bar{F}_3 F_4 \vee F_1 F_2 F_3 \bar{F}_4$

к виду СДНФ.

$$F = F_1 \bar{F}_2 (F_3 \vee \bar{F}_3) \vee F_1 \bar{F}_3 F_4 (F_2 \vee \bar{F}_2) \vee F_1 F_2 F_3 \bar{F}_4$$

$$F = F_1 \bar{F}_2 F_3 \vee F_1 \bar{F}_2 \bar{F}_3 \vee F_1 F_2 \bar{F}_3 F_4 \vee F_1 \bar{F}_2 \bar{F}_3 F_4 \vee F_1 F_2 F_3 \bar{F}_4;$$

Алгоритм преобразования КНФ к виду СКНФ

Шаг 1: если в элементарную дизъюнкцию F не входит подформула F_i или \bar{F}_i , то дополнить элементарную дизъюнкцию высказыванием $F_i\bar{F}_i$ и выполнить преобразование формулы по закону дистрибутивности:

$$F \vee F_i\bar{F}_i = (F \vee F_i)(F \vee \bar{F}_i);$$

Шаг 2: если в элементарную конъюнкцию F не входит подформула F_j или \bar{F}_j , то повторить шаг 1;

Шаг 3: Упрощаем полученную формулу, используя равносильности:

$$F \wedge F = F; F \vee F = F.$$

Пример:

Необходимо преобразовать формулу $F = (F_1 \vee F_2)(\bar{F}_1 \vee \bar{F}_2 \vee F_3)$ к виду СКНФ.

$$F = (F_1 \vee F_2 \vee F_3\bar{F}_3)(\bar{F}_1 \vee \bar{F}_2 \vee F_3);$$

$$F = (F_1 \vee F_2 \vee F_3)(F_1 \vee F_2 \wedge \bar{F}_3)(\bar{F}_1 \vee \bar{F}_2 \vee F_3).$$

Совершенные нормальные формы формул удобно записывать, используя таблицы истинности.

Элементарные конъюнкции СДНФ формируются для значений формулы равных 1. Число элементарных конъюнкций равно числу истинных значений формулы. Пропозициональные переменные, входящие в элементарную конъюнкцию, записываются без изменений, если их значение равно 1 и с логической связкой отрицание, если их значение равно 0.

СДНФ для всякой логической функции единственна. Для тождественно ложной функции СДНФ не существует.

Элементарные дизъюнкции СКНФ формируются для значений формулы 0. Число элементарных дизъюнкций равно числу ложных значений формулы. Пропозициональные переменные, входящие в элементарную дизъюнкцию, записываются без изменений, если их значение равно 0 и с логической связкой отрицание, если их значение равно 1.

СКНФ для всякой логической функции единственна. Единственную функцию, не имеющую СКНФ – тождественно истинная.

Пример:

Необходимо записать СДНФ и СКНФ для функции, заданной таблицей истинности:

A	B	C	$F(A, B, C)$
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

а) Формула СДНФ:

$$F(A, B, C) = \bar{A}\bar{B}\bar{C} \vee \bar{A}B\bar{C} \vee A\bar{B}\bar{C} \vee ABC;$$

б) Формула СКНФ:

$$F(A, B, C) = (A \vee B \vee \bar{C})(A \vee \bar{B} \vee C)(\bar{A} \vee B \vee \bar{C})(\bar{A} \vee \bar{B} \vee C).$$

Методика выявления ведущего канала восприятия

Методика представляет собой модифицированную диагностику доминирующей перцептивной модальности С. Ефремцева.

Инструкция: пожалуйста, внимательно прочитайте каждое высказывание (таблица 2.1) и используя шкалу *да/нет*, выразите свое согласие или несогласие с ним.

Таблица 2.1

Бланк методики «Диагностика доминирующей перцептивной модальности»

№	Утверждение	Да	Нет
1.	Мне нравится наблюдать за небом, облаками и звездами.		
2.	Я часто что-то напеваю негромко.		
3.	Не признаю моду и одежду, которая не комфортна для меня.		
4.	Я люблю баню и сауну.		
5.	Принимаю значимые решения, тщательно взвесив все обстоятельства и спрогнозировав перспективы.		
6.	Для меня важен цвет автомобиля.		
7.	Я могу по шагам узнать знакомых и близких мне людей.		
8.	Во время спора на меня влияет логика аргументации собеседника.		
9.	Меня развлекает подражание диалектам.		
10.	Я уделяю серьезное внимание внешности и внешнему виду.		
11.	В технике я ценю функциональность и пользу.		
12.	Мне нравится SPA и массаж.		
13.	В свободное время я люблю наблюдать за другими людьми.		
14.	Я стараюсь систематизировать новую информацию и делать заключения и выводы.		
15.	Мое самочувствие страдает от недостаточности двигательной активности.		
16.	Одежду для себя я могу подобрать, увидев ее на манекене в магазине.		
17.	Старая мелодия вызывает у меня воспоминания о прошлом.		

№	Утверждение	Да	Нет
18.	Я неплохо могу осмысливать новые факты и данные.		
19.	Мне нравится читать, когда я принимаю пищу.		
20.	Я очень много времени разговариваю по телефону.		
21.	Я склонен к лишнему весу.		
22.	Я поверю, что похудел, если привычная одежда станет велика.		
23.	Предпочитаю слушать как читают другие, чем читать самостоятельно.		
24.	Я хорошо воспринимаю логические построения.		
25.	После плохого дня я испытываю напряжение во всем организме.		
26.	Мне нравится делать фотографии.		
27.	Я надолго запоминаю, то, что мне сообщили друзья или близкие.		
28.	Я хорошо понимаю чего хочу, когда выражаю это словами.		
29.	Не жалею денег на цветы, так они создают красоту вокруг.		
30.	Вечером люблю принять горячую ванну.		
31.	Вспоминая прогулку в осеннем лесу, я вспоминаю ее маршрут, его сложность, количество гуляющих по лесу людей.		
32.	Я стараюсь записывать и систематизировать свои задачи и дела.		
33.	Я часто говорю сам с собой.		
34.	Меня выматывают длительные поездки.		
35.	Тембр голоса человека может многое о нем рассказать.		
36.	Во время совместной работы или реализации проектов я часто участвую в процессах планирования и анализа.		
37.	Сохраняю высокое самообладание и спокойствие в условиях стресса.		
38.	Я обращаю внимание на стиль одежды других людей.		
39.	Мне доставляет удовольствие потягиваться и разминаться.		
40.	Очень твердый или очень мягкий матрац не для меня.		
41.	Мне сложно подобрать для себя удобную обувь.		
42.	Люблю смотреть видеоролики, Stories и т.п.		
43.	Я хорошо запоминаю лица людей, с которыми встречаюсь.		
44.	Я люблю гулять под дождем и слушать звук его капель.		
45.	Люблю слушать, когда говорят.		
46.	Мне нравится работать с текстом, самостоятельно выискивая наиболее важные места, относящиеся к изучаемой теме.		
47.	Люблю заниматься активным спортом, движение, танцы.		

№	Утверждение	Да	Нет
48.	Когда я засыпаю, мне мешают посторонние шумы.		
49.	У меня неплохая акустическая система.		
50.	Когда я слушаю ритмичную музыку, то часто отбиваю в такт.		
51.	В отпуске я предпочитаю не посещать экскурсии и памятники архитектуры.		
52.	Мне не нравится беспорядок.		
53.	Мне не приятны синтетические ткани и материалы.		
54.	Не эмоционален/не эмоциональна.		
55.	Уделяю большое внимание освещению помещения.		
56.	Часто хожу на концерты или в театр.		
57.	По пожатию руки можно многое сказать о человеке.		
58.	Охотно посещаю галереи и выставки.		
59.	Люблю планировать свою деятельность.		
60.	Мне нравятся серьезные дискуссии.		
61.	Прикосновения говорят больше, чем слова.		
62.	Я разделяю всех людей на умных и глупых.		
63.	В современном мире лучше всего общаться через интернет.		
64.	Шум не дает мне сосредоточиться.		

Интерпретация результатов: подсчитывается количество положительных ответов в каждом разделе, соответствующих каналам восприятия:

Визуальному: 1, 6, 10, 13, 16, 19, 26, 29, 32, 38, 42, 43, 51, 52, 55, 58.

Аудиальному: 2, 7, 9, 17, 20, 23, 27, 33, 35, 44, 45, 48, 49, 56, 60, 64.

Кинестетическому: 3, 4, 12, 15, 21, 25, 30, 34, 39, 40, 41, 47, 50, 53, 57, 61.

Дигитальному: 5, 8, 11, 14, 18, 22, 24, 28, 31, 36, 37, 46, 59, 62, 63.

Канал, набравший наибольшее число баллов, является доминирующим каналом перцептивной модальности. При этом уровень ведущего типа восприятия определяется следующим образом: 13 и более – высокий; 8-12 – средний; 7 и менее – низкий.

Визуалы – это люди, которые «видят» окружающий мир. Лица с ведущим визуальным каналом восприятия предпочитают работать по предварительно составленным схемам. Для них важна реализация запланированной стратегии

деятельности. Визуалы предпочитают наглядные материалы, презентации и отчеты. Визуалы хорошо проявляют себя в систематизации деятельности, планировании этапов работы, распределении ролей и ответственности в команде. Наибольшее внимание они уделяют цветам, формам, линиям, визуальным образам. Визуальный ряд для данного типа людей играет большую роль, чем слова.

Аудиалы – это очень редкий тип людей. Они уделяют большое значение акустике вокруг: звукам, речи, музыке и т.п. Физиологически они наделены острым слухом и отличной памятью. При всех видах коммуникации для них очень важно слышать собеседника. Аудиалы обладают способностью к дословному воспроизведению услышанного материала. Эмоционально, аудиалы являются душевными и внимательными людьми, которые внимательно слушают и могут дать полезные советы.

Кинестетики – «чувствуют» окружающий мир. Они не умеют скрывать свои чувства. Кинестетики всегда прямолинейны в ответах на вопросы. Принимая решения и осуществляя выбор, они в первую очередь всегда прислушиваются к своим чувствам и ощущениям. Большое значение они уделяют комфорту, выбору окружающих их предметов, качеству материалов из которых они изготовлены, выбору одежды. Сфера ощущений кинестетиков включает все то, что относится к тактильным прикосновениям, интуитивным решениям, догадкам и подсознательным предположениям.

Дигиталы – это люди, которые ориентированы на смысл, содержание, важность и функциональность. Дигиталы обращают внимание на логику и связи. Они четко формулируют мысли, чтоб в них не было ничего лишнего. В общении они оперируют такими словами, как «понятно», «понимаю», «знаю», «подумаю», «полезно», «следовательно», «логично». Воспринимают все через «логично» и «не логично».

Методика оценки академической мотивации

Методика представляет собой модифицированную диагностику академической мотивации Т.О. Гордеевой, О.А. Сычева и Е.Н. Осина [*ссылка*].

Инструкция: пожалуйста, внимательно прочитайте каждое высказывание (таблица 3.1) и используя шкалу *от 1 до 5*, выберите наиболее соответствующий ответ. Шкала ответов:

- 1 – совсем не соответствует;
- 2 – скорее не соответствует;
- 3 – нечто среднее;
- 4 – скорее соответствует;
- 5 – вполне соответствует.

Вопрос: Почему Вы в настоящее время изучаете данную дисциплину в ПАОС?

Таблица 3.1

Бланк методики «Шкала академической мотивации»

№	Утверждение	1	2	3	4	5
1	Мне интересен этот предмет.					
2	Учебный процесс доставляет мне удовольствие, мне нравятся сложные задания по дисциплине.					
3	Я получаю удовольствие, улучшая свои образовательные результаты.					
4	Для меня важно доказать себе, что я обладаю способностями для изучения этого предмета.					
5	Мне стыдно иметь низкие результаты по данной дисциплине.					
6	У меня нет другого выбора, так как фиксируется статистика моей активности в ПАОС					

№	Утверждение	1	2	3	4	5
	по дисциплине.					
7	На самом деле у меня есть ощущение, что на этой дисциплине я теряю свое время.					
8	Мне нравится изучать дисциплину, потому что это интересно.					
9	Я чувствую удовлетворение, когда нахожусь в процессе решения сложных предметных задач.					
10	Изучение дисциплины позволяет мне почувствовать удовлетворение в моем развитии и совершенствовании.					
11	Высокие результаты помогают мне осознавать свою значимость.					
12	Я изучаю дисциплину, потому что совесть заставляет меня.					
13	Я изучаю дисциплину, чтобы у меня не возникло проблем преподавателем, учебным отделом и сессией.					
14	Изначально у меня было понимание для чего я изучаю дисциплину, но в дальнейшем оно исчезло.					
15	Я люблю учиться и узнавать новое по дисциплине.					
16	Я люблю выполнять сложные задания и прилагать интеллектуальные усилия.					
17	Я учусь ради удовольствия, которое приносит мне достижение новых успехов в дисциплине.					
18	Моя успешная учеба позволяет мне доказать, что я умный человек.					
19	Изучение данной дисциплины является моей обязанностью, которую я должен выполнять.					
20	Низкие результаты по дисциплине вызовут осуждение моих близких.					
21	Я учусь, но у меня нет уверенности, что мне это в действительности необходимо.					
22	Я действительно получаю удовольствие от изучения нового материала дисциплины.					
23	Мне просто очень нравится учиться, выполнять					

№	Утверждение	1	2	3	4	5
	сложные задания и ощущать свою компетентность.					
24	Мне важно и лестно осознавать, как возрастает моя компетентность и мои знания по дисциплине.					
25	Я хочу продемонстрировать себе свою успешность в дисциплине.					
26	Поступив в вуз, у меня есть обязательства по изучению дисциплин.					
27	У меня нет выбора, успешное обучение гарантирует мне в будущем достаточно обеспеченную жизнь.					
28	В основном я учусь по привычке не понимая зачем.					

Интерпретация результатов: для анализа результатов необходимо произвести подсчет баллов согласно бланку методики:

Познавательная мотивация – 1, 8, 15, 22,

Мотивация достижения – 2, 9, 16, 23,

Мотивация саморазвития – 3, 10, 17, 24,

Мотивация самоуважения – 4, 11, 18, 25,

Интроецированная мотивация – 5, 12, 19, 26,

Экстернальная мотивация – 6, 13, 20, 27,

Амотивация – 7, 14, 21, 28.

Опросник позволяет оценить *внутреннюю* и *внешнюю мотивацию* обучающегося. Опросник включает в себя шкалы, при этом выраженность мотивов познания, достижения и саморазвития позволяют оценить *внутреннюю мотивацию*. Шкалы самоуважения, интроецированности и экстернальности позволяют оценить *внешнюю мотивацию*.

Шкала мотивации познания направлена на диагностику целеустремленности студенту к изучению нового, получению удовольствия от образовательного процесса по изучению дисциплины.

Шкала мотивации достижения отражает желание постоянного самосовершенствования и получение положительных эмоций от обучения.

Шкала мотивации саморазвития отражает стремление к развитию своих способностей и улучшению образовательных результатов.

Шкала мотивации самоуважения отражает стремление к обучению и достижению образовательных результатов для повышения собственной значимости и самооценки.

Шкала интроецированной мотивации отражает побуждение к обучению, продиктованное чувством долга перед окружающими и самим собой, стремлением продемонстрировать всем свою состоятельность.

Шкала экстеральной мотивации отражает вынужденность учебной деятельности, обусловленную необходимостью для учащегося следовать требованиям, диктуемым социумом: он учится, чтобы избежать возможных проблем, при этом потребность в автономии максимально фрустрируется.

Шкала амотивации измеряет отсутствие интереса и ощущения осмысленности изучения дисциплины.

Методика оценки уровня рефлексии

Методика представляет собой модифицированную диагностику уровня рефлексии О.С. Анисимова [[ссылка](#)].

Инструкция: пожалуйста, внимательно прочитайте каждый вопрос (таблица 4.1) и используя шкалу, выберите наиболее подходящее утверждение.

Таблица 4.1

Бланк методики «Определение уровня рефлексии»

№	Вопрос	Варианты ответа				
		1	2	3	4	5
1.	Как часто Вы возвращаетесь к анализу процесса выполнения задания после того, как завершили его выполнение?	никогда	редко	по мере необходимости	часто	всегда
2.	Как часто Вы переходите от решения к анализу хода выполнения задания, если в процессе его выполнения возникают трудности?	никогда	редко	по мере необходимости	часто	всегда

№	Вопрос	Варианты ответа				
		1	2	3	4	5
3.	Как часто Вы осуществляете поиск затруднений в приемах и способах мыслительной деятельности, анализируя процесс решения проблемной ситуации?	никогда	редко	по мере необходимости	часто	всегда
4.	Как часто Вы ищете причину затруднений в себе, анализируя процесс выполнения задания?	никогда	редко	по мере необходимости	часто	всегда
5.	Что Вы предпринимаете в случае неудачного анализа процесса выполнения задания?	перехожу к другой задаче	упорно продолжаю попытки ее решения	разбираюсь, ищу дополнительную информацию	вовлекаю в решение других лиц	организую работу в команде для ее решения
6.	Как Вы относитесь к работе в команде с другими студентами в совместном решении важных для задач?	не вхожу в командную деятельность	иногда вхожу в командную деятельность	по необходимости вхожу в командную деятельность	часто вхожу в командную деятельность	всегда вхожу в командную деятельность

№	Вопрос	Варианты ответа				
		1	2	3	4	5
7.	Как часто Вы стремитесь быть лидером при выяснении причин сложностей, возникающих при совместной деятельности над решаемыми задачами?	никогда	редко	по мере необходимости	часто	всегда
8.	Как часто Вы поддерживаете активность в командной работе, если в процессе у Вас возникает понимание, что другие ее недостаточно оценивают и игнорируют?	никогда	редко	по мере необходимости	часто	Всегда

Интерпретация результатов: для анализа результатов ответов респондентов необходимо осуществить подсчет баллов в соответствии с бланком методики (таблица 4.2). Уровень интеллектуальной направленности определяется как сумма баллов вопросов с номерами 1–3, 5. Уровень кооперативной направленности – баллы по вопросу № 4. Уровень коллективной направленности – по вопросам с номерами 5–8.

Бланк методики «Определение уровня рефлексии»

№ вопроса	Варианты ответа				
	1	2	3	4	5
1.	4	3	2	1	0
2.	4	3	2	1	0
3.	6	4	2	1	0
4.	4	3	2	1	0
5.	0	1	2	3	4
6.	1	2	3	4	5
7.	4	3	2	1	0
8.	6	4	2	1	0

Оценка уровня рефлексивности мышления осуществляется по шкале, представленной в таблице 4.3.

Шкала оценивания уровня рефлексии

№	Уровень	рефлексивности	самокритичности	коллективности
1.	Низкий	0-5	0-1	0-5
2.	Средний	6-13	2-3	6-14
3.	Высокий	14-18	4	15-19

Интерпретация шкал оценивания уровня рефлексии:

Интеллектуальная направленность (рефлексия личности).

Низкий – редко обращается к рефлексии при анализе ситуации.

Средний – иногда обращается к рефлексии при анализе ситуации.

Высокий - часто обращается к рефлексии при анализе ситуации.

Кооперативная направленность (коллективистичность личности).

Низкий – редко обращается к рефлексии поведения других при анализе ситуации.

Средний – иногда обращается к рефлексии поведения других при анализе ситуации.

Высокий - часто обращается к рефлексии других при анализе ситуации.

Личностная направленность (самокритичность личности).

Низкий – не обращает рефлексиию на себя при анализе ситуации.

Средний – иногда обращает рефлексиию на себя при анализе ситуации.

Высокий – видит причину затруднений в себе при анализе ситуации.

Бланк рефлексии в персонализированной адаптивной обучающей системе

1. Оцените доступность изложения учебного контента по дисциплине «Дискретная математика», представленного в ПАОС. Оценку произведите по 10-ти бальной шкале.
2. Оцените адаптивность к Вашему уровню знаний учебного материала ПАОС «Дискретная математика». Оценку произведите по 10-ти бальной шкале.
3. Оцените наглядность (наличие примеров) в учебном материале ПАОС по дисциплине «Дискретная математика». Оценку произведите по 10-ти бальной шкале.
4. Оцените простоту навигации в персонализированной адаптивной обучающей системе «Дискретная математика». Оценку произведите по 10-ти бальной шкале.
5. Обращаетесь ли Вы к дополнительным источникам при изучении дисциплины «Дискретная математика» с применением ПАОС:
 - a) постоянно
 - b) иногда
 - c) нет
 - d) другое
6. С чем Вы связываете сложности с пониманием учебного материала в ПАОС?
 - a) недостаток предшествующих знаний
 - b) высокая степень абстракции материала дисциплины
 - c) недостаточное количество визуально-наглядных средств представления материала
 - d) недостаточное участие преподавателя в процессе обучения
 - e) другое
7. Что по Вашему мнению увеличить доступность учебного материала?

- a) повышение адаптации к вашему уровню знаний
 - b) увеличение количества наглядных примеров
 - c) Другое
8. Какими преимуществами по Вашему мнению обладает ПАОС «Дискретная математика»?
- a) самостоятельное изучение учебного материала
 - b) оперативный мониторинг образовательных результатов
 - c) изучение дисциплины в любое удобное время и в любом месте
 - d) развитие личностных качеств
 - e) возможность управлять своим образовательным процессом
 - f) другое
9. Какими недостатками по Вашему мнению обладает ПАОС «Дискретная математика»?
- a) сложность восприятия материала с экрана
 - b) сложность оценки объема оставшегося к изучению материала
 - c) избыточное изложение учебного материала
 - d) недостаточное изложение учебного материала
 - e) недостаточное участие в учебном процессе преподавателя
 - f) другое
10. Считаете ли Вы необходимым внести изменения в содержание ПАОС?
- a) да, т.к. материал излагается очень сложно
 - b) да, т.к. использованы не очень удачные примеры
 - c) да, т.к. необходимо изменить формат представления контента
 - d) нет, изменения не нужны
 - e) другое
11. По Вашему мнению обучение с применением ПАОС способствует лучшему усвоению дисциплины по сравнению с офлайн обучением?
- a) да
 - b) нет
 - c) другое

Описание систем управления обучением

Таблица 6.1.

Системы управления обучением

Система управления обучением	Описание
Blackboard	<p>Blackboard – одна из наиболее популярных LMS в мире в системе высшего образования [<i>Blackboard</i>]. Эта система является коммерческой платформой и представляет собой единую интерактивную образовательную среду взаимодействия и обмена информацией между студентами и преподавателями. Она помогает в управлении виртуальной образовательной средой, создании электронных образовательных ресурсов и осуществлении контроля процесса обучения.</p> <p>Система Blackboard является средством автоматизации различных сфер деятельности образовательной организации при реализации образовательного процесса. Ее функциональные возможности позволяют размещать образовательный контент дисциплины, обеспечивают к нему совместный доступ обучающихся, учитывать индивидуальные характеристики обучения, сопровождение и ведение нормативно-справочной информации и др.</p> <p>К достоинствам системы управления обучением Blackboard можно отнести широчайший функционал, наличие системы персонализации, качественное программное обеспечение, а также высокий уровень работы службы поддержки.</p> <p>Но наряду с этим система обладает некоторыми недостатками. Это ее высокая стоимость и невозможность внесения</p>

	<p>собственных изменений в систему, так как Blackboard является системой с закрытым исходным кодом.</p> <p>Система Blackboard не позволяет расширения функционала в зависимости от текущих потребностей обучения, а модификация системы происходит только при выявлении критических уязвимостей.</p> <p>Высокая стоимость использования системы Blackboard и закрытый исходный код затрудняют ее использование при разработке адаптивных электронных образовательных курсов.</p>
<i>eFront</i>	<p>Свободно распространяемая система eFront является одной из систем управления обучением и разработки учебного контента с открытым исходным кодом [eFront]. Ее функционал включает разнообразные средства, а именно форумы, чаты, опросы, глоссарий, расписание мероприятий, генерацию сертификатов, управление пользователями и механизмы формирования учебного контента.</p> <p>Изначально система eFront предназначена для академического сектора, но распространение также получают специально разработанные коммерческие версии для организаций. Их функционал расширен возможностями управления компетенциями и навыками, учетом штатного расписания, отслеживания перемещения по службе и т.д.</p> <p>К основным достоинствам eFront (зависят от редакции eFront) можно отнести комфорт и быстроту работы с системой (минимизация переходов между страницами), стабильную работу программной оболочки, наличие системы отчетности о деятельности пользователей, системы выявления «пробелов» в компетенциях и автоматический подбор обучающего материала для их устранения.</p>

	<p>К недостаткам eFront можно отнести относительно небольшое количество инструментов для создания учебных материалов, отсутствие возможности настройки индивидуальной образовательной траектории, наличие ограничения по использованию дополнительных встраиваемых модулей, малое сообщество пользователей и соответственно невысокий уровень запросов пользователей по развитию системы, а также отсутствие возможности внесения собственных изменений в систему.</p>
Sakai	<p>Кроссплатформенная система дистанционного обучения с открытым исходным кодом [Introducing Sakai]. Система Sakai имеет достаточно широкий функционал и строится по модульному принципу с поддержкой создания форумов, чатов, календарей и расписания, обмена файлами, RSS-ленты, опросов, презентаций, глоссария, Wiki, отчетов и многого другого. На сегодняшний день система внедрена в более чем десяти российских ВУЗов.</p> <p>К основным достоинствам Sakai можно отнести работу на разных базах данных (встроенная база данных, MySQL, Oracle и другие) и поддержку стандартов и спецификаций IMS Common Cartridge, SCORM.</p> <p>К недостаткам системы относятся отсутствие официальной русскоязычной поддержки от главного разработчика, сложность интерфейса для неподготовленных пользователей и отсутствие механизмов настройки автонавигации обучающихся в обучающей системе, ресурсе или курсе.</p> <p>Открытый исходный код и модульный принцип построения обеспечивают непрерывное развитие системы. Функционал Sakai позволяет разрабатывать интерактивные лекции, но их</p>

	<p>проектирование требует высокого уровня подготовки при работе в системе. Sakai не содержит функционала, обеспечивающего построение персональных образовательных маршрутов и траекторий изучения дисциплины на основе индивидуальных характеристик обучающихся и возможности их использования.</p>
ILIAS	<p>ILIAS (Integriertes Lern-, Informations- und Arbeitskooperations-System) – система дистанционного обучения с открытым исходным кодом. Система имеет очень широкий функционал и обладает большим количеством инструментов для коммуникации и организации совместной работы пользователей.</p> <p>ILIAS включает такие инструменты как: персональное рабочее пространство, новости, электронное портфолио, календарь, персональная записная книжка и другие [ILIAS. E-Learning].</p> <p>Система предназначена для встройки в порталы и информационные системы ВУЗов. В системе есть полноценный механизм ролей участников образовательного процесса с возможностью разграничения прав доступа к учебным объектам, развитая структура элементов. Присутствует поддержка IMS/SCORM.</p> <p>К достоинствам ILIAS можно отнести возможность внедрения SCORM пакетов и наличие гарантии независимости от платформы, адаптация системы под мобильные устройства, а также возможность эффективной доработки и интеграции.</p> <p>К недостаткам системы относятся слабая распространенность, сложный дизайн системы, не соответствующий современным стандартам, частичная русификация и поставка системы с минимальными возможностями и без отчетности.</p>

Moodle	<p>MOODLE (<i>Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment</i>) – модульная объектно-ориентированная динамическая среда обучения, представляющая собой свободно распространяемую систему управления обучением (Learning Management System – LMS), которая используется для создания веб-сайтов поддержки учебного процесса и ДО.</p> <p>Система управления обучением Moodle достаточно широко распространена в образовательном процессе высших учебных заведений благодаря богатому функционалу и открытому исходному коду.</p> <p>Moodle предлагает огромное количество возможностей для создания и хранения материалов, контроля степени достижения результатов учащихся и организации коммуникации между участниками образовательного процесса. Гибкость системы, благодаря огромному количеству настроек, обеспечивает возможность ее адаптации под конкретные потребности пользователей.</p> <p>Учебный материал в системе Moodle структурирован в курсах, которые могут быть реализованы в различных форматах представления содержимого. Содержимое курсов представляют ресурсы (веб-страницы, файлы), деятельностные элементы – activities (задания, тесты, форумы, анкеты и т. д.) и блоки (дополнительная навигация, информация или функционал на странице курса).</p> <p>Среди достоинств Learning Management System Moodle можно выделить:</p> <ul style="list-style-type: none"> – свободное распространение в мире; – открытый исходный код, при этом функциональность системы не уступает коммерческим аналогам;
---------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- наличие подробной документации и множества учебных пособий; встроенная система разработки курсов, способная реализовать большое количество педагогических технологий; мощная система разработки тестов и анализа результатов обучения;
- формирование для каждого пользователя домашней страницы (персонального пространства);
- адаптация под специфику решаемых задач, за счет открытого исходного кода и возможности реализации персональных образовательных маршрутов и траекторий.

Среди недостатков LMS Moodle стоит отметить сложность ее освоения (как правило – это основная проблема, возникающая у пользователей, однако постоянно осуществляется развитие интерфейса и функционала Moodle для упрощения работы с системой) и необходимость профессиональной поддержки для расширения функционала или исправления возникающих в системе программных ошибок.

**План учебной деятельности и рейтинг план
по модулю «Алгебра логики»**

Таблица 7.1.

План учебной деятельности

Предаудиторная онлайн работа в ПАОС	Аудиторная офлайн работа	Постаудиторная онлайн работа в ПАОС
НЕДЕЛЯ 1		
<p>Задание: Необходимо пройти <i>Входное тестирование</i> по дисциплине. Оценка: <u>0-2 баллов</u></p> <p>Задание: Изучение теоретического материала термов: <i>Алгебра логики. Простые и составные высказывания. Логические операции. Классификация логических функций.</i> По каждому терму предусмотрена проверка его усвоения – тестирование, по результатам которого формируется индивидуальная образовательная траектория. Оценка: <u>0-6 баллов</u></p>	<p>Задание: Обсуждения в рамках практических занятий, направленное на актуализацию и углубление знаний по изучаемым вопросам. Иницирует обсуждение преподаватель по итогам онлайн работы. Учебная группа разбивается на микрогруппы по 3-4 человека, которые обсуждают вопрос и затем представляют результаты обсуждения. Заключительным этапом является подведение итогов. Оценка: <u>0-2 баллов</u></p>	<p>Задание: Необходимо выполнить индивидуальное практическое задание. Результат выполнения работы необходимо представить в ПАОС. Оценка: <u>0-5 баллов</u></p>
НЕДЕЛЯ 2		
Задание:	Задание:	Задание:

Преаудиторная онлайн работа в ПАОС	Аудиторная офлайн работа	Постаудиторная онлайн работа в ПАОС
<p>Изучение теоретического материала в ПАОС в соответствии с индивидуальной образовательной траекторией: <i>Представление логической функции.</i> <i>Формула алгебры логики.</i> <i>Логическое следование.</i> Оценка: <u>0-4 баллов</u></p>	<p>Выполнение индивидуальных заданий, направленных на применение теоретических знаний в решении практических задач. Осуществление взаимооценивания выполненных работ. Оценка: <u>0-2 баллов</u></p>	<p>Выполнение заданий по решению логических задач средствами алгебры логики. Оценка: <u>0-3 баллов</u></p>
НЕДЕЛЯ 3		
<p>Задание: Изучение теоретического материала в ПАОС в соответствии с индивидуальной образовательной траекторией: <i>Эквивалентные формулы.</i> <i>Классы логических формул.</i> Оценка: <u>0-10 баллов</u></p>	<p>Задание: Выполнение заданий под контролем преподавателя по материалам, изученным в онлайн работе. Обсуждение особенностей программной реализации построения таблиц истинности Оценка: <u>0-2 баллов</u></p>	<p>Задание: Разработка алгоритма построения таблицы истинности для формулы алгебры логики. Оценка: <u>0-2 баллов</u></p>
НЕДЕЛЯ 4		
<p>Задание: Изучение теоретического материала в ПАОС в соответствии с индивидуальной образовательной траекторией:</p>	<p>Задание: Анализ разработанных карт понятий термов. Выполнение мини-контрольной работы.</p>	<p>Задание: Разработка программы, осуществляющей построение таблицы истинности для заданной формулы.</p>

Преаудиторная онлайн работа в ПАОС	Аудиторная офлайн работа	Постаудиторная онлайн работа в ПАОС
<p><i>Законы алгебры логики.</i> <i>Правила упрощения булевых функций.</i> Оценка: <u>0-2 баллов</u></p> <p>Задание: Разработка карты понятий по изученным термам. Взаимооценивание работ (комментирование представленных работ). Оценка: : <u>0-5 баллов</u></p>	<p>Оценка:<u>0-10 баллов</u></p>	<p>Оценка: <u>0-6 баллов</u></p>
НЕДЕЛЯ 5		
<p>Задание: Изучение теоретического материала в ПАОС в соответствии с индивидуальной образовательной траекторией: <i>Стандартные формы представления в алгебре логики.</i> Оценка: <u>0-2 баллов</u></p> <p>Задание: Поиск интернет-ресурсов, осуществляющих преобразование формул алгебры логики Оценка: <u>0-2 баллов</u></p>	<p>Задание: Групповое обсуждение проблемных моментов онлайн работы Подведение итогов контрольной работы. Выполнение комплектов задач микрогруппами. Обучающиеся должны подобрать методы решения задач и проверить выводимость гипотез. Оценка: <u>0-2 баллов</u></p>	<p>Задание: Разработка тестовых заданий по изученному материалу Оценка: <u>0-3 баллов</u></p>

Преаудиторная онлайн работа в ПАОС	Аудиторная офлайн работа	Постаудиторная онлайн работа в ПАОС
НЕДЕЛЯ 6		
<p>Задание: Изучение теоретического материала в ПАОС в соответствии с индивидуальной образовательной траекторией: <i>Совершенные нормальные формы в алгебре логики.</i> Оценка: <u>0-2 баллов</u></p> <p>Задание: Распределение тем проектов «Минимизация булевых функций»</p>	<p>Задание: Решение практических задач на закрепление теоретического материала Обсуждение этапов и механизмов реализации проектной деятельности. Студенты в малых группах планируют и распределяют все виды работ между собой под контролем преподавателя. Оценка: <u>0-2 баллов</u></p>	<p>Задание: Проектная деятельность по плану, сформированному в аудитории. Подготовка отчета по проекту. Оценка: <u>0-10 баллов</u></p>
НЕДЕЛЯ 7		
<p>Задание: Изучение теоретического материала в ПАОС в соответствии с индивидуальной образовательной траекторией: <i>Функционально-полные системы алгебры логики. Замкнутые классы логических функций.</i> Оценка: <u>0-5 баллов</u></p> <p>Задание: Подготовка к публичному представлению результатов проектной деятельности</p>	<p>Задание: Публичное представление результатов проектной деятельности. Оценка: <u>0-20 баллов</u></p>	<p>Задание: Самооценка результатов проектной деятельности, Взаимооценка результатов проектной деятельности Задание: <i>Разработка заданий к контрольной работе</i> Оценка: <u>0-3 баллов</u></p>

Преаудиторная онлайн работа в ПАОС	Аудиторная офлайн работа	Постаудиторная онлайн работа в ПАОС
(презентация) Оценка: <u>0-5 баллов</u>		
НЕДЕЛЯ 8		
Задание: Изучение теоретического материала в ПАОС в соответствии с индивидуальной образовательной траекторией: <i>Признаки функциональной полноты.</i> Оценка: <u>0-2 баллов</u>	Задание: Групповое обсуждение проблемных моментов преаудиторной работы Выполнение задач. Обучающиеся должны подобрать методы решения задач и проверить системы формул алгебры логики на функциональную полноту. Оценка: <u>0-2 баллов</u>	Задание: Получение обратной связи по образовательному процессу
НЕДЕЛЯ 9		
Задание: Подготовка к контрольной работе. Оценка: <u>0-2 баллов</u>	Задание Выполнение контрольной работы по модулю. Оценка: <u>0-20 баллов</u>	Задание: Выполнение тестирования по модулю дисциплины. Оценка: <u>0-15 баллов</u>

Количество часов по дисциплине всего составляет 108, в т.ч. аудиторных – 51, самостоятельная работа – 72, из них модуль 1: всего 44 часа, в т.ч. офлайн – 18, онлайн в ПАОС – 26.

Количество баллов по дисциплине составляет 300 баллов, в т.ч. зачет, из них модуль 1 – 150 баллов, в т.ч. офлайн – 61, онлайн в ПАОС – 89.

План учебной деятельности по модулю «Алгебра логики»

Форма организа- ции	Часы		Оценивающее мероприятие (Задание)	Резуль- тат обучения	Уровень таксономии Блума	Баллы	
	онлайн	офлайн				онлайн	офлайн
онлайн (ф)	1		Входное тестирование	РО-3	Понимать	0-2	
онлайн (ф)	1		Изучение теоретического материала «Высказывания, Логические операции Логические функции в соответствии с индивидуальной образовательной траекторией».	РО-1	Знать	0-6	
офлайн (ф)		2	Групповое обсуждение по теме «Основные проблемы алгебры высказываний».	РО-5	Применять		0-2
онлайн (ф)	2		«Решение практических задач по теме Алгебра логики»	РО-1	Применять	0-5	
онлайн (ф)	1		Изучение теоретического материала «Представление логический функций, формула алгебры логики, логическое	РО-3	Понимать	0-4	

Форма организа- ции	Часы		Оценивающее мероприятие (Задание)	Резуль- тат обучения	Уровень таксономии Блума	Баллы	
	онлайн	офлайн				онлайн	офлайн
			следование».				
онлайн (ф)	1		Решение логических задач	РО-5	Применять	0-2	
офлайн (ф)		2	Индивидуальное задание по теме Логические функции	РО-3	Применять		0-2
онлайн (ф)	1		Изучение теоретического материала «Эквивалентные формулы. Классы логических формул. Способы задания логической функции».	РО-5	Понимать	0-4	
офлайн (ф)		2	Решение практических заданий, применение критериев классификации логических функций	РО-9	Применять		0-2
онлайн (ф)	1		Изучение теоретического материала «Законы алгебры логики. Правила упрощения булевых функций»	РО-4	Применять	0-2	
онлайн (ф)	1		«Построение карты понятий»	РО-1	Применять	0-5	
офлайн (ф)		2	Мини-контрольная работа	РО-4	Применять		0-15
онлайн (ф)	2		«Построение таблицы истинности»	РО-5	Применять	0-10	
онлайн (ф)	1		Изучение теоретического материала	РО-8	Знать	0-2	

Форма организа- ции	Часы		Оценивающее мероприятие (Задание)	Резуль- тат обучения	Уровень таксономии Блума	Баллы	
	онлайн	офлайн				онлайн	офлайн
			«Стандартные формы представления в алгебре логики»				
онлайн (ф)	0,5		Поиск примеров тестовых заданий	PO-1	Применять	0-6	
офлайн (ф)		2	Индивидуальное задание по теме «Выводимость гипотез»	PO-9	Анализировать		0-2
онлайн (ф)	0,5		Разработка тестовых заданий	PO-9	Применять	0-2	
онлайн (ф)	1		Изучение теоретического материала «Совершенные нормальные формы в алгебре логики»	PO-8	Понимать	0-2	
онлайн (ф)	3		1. «Проект Минимизация булевых функций»	PO-5	Понимать Применять	0-4	
офлайн (ф)		2	Распределение видов работ по проекту	PO-5	Применять		0-2
онлайн (ф)	1		2. «Представление результатов»	PO-5	Применять	0-15	
онлайн (ф)	2		Изучение теоретического материала «Принцип суперпозиций. Замкнутые классы логических формул».	PO-1	Знать	0-2	
офлайн (ф)		2	Индивидуальные задания	PO-5	Применять		0-3
онлайн (ф)	2		Изучение теоретического материала «Признаки функциональной	PO-1	Применять	0-2	

Форма организа- ции	Часы		Оценивающее мероприятие (Задание)	Резуль- тат обучения	Уровень таксономии Блума	Баллы	
	онлайн	офлайн				онлайн	офлайн
			полноты».				
офлайн (ф)		2	Публичное обсуждение	РО-10	Применять		0-3
онлайн (ф)	1		«Разработка заданий к контрольной работе»	РО-10	Анализировать	0-2	
онлайн (ф)	1		Выполнение тестов для подготовки к контрольной работе.	РО-1 РО-3 РО-4 РО-5 РО-8 РО-9 РО-10	Анализировать	0-2	
офлайн (с)		2	Выполнение контрольной работы.	РО-1 РО-3 РО-4 РО-5 РО-8 РО-9 РО-10	Анализировать		0-30

Форма организа- ции	Часы		Оценивающее мероприятие (Задание)	Резуль- тат обучения	Уровень таксономии Блума	Баллы	
	онлайн	офлайн				онлайн	офлайн
офлайн (с)	2		Выполнение тестовых заданий по модулю ПАОС	PO-1 PO-3 PO-4 PO-5 PO-8 PO-9 PO-10	Понимать Применять Анализировать	0-15	
Итого	26	18				89	61