

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

На правах рукописи



Сомова Марина Валериевна

**МЕТОДИКА ПЕДАГОГИЧЕСКОГО СОДЕЙСТВИЯ
ОБУЧАЮЩИМСЯ В ВУЗЕ НА ОСНОВЕ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРЕДМЕТНОГО
ОБУЧЕНИЯ**

5.8.2 – Теория и методика обучения и воспитания
(образование и педагогические науки, уровень высшего образования)

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени кандидата педагогических наук

Научный руководитель:
доктор педагогических наук, доцент,
Вайнштейн Юлия Владимировна

Красноярск – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УСПЕШНОСТИ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ	17
1.1 Особенности построения образовательного процесса в вузе в современных условиях	17
1.2 Структура и сущность электронной информационно-образовательной среды вуза	46
1.3 Методическая модель персонифицированного образовательного процесса на основе прогнозирования успешности обучения в ЭИОС	58
ВЫВОДЫ ПО ПЕРВОЙ ГЛАВЕ	80
ГЛАВА 2. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УСПЕШНОСТИ ОБУЧЕНИЯ	82
2.1 Модель прогнозирования успешности предметного обучения в вузе	82
2.2 Методическое обеспечение педагогического содействия обучающимся на основе прогнозирования результатов обучения	110
2.3 Апробация методики педагогического содействия обучающимся по дисциплине	130
ВЫВОДЫ ПО ВТОРОЙ ГЛАВЕ	160
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	162
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	164
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	192
Приложение А. Примеры расчета вероятностей для различных уровней начальной подготовки студентов и соотношений λ/μ	192
Приложение Б. Описание анкетирования преподавателей и полученных результатов.....	198

Приложение В. Пример решения системы дифференциальных уравнений Колмогорова	203
Приложение Г. Данные расчета модели прогнозирования успешности предметного обучения	205

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. В период цифровой трансформации системы образования происходит формирование цифровой образовательной среды и кардинальное изменение образовательного процесса, к повышению качества которого постоянно выдвигаются новые требования. Образовательный процесс в современных условиях выстраивается вокруг обучающихся, каждый из которых обладает различными потребностями, способностями и возможностями. При этом основная установка в обучении делается на достижение каждым обучающимся максимального уровня образовательных результатов с учетом его личностных характеристик, что может быть обеспечено в условиях применения онлайн обучения и развития электронной информационно-образовательной среды. Эти тенденции отражаются в работах В.В. Гриншкуна, С.Г. Григорьева, С.Д. Каракозова, М.П. Лапчика, М.В. Носкова, Н.И. Пака, Е.С. Полат, М.И. Рагулиной, И.В. Роберт, А.Ю. Уварова, Е.К. Хеннера, Т.Г. Шихнабиевой и др.

При изучении и описании образовательного процесса, ориентированного на формирование и развитие индивидуальных характеристик обучающихся в условиях электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС), исследователи А.Ю. Аксенова, Е.А. Бессонова, Е.В. Бондаревская, Т.Э. Галкина, М.Б. Есаулова, З.А. Каргина, И.С. Казаков, Л.А. Куришкина, Е.В. Лопанова и др. в своих работах оперируют понятием персонифицированного образовательного процесса. Особую значимость в построении которого приобретают результаты прогнозирования успешности обучения. Анализ работ Б.Г. Ананьева, А.Н. Леонтьева, Л.С. Выготского, В.А. Петровского, М.Г. Ярошевского, А.Г. Маслоу, В.В. Серикова, И.С. Якиманской, Н.И. Алексеева, Е.В. Бондаревской, М. Боуэн, Т.В. Лавриковой, А.В. Хуторского, С.Д. Смирнова, Д.Н. Долганова и др., посвященных феномену успешности обучения в вузе показал, что

персонифицированное обучение требует создания и внедрения принципиально новых прогностических моделей.

В условиях повсеместного внедрения и развития информационных и цифровых технологий законодательные акты, определяющие государственную политику в сфере образования, подчеркивают значимость построения современного образовательного процесса в вузе, ориентированного на персонификацию обучения, применение электронных образовательных технологий, необходимость регулярного мониторинга результатов обучения. В связи с этим возникает необходимость разработки новых подходов к построению персонифицированного образовательного процесса. Актуальность в этих условиях приобретает создание методического обеспечения своевременного педагогического содействия обучающимся на основе анализа их цифрового следа и прогнозирования результатов предметного обучения.

В научно-педагогической литературе получили распространение методы и модели прогнозирования успешности обучения, такие как линейная и логистическая регрессии (R.A. Ellis, R. Conijn, D. Kim), позволяющие выявлять взаимосвязи в данных учебной аналитики и осуществлять прогнозирование на их основе; метод опорных векторов (M. Fei, J. Macina), используемый для решения задач классификации образовательных данных; деревья решений (A. Topirceanu, R.N. Laveti), методы интеллектуального анализа данных для построения моделей поведения обучающихся; байесовская модель (W. Xing, Y. Bai, L. Barford); марковская модель (F. Spitzer, И.И. Гихман, В.В. Лаптев, М.В. Носков, В.И. Сербин), основанная на решении систем дифференциальных уравнений Колмогорова. Несмотря на многообразие и широкие возможности существующих методов и прогностических моделей они нуждаются в развитии с точки зрения решения задачи раннего прогнозирования образовательных результатов предметного обучения и оказания на их основе персонального содействия обучающимся.

Совокупность отмеченных проблем обуславливает актуальность разработки методики педагогического содействия обучающимся на основе

результатов раннего прогнозирования успешности предметного обучения в условиях персонификации образовательного процесса в электронной информационно-образовательной среде вуза.

Анализ нормативных документов, научно-педагогической и учебно-методической литературы, а также практический опыт предметного обучения в вузе позволяет выделить следующие **противоречия**:

– *на социально-педагогическом уровне*: между требованиями цифрового общества, рынка труда и социального заказа, федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к личностному и профессиональному развитию студентов в современных условиях и недостаточной разработанностью эффективных подходов к построению персонифицированного образовательного процесса на основе результатов раннего прогнозирования успешности предметного обучения;

– *на научно-теоретическом уровне*: между объективной необходимостью поиска результативных подходов раннего прогнозирования успешности предметного обучения в электронной среде вуза и недостаточной разработанностью теоретических основ создания прогностических моделей в условиях персонификации обучения студентов;

– *на научно-методическом уровне*: между возможностью построения персонифицированного образовательного процесса по дисциплине в условиях ЭИОС вуза и отсутствием соответствующего методического обеспечения, реализующего эту возможность на основе результатов прогнозирования успешности предметного обучения.

Необходимость разрешения выявленных противоречий определяет актуальность исследования, а также его **проблему**, которая заключается в поиске результативных методических решений по организации своевременного педагогического содействия обучающимся на основе результатов раннего прогнозирования успешности предметного обучения в условиях персонифицированного образовательного процесса в электронной информационно-образовательной среде вуза.

Цель исследования: научно обосновать, разработать методику педагогического содействия обучающимся в условиях персонифицированного образовательного процесса в вузе на основе модели прогнозирования успешности предметного обучения.

Объект исследования: процесс персонифицированного обучения студентов вуза по дисциплине в условиях ЭИОС.

Предмет исследования: педагогическое содействие обучающимся в вузе на основе результатов раннего прогнозирования успешности предметного обучения.

В качестве **гипотезы исследования** было выдвинуто предположение о том, что персонифицированный образовательный процесс будет результативным, если осуществлять раннее прогнозирование успешности предметного обучения, производить кластерную дифференциацию обучающихся по группам риска академической неуспешности, создать и внедрить в образовательный процесс методику своевременного персонального содействия обучающимся.

Согласно поставленной цели, гипотезе, предмету и объекту исследования, определены **задачи исследования:**

1. На основе анализа научно-педагогических отечественных и зарубежных работ выявить особенности и теоретическую основу построения образовательного процесса в вузе в условиях персонификации.

2. Разработать методическую модель построения персонифицированного образовательного процесса на основе прогнозирования успешности предметного обучения в ЭИОС вуза.

3. Разработать модель прогнозирования успешности предметного обучения и кластерной дифференциация обучающихся по группам риска академической неуспешности.

4. Разработать методику педагогического содействия обучающимся разных групп риска академической неуспешности на основе результатов прогнозирования успешности предметного обучения в вузе.

5. Осуществить апробацию методики педагогического содействия обучающимся в условиях персонифицированного образовательного процесса по дисциплине.

Методологическую основу диссертационного исследования составляют:

– *системный подход* (А.Г. Асмолов, В.Г. Афанасьев, В.П. Беспалько, И.В. Блауберг, Н. Винер, К.Н. Лунгу, А.М. Новиков, Э.Г. Юдин и др.), позволяющий рассматривать процесс педагогического содействия обучающимся в вузе на основе прогнозирования результатов предметного обучения как подсистему целостной системы персонифицированного обучения в вузе;

– *компетентностный подход* (В.А. Адольф, А.А. Вербицкий, Э.Ф. Зеер, И.А. Зимняя, В.А. Козырев, С.И. Осипова, О.Г. Смолянинова, А.В. Хуторской, В.А. Шершнева, Л.В. Шкерина и др.), определяющий цели, результаты, содержание и организацию предметного обучения в условиях персонификации;

– *лично-ориентированный подход* (Ш.А. Амонашвили, Е.В. Бондаревская, А.В. Брушлинский, Н.В. Гафурова, А.С. Границкая, А.А. Леонтьев, С.И. Осипова, А.В. Петровский, В.И. Слободчиков, И.С. Якиманская и др.), рассматривающий студента как субъекта персонифицированного образовательного процесса;

– *деятельностный подход* (Б.Г. Ананьев, Г.А. Атанов, Л.С. Выготский, П.Я. Гальперин, В.В. Давыдов, А.Н. Леонтьев, Н.Ф. Талызина, С.Л. Рубинштейн, В.Д. Шадриков и др.), интенсифицирующий применение и развитие методов обучения, направленных на активизацию учебной деятельности студентов при организации персонифицированного обучения в условиях ЭИОС;

– *средовый подход* (Н. Луман, Ю.С. Мануйлов, Т.В. Менг, Н.Б. Стрекалова, И.И. Сулима, Г.М. Цибульский и др.), обуславливающий применение электронной информационно-образовательной среды в персонифицированном образовательном процессе;

– *акмеологический подход* (Т.Е. Баева, М.А. Вострова, Л.Г. Грибенюк, С.Б. Каверин, Н.В. Кузьмина, Е.С. Манюкова, В.В. Петрусинский, И.П. Цвелюх, В.А. Якунин и др.), усиливающий профессиональную мотивацию обучающегося, поощряющий творческий потенциал, стремление определить и продуктивно использовать личные возможности для достижения успеха в образовательной деятельности.

Теоретическую основу диссертационного исследования составляют работы в области информатизации и цифровой трансформации образования (В.В. Гриншкун, С.Г. Григорьев, С.Д. Каракозов, М.П. Лапчик, М.В. Носков, Т.Н. Носкова, Н.И. Пак, Е.С. Полат, А.Е. Поличка, М.И. Рагулина, И.В. Роберт, Б.Е. Стариченко, А.Ю. Уваров, С.Р. Удалов, Е.К. Хеннер, Т.Г. Шихнабиева и др.); теоретических основ педагогического менеджмента (А.Т. Куракин, Х. Лийметс, Л.И. Новикова, Ю.А. Конаржевский, Т.И. Шамова, П.И. Третьяков и др.); теории построения персонифицированного образовательного процесса (А.Ю. Аксенова, Е.А. Бессонова, Е.В. Бондаревская, Т.Э. Галкина, М.Б. Есаулова, З.А. Каргина, И.С. Казаков, Л.А. Куришкина, Е.В. Лопанова и др.); формирования и анализа цифрового следа обучающихся в электронной среде вуза (А.Г. Абросимов, М.Е. Вайндорф-Сысоева, И.Г. Захарова, О.А. Ильченко, Л.И. Савва, В.И. Токтарова, Е.Г. Торина, В.А. Ясвин и др.); методики прогнозирования успешности обучения (В.А. Борисов, Т.Ю. Быстрова, Д.Н. Долганов, А.В. Захарова, Л.М. Зеленина, Е.Е. Котова, М.В. Носков, Г.П. Озерова, Г.Ф. Павленко, И.П. Подласый, В.А. Пономарев и др.); теории управления образовательным процессом (Т.Н. Асыко, Б.З. Вульф, Т.Г. Гусева, А.М. Гущина, К.И. Корякин, О.А. Мартынова и др.).

Методы исследования:

– *теоретические*: изучение и анализ научно-педагогической и учебно-методической литературы по проблеме исследования, ФГОС ВО и нормативно-правовой базы; анализ и обобщение отечественного и зарубежного опыта; построение гипотез, педагогическое прогнозирование и анализ образовательных данных;

– *эмпирические*: анкетирование, опрос, наблюдение, опытно-экспериментальная работа, экспертная оценка результатов прогнозирования и оценка точности прогностической модели;

– *статистические*: сбор образовательных данных (данных учебной аналитики), математические и графические методы обработки результатов опытно-экспериментальной работы, качественный и количественный анализ результатов исследования.

Экспериментальная база исследования: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение «Сибирский федеральный университет». В исследовании приняли участие 209 студентов первого курса направлений подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» и 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

Основные этапы исследования (2013-2023 гг.):

Первый этап (2013-2016 гг.) – констатирующий, на котором проводился теоретический анализ степени разработанности проблемы исследования, осуществлялся поиск теоретических оснований прогнозирования успешности обучения в вузе, а именно выявлялись особенности построения образовательного процесса, уточнялись структура и сущность ЭИОС вуза в современных условиях, определялись методологические подходы, были сформулированы гипотеза и задачи исследования, проводился анализ нормативно-правовой и терминологической базы, обосновывалось содержание и этапы опытно-экспериментальной работы, методы изучения предмета и объекта исследования.

Второй этап (2017-2021 гг.) – формирующий, на котором проводилась разработка методической модели персонифицированного образовательного процесса на основе результатов прогнозирования успешности обучения в ЭИОС, модели прогнозирования успешности предметного обучения в вузе и методики педагогического содействия обучающимся разных групп риска академической неуспешности.

Третий этап (2022-2023 гг.) – обобщающий, на котором проводились анализ, систематизация, обобщение результатов прогностической модели, применения сценариев педагогического содействия обучающимся разных групп риска академической неуспешности предметного обучения, оценка точности прогнозирования и результативности методики педагогического содействия обучающимся средствами математической статистики и оформление результатов диссертационного исследования.

Научная новизна исследования:

1. Теоретически обоснована необходимость построения персонифицированного образовательного процесса в условиях ЭИОС вуза, сформулированы его организационные принципы, конкретизированы свойства и функции управления персонифицированным предметным обучением на основе данных оперативного прогнозирования.

2. Обоснована и разработана методическая модель персонифицированного образовательного процесса в вузе на основе результатов прогнозирования успешности обучения в ЭИОС, включающая механизмы педагогического содействия обучающимся с учетом различных типов взаимодействия между субъектами образовательного процесса.

3. Разработана модель прогнозирования успешности предметного обучения в вузе и кластерной дифференциации обучающихся по группам риска академической неуспешности, обладающая свойствами универсальности, масштабируемости, гибкости, адаптируемости и учитывающая данные учебной аналитики.

4. Предложена и обоснована методика педагогического содействия обучающимся в условиях персонифицированного образовательного процесса для разных групп риска академической неуспешности на основе предложенной в исследовании прогностической модели, учитывающей образовательные данные об успеваемости, дисциплинированности и вовлеченности обучающихся в учебный процесс по дисциплине.

Теоретическая значимость исследования заключается в следующем:

- определены свойства и функции управления персонифицированным образовательным процессом и его организационные принципы, а также раскрыты принципы построения электронной информационно-образовательной среды вуза;

- выявлены теоретические основы персонифицированного обучения в вузе и разработана его методическая модель на основе прогнозирования успешности предметного обучения в ЭИОС;

- раскрыто существенное противоречие на научно-теоретическом уровне между объективной необходимостью поиска результативных подходов раннего прогнозирования успешности предметного обучения в электронной среде вуза и недостаточной разработанностью теоретических основ создания прогностических моделей в условиях персонификации обучения студентов;

- предложена модель прогнозирования успешности предметного обучения и кластерной дифференциации обучающихся по группам риска академической неуспешности;

- выявлены основания и предпосылки создания методики педагогического содействия обучающимся разных групп риска академической неуспешности в условиях персонифицированного обучения.

Практическая значимость исследования состоит в том, что:

- проведена модернизация образовательного процесса для бакалавров направлений подготовки «Информатика и вычислительная техника» и «Информационные системы и технологии» в условиях персонификации обучения на основе прогностической модели успешности обучения в электронной информационно-образовательной среде вуза на примере дисциплины «Алгебра и геометрия»;

- разработана модель прогнозирования успешности обучения в условиях персонификации образовательного процесса по дисциплинам, реализуемым в ЭИОС вуза и реализована в автоматизированной системе

управления Института космических и информационных технологий ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»;

– создана и внедрена методика педагогического содействия обучающимся в вузе на основе результатов прогнозирования успешности предметного обучения, включающая сценарии для студентов групп высокого, среднего и низкого риска академической неуспешности;

– определены пределы и перспективы использования теоретических и практических результатов диссертационного исследования в процессе персонифицированного предметного обучения в условиях развитой электронной информационно-образовательной среды.

Достоверность и обоснованность результатов и выводов диссертационного исследования обеспечивается теоретико-методологическими основами исследования, опорой на современные научные достижения в области прогнозирования образовательного процесса, анализом и обобщением научного опыта ведущих специалистов в области персонификации предметного обучения в вузе, соответствием применяемых теоретических и эмпирических методов целям и задачам исследования, апробацией предложенных моделей и методики педагогического содействия в персонифицированном образовательном процессе по дисциплине в условиях ЭИОС вуза.

Личный вклад соискателя заключается в постановке проблемы исследования, выдвижении и обосновании научной идеи, анализе понятийно-терминологического поля проблемы; выявлении теоретико-методологических оснований исследования, создании методической модели персонифицированного образовательного процесса на основе прогнозирования успешности предметного обучения в ЭИОС; проектировании и разработке модели прогнозирования успешности предметного обучения и кластерной дифференциации обучающихся по группам риска академической неуспешности; создании методики педагогического содействия обучающимся разных групп риска академической неуспешности на основе результатов прогностической модели; проведении опытно-экспериментальной работы.

Апробация и внедрение результатов диссертационного исследования осуществлялись посредством обсуждения промежуточных результатов работы на заседаниях кафедры Прикладной математики и анализа данных, на научно-методических семинарах университета (ФГАОУ ВО СФУ, Красноярск, 2013-2023), на конференциях международного и всероссийского уровней, в том числе: Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспектив Свободный» (г. Красноярск, 2014-2015); Международная конференция «ИКТ в образовании в течение всей жизни» (г. Красноярск, 2014); Международная научно-практическая конференция «Информатизация образования: теория и практика» (г. Омск, 2015); I, II, IV-VII Международная научная конференция «Информатизация образования и методика электронного обучения» (г. Красноярск, 2016, 2018, 2020-2023); VII Международная научно-практическая конференция «Science, Technology and Life» (г. Москва, 2020); Международная научно-практическая конференция «Web-технологии образовательного назначения: положительные и отрицательные аспекты» (г. Арзамас, 2022); Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные вопросы гуманитарных и социальных наук: от теории к практике» (г. Чебоксары, 2023). А также представлены на конкурсах: Открытый международный конкурс инициативных научно-исследовательских проектов «Диалог поколений» (г. Москва, 2019); XVI Международный конкурс научных работ «PTScience» (г. Москва, 2020); Международный конкурс научно-исследовательских работ: «Инновационные подходы в решении научных проблем» (г. Уфа, 2021).

По результатам диссертационного исследования автором опубликовано 30 научных работ, в том числе 5 публикаций в научных журналах, включенных в перечень ВАК, получено 4 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Положения, выносимые на защиту:

1. Контент-анализ понятийно-терминологического поля проблемы в области персонификации обучения, выявленные *организационные принципы*

(самоорганизации, развития, инициативности, ролевого участия, коммуникации, цифровизации, управляемости), *свойства* (изменчивости, устойчивости, непрерывности, дискретности, последовательности и цикличности) и *функции управления персонифицированным образовательным процессом* (информационно-аналитическая, мотивационно-целевая, плано-прогностическая, организационно-исполнительская, контрольно-диагностическая, регулятивно-коррекционная и мобилизационная), а также принципы построения ЭИОС вуза (открытости, многокомпонентности, ресурсной избыточности, интегративности, динамичности и интерактивности, распределенности и универсальности, адаптивности, доступности и вариативности, регулярного мониторинга) являются теоретической основой построения персонифицированного образовательного процесса.

2. Методическая модель персонифицированного образовательного процесса на основе результатов прогнозирования успешности предметного обучения в условиях ЭИОС вуза, которая включает:

– *целевой блок*, представленный требованиями федеральных законов и правовых актов, ФГОС ВО, профессиональных и международных стандартов, а также требованиями социального заказа, потребностями рынка труда и работодателей;

– *концептуальный блок*, раскрывающий методологические подходы, выявленные свойства и функции управления персонифицированным образовательным процессом и его организационные принципы, а также принципы построения электронной информационно-образовательной среды вуза;

– *содержательно-технологический блок*, включающий в себя формы, методы и средства персонифицированного обучения, содержащие оцениваемые элементы ЭИОС;

– *результативно-прогностический блок*, предназначенный для оценки сформированности результатов обучения по дисциплине, включает в себя регулярный мониторинг аудиторной и онлайн деятельности обучающихся в

ЭИОС, фиксацию результатов обучения в хранилище образовательных данных, прогнозирование успешности обучения и механизмы педагогического содействия обучающимся; является теоретической основой и обеспечивает построение персонифицированного образовательного процесса на основе данных учебной аналитики.

3. Модель прогнозирования успешности предметного обучения в вузе, построенная на основе марковских процессов, обладающая свойствами универсальности, масштабируемости, гибкости, адаптируемости и учитывающая данные учебной аналитики позволяет на ранних этапах обучения по дисциплине осуществлять прогнозирование успешности обучения и кластерную дифференциацию студентов по группам высокого, среднего и низкого риска академической неуспешности для оказания им своевременных мер педагогического содействия.

4. Методика педагогического содействия обучающимся на основе прогнозирования успешности предметного обучения, учитывающая данные об успеваемости, дисциплинированности и вовлеченности обучающихся в образовательный процесс обеспечивает повышение результативности обучения в режиме реального времени.

Структура диссертации: диссертация состоит из введения, двух глав, заключения, списка литературы и приложений.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УСПЕШНОСТИ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ

1.1 Особенности построения образовательного процесса в вузе в современных условиях

Сегодня можно наблюдать стремительное развитие современного мира и образовательной системы. При этом для разных стран в зависимости от сложившейся образовательной культуры и стратегии экономического развития характерны различные приоритетные задачи и направления развития современного образования. Множество теоретических и эмпирических исследований подтверждают, что развитие человеческого и социального капитала является ключевым элементом национального богатства страны [12]. Роль образования в формировании человеческого капитала является решающей [58].

Современные исследователи отмечают кардинальное изменение образовательной системы и ее роли в формировании личности и подготовки высококвалифицированного обучающегося. Например, И.А. Тагунова в своих исследованиях отмечает, что основной акцент системы образования в XXI веке осуществляется на выстраивание образовательного процесса вокруг обучающихся, обладающих различными потребностями и способностями [161]. Ведущие тенденции трансформации образовательной системы ориентированы на удовлетворение потребностей и развитие способностей обучающихся, с достижением для каждого из них максимального уровня образовательных результатов [12].

Согласно научно-педагогическим исследованиям, посвященным изучению и описанию образования с точки зрения формирования и развития личностных характеристик обучающихся, авторы обращаются в них к различным моделям организации образовательного процесса, таким как «индивидуализация» (синоним «индивидуализированное обучение»),

«личностно-ориентированное обучение», «персонализация» (синоним «персонализированное обучение») и «персонификация» (синоним «персонифицированное обучение»). Рассмотрим эти понятия подробнее.

Вопросам индивидуализации обучения посвящены работы таких ученых в области педагогики и психологии, как С.А. Аксарина, Е.А. Александрова, Ю.В. Вайнштейн, В.П. Вахтеров, О.С. Газман, Л.Л. Дедюкина, А.Ж. Жафяров, А.А. Кирсанов, Т.М. Ковалева, А.В. Кутузов, Е.С. Никитина, М.В. Носков, И.М. Осмоловская, А.А. Остапенко, Н.И. Пирогов, Плигин, А.С. Прутченков, Г.К. Селевко, В.Я. Стоюнин, Н.С. Татарникова, И.Э. Унт, М.Е. Федотова, И.М. Ястребцов и др.

Анализ педагогической литературы, посвященной *индивидуализации обучения*, позволил выявить различные трактования понятия «индивидуализация». Например, педагогическая энциклопедия определяет ее как «организацию учебного процесса, при которой выбор способов, приемов, темпа обучения учитывает индивидуальные *различия учащихся*, уровень развития их способностей к учению» [109]. Схожей позиции придерживается А.А. Кирсанов, определяющий «индивидуализацию обучения как педагогический инструментарий, соответствующий целям деятельности и реальным познавательным возможностям коллектива, отдельных обучающихся и групп, позволяющий обеспечить учебную деятельность на уровне потенциальных возможностей обучающихся с учетом их целей» [65].

Педагогический энциклопедический словарь акцентирует внимание при рассмотрении индивидуализации на индивидуальные особенности обучающихся и их развитие [111].

В работе А.В. Кутузова говорится, что «*индивидуализация образования* заключается в ориентации образовательного процесса на развитие потенциальных возможностей учеников и учет их характера, темперамента, интересов» [83].

Согласно И.М. Осмоловской, *индивидуализация* – это «крайняя форма дифференциации обучения, при которой учебный процесс строится с учетом особенностей не групп, а каждого отдельно взятого ученика» [104]. В работах И.Э. Унт учет индивидуальных особенностей обучающихся предлагается рассматривать независимо от применяемых форм, методов и средств [168].

Можно отметить, что все трактовки понятия индивидуализации объединяет ее понимание как целостной системы воспитания и обучения, направленной на развитие индивидуальности каждого обучающегося. Таким образом, *индивидуализация* процесса обучения рассматривает студента как субъекта образовательного процесса и центральную роль отводит его активной позиции в обучении.

Опираясь на работы З.А. Каргиной, И.Э. Унта, В.Ф. Шаталова, А.С. Границкой, В.Д. Шадрикова и другие современные теоретические исследования [2-3, 30-31, 104, 64, 168, 178, 35, 176] можно выделить следующие *подходы к индивидуализации образования* через формирование для обучающихся:

- *индивидуального учебного плана*, который представляет собой набор учебных дисциплин, выбранных обучающимся для освоения учебного плана образовательного учреждения в соответствии с собственными потребностями и перспективами и с учетом собственных образовательных запросов, когнитивных возможностей и конкретных условий образовательного процесса;

- *индивидуальной образовательной программы*, представляющей собой программу, которая составлена на основе образовательных потребностей студента и определяет образовательные цели и результаты, которые ему необходимо достичь. Программа, ориентирована на различные виды учебной деятельности обучающихся, с учетом моделей и методик мониторинга образовательных результатов;

– *индивидуального образовательного маршрута*, который обеспечивает активную позицию обучающегося в выборе, разработке и реализации образовательной программы при учете персональных образовательных запросов, склонностей, интересов, способностей и познавательных возможностей и при непосредственной поддержке преподавателей;

– *индивидуальной образовательной траектории*, которая задает возможности и способы реализации личностного потенциала обучающегося и включает представления о его будущей профессиональной деятельности, о ее содержании, месте, средствах и ресурсах.

Анализ работ отечественных и зарубежных исследователей позволяет конкретизировать *схему индивидуализации процесса обучения* (рисунок 1) и включить в нее:

- индивидуальный учебный план (основан на выборе обучающегося),
- индивидуальную образовательную программу (основана на планировании обучающимся),
- индивидуальный образовательный маршрут (основана на участии обучающегося в реализации),
- индивидуальную образовательную траекторию для каждого обучающегося [64, 36].

Таким образом, основной *задачей индивидуализации* является, научить студента самостоятельно управлять своей *индивидуальной образовательной траекторией*, учитывающей индивидуальные особенности обучающихся или групп обучающихся со схожими признаками и сформированной преподавателем.

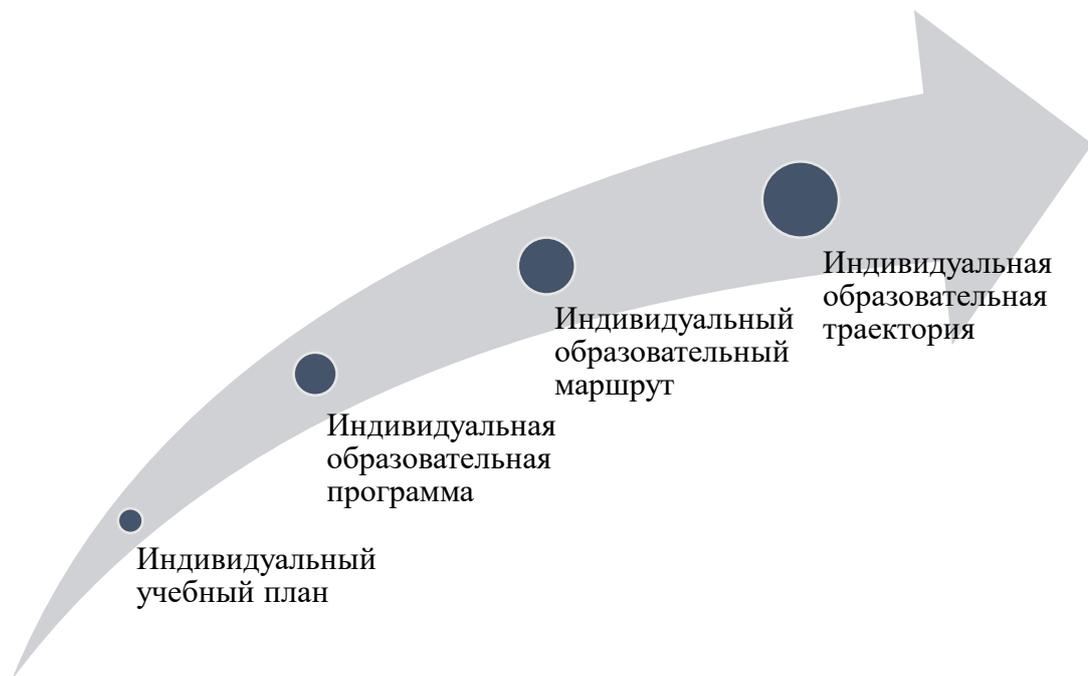


Рисунок 1 – Схема индивидуализации процесса обучения

Анализируя исследования, посвященные вопросу индивидуализации обучения, можно констатировать, что усиление индивидуализации в сторону развития познавательной сферы и целенаправленного развития личности обучающегося, его субъектности и уникальности обусловило развитие личностно-ориентированного подхода и возникновение связанного с ним понятия «личностно-ориентированного обучение».

Разработчиком модели *личностно-ориентированного обучения* является известный американский педагог-психолог Карл Рэнсом Роджерс. В отечественной педагогике вопросам *личностно-ориентированного обучения* посвящены работы таких ученых, как Б.Г. Ананьев, Е.В. Бондаревская, А.А. Бодалев, Л.И. Божович, Л.С. Выготский, Э.Н. Гусинский, А.Д. Грибанова, В.В. Давыдов, Л.В. Занков, В.П. Зинченко, Г.М. Коджаспирова, А.Н. Леонтьев, В.А. Петровский, С.Л. Рубинштейн, Л.Г. Семушина, В.В. Сериков, Ю.И. Турчанинов, И.С. Якиманская и др.

Анализ исследований позволил выявить, что под *личностно-ориентированным обучением* понимается такое обучение, в котором «главенствующую роль играет обучающийся со своими личностными

качествами, что способствует организации, самовыражению, формированию гражданской позиции, ответственности, самостоятельности и целеустремленности» [112]. Также стоит отметить, что организация образовательного процесса обусловлена возможностями, запросами и интересами обучающегося.

Рассматривая сущность личностно-ориентированного подхода отметим его *принципы*, к которым относятся принципы индивидуальности и уникальности, самоактуализации и самооценки, осознанного выбора, социального навыка, обратной связи, а также доверительного отношения и партнерства, которые позволяют преподавателю разработать эффективную стратегию образовательного процесса, обеспечивающую развитие личности, субъектности и индивидуальности каждого студента [24].

А.Н. Леонтьев утверждал, что человек становится личностью только как субъект общественных отношений. Личность – это система качеств индивида, появляющихся и проявляющихся в обществе. Это особое качество, которое приобретает индивидом в обществе, в совокупности отношений. При этом исследователями уточняется, что «личность» и «индивид» не одно и то же [85].

По мнению И.С. Якиманской, личностно-ориентированное обучение – это такое обучение, где «во главу угла ставится личность ребенка – ученика, ее самобытность, самоценность, субъектный опыт каждого сначала раскрывается, а затем согласовывается с содержанием образования». Тем самым ученик признается центральной действующей фигурой всего образовательного процесса, что и составляет суть личностно-ориентированной педагогики [184-185].

В работе Г.М. Коджаспировой отмечается, что *личностный подход* интерпретируется как индивидуальный подход педагога к каждому обучающемуся, с целью помочь им осознать себя уникальной личностью и выявить индивидуальные возможности для самореализации и самоутверждения [67-68].

Личностно-ориентированное обучение учитывает, как общечеловеческие, так и личностные ценности, ориентируясь на потребности, мотивы, способности, личные качества и жизненные ценности каждого обучающегося [112].

Основной целью *личностно-ориентированного обучения* является достижение гармоничного формирования и всестороннего развития уникальной личности. Этот подход направлен на развитие собственной идентичности, раскрытие творческого потенциала и выявление собственной неповторимой индивидуальности [112]. Согласно мнению Л.Г. Семушиной, «образовательный процесс должен не только учитывать способности и возможности обучающихся, но и на их основе максимально способствовать всестороннему развитию его личности» [138].

При реализации *личностно-ориентированного* образовательного процесса, подчеркивает Е.В. Бондаревская «необходима особая работа по выявлению субъектного опыта каждого студента, его социализация, контроль за методами учебной работы, сотрудничество преподавателя и студента, направленное на обмен различного по содержанию опыта» [17].

Вопросам персонализации образования посвящены работы Л.В. Байбородова, М.В. Богуславского, А.С. Воронина, В.В. Грачева, С.Ю. Головина, В.В. Гульчевской, В.В. Давыдова, Л. Деркса, Д. Джери, Е.И. Казаковой, Л.А. Карпенко, А.Ю. Коджаспирова, А.Б. Кондратенко, Ю.В. Крупнова, А.Н. Леонтьева, Е.В. Лопановой, В.А. Петровского, Б.Е. Стариченко, А.Ю. Уварова, Д.Б. Эльконица, Е.А. Этко, М.Г. Ярошевского, D. Buckley, L. Wilson и др.

Обращаясь к таким понятиям как персонализированное и персонифицированное обучение, можно заметить, что есть исследователи, которые отождествляет эти понятия, а есть – которые разделяют. Мы придерживаемся в исследовании мнений Л. Деркса, Е.В. Лопановой, А.В. Петровского, Е.А. Этко о разделении этих понятий.

В западных работах *персонализированное обучение* представляется как обучение, разработанное с учетом интересов, опыта, предпочтительных способов и темпов освоения знаний для конкретного обучающегося [137].

Персонализированное обучение согласно анализу педагогических исследований, базируется на том, что образовательный процесс строится с учетом индивидуальных особенностей студентов. Обучающийся выступает субъектом учебной деятельности, ему предоставляется возможность планировать собственную образовательную траекторию, определять для себя цели обучения, работать индивидуально и в группе, мотивировать себя и других. При этом персонализированное обучение нацелено, главным образом, на развитие личности [113].

В литературе наряду с термином персонализированное обучение распространен синонимичный термин – *персонализированный подход*. Как отмечает М.В. Богуславский, *персонализированный подход* в образовании направлен на развитие личностного потенциала в образовательном процессе [15]. Такой подход позволяет подстроить учебный процесс под конкретного обучающегося, так как он становится главным потребителем обучения и на первый план выходят его запросы, цели и потребности. Также М.В. Богуславский отмечает, что при организации *персонализированного подхода* в обучении необходимо:

- находить персональный подход к каждому;
- давать обучающемуся свободу выбора уровня сложности и содержания образовательного процесса;
- выстраивать среду, которая дает примеры для подражания и мотивирует на развитие;
- позволять обучающимся самостоятельно формировать образовательные цели;
- давать обратную связь и помогать обучающимся самим оценивать свои достижения;
- использовать современные педагогические приемы и модели;

- обучать востребованным образовательным результатам;
- создавать и развивать образовательные сообщества, в которых обеспечивается взаимная поддержка обучающихся и преподавателей;
- обеспечивать на высоком уровне технологические и цифровые возможности для обучения [15].

Как отмечают D. Buckley и L. Wilson основной *задачей персонализированного обучения* является организация помощи обучающемуся в осознании своих потребностей, переводе их в мотивы и цели обучения, а затем и в реальные действия, что позволит сформировать востребованные образовательные результаты для каждого обучающегося [194].

Вопросам персонификации образования посвящены работы таких зарубежных и отечественных исследователей, как Д. Хэтти, С. Хан, Д. Равич, Г. Бэнгсен, В.Т. Балтаева, Е.А. Бессонова, Е.В. Болычева, М.Б. Есаулова, И.С. Казаков, Ш.М. Каланова, В.М. Киселев, М.С. Клевцова, С.В. Кондратенко, А.В. Литвинова и др.

Обращая внимания на различия между понятиями персонализации и персонификации можно отметить, что в отличие от *персонализированного обучения, которое* ориентировано на учет *потребностей* субъекта образовательного процесса, персонифицированное обучение ориентировано на учет *возможностей* субъекта обучения.

Как отмечает С.В. Кондратенко, в отличие от личностно-ориентированного обучения *персонифицированное обучение* опирается не только на индивидуальность обучающихся, но и на типические особенности педагога и обучающихся, наблюдается целостность в становлении социальной сущности учащегося в единстве духовно-социального и социально-биологического феноменов [72].

В работе М.Б. Есауловой подчеркивается, что *персонифицированное обучение* в любых его формах представляет собой непосредственное обращение педагога к индивидуальности обучающегося и позволяет увидеть новые

резервы в образовательной стратегии, нацеленной на активное включение личности студента в процессы самообразования и самосозидания [47-48].

Анализ педагогических исследований показал, что основной особенностью *персоналицированного обучения* авторы склонны считать изменение роли обучающегося в образовательном процессе. Помимо того, что студент вовлечен в достижение запланированных педагогом образовательных целей и результатов, он принимает активное участие в определении собственных целей через совместную разработку с педагогом персональных планов освоения учебного материала. Педагог в этом процессе выполняет роль ментора, наставника, тьютора, что позволяет создавать условия для личностного развития обучающихся, повышения их мотивации, самостоятельности и развития чувства ответственности за свои образовательные результаты [12].

Среди сильных сторон стратегии *персоналицированного обучения*, по мнению Е.А. Бессоновой, можно выделить:

- возможность корректировки темпа обучения;
- гибкую оптимизацию и адаптацию образовательного процесса, для каждого обучающегося в развитой электронной информационно-образовательной среде;
- доступность образования для каждого;
- формирование новых компетенций, которые позволят реализоваться студенту в будущей профессиональной деятельности;
- увеличение возможностей для выбора обучающимися наряду с возложением на них ответственности за свое обучение.

Следует отметить, что *персоналицированное обучение* ориентировано на развитие критического мышления, креативности и инновационности, коммуникации и коллаборации, а также «жизненных» или «карьерных» качеств [70]. Индивидуальность человека проявляется при этом в построении собственного образовательного пути к достижению этих целей и персонального результата – выстраивания персонального профиля компетентности. Важность

формирования персональных образовательных результатов для каждого также зафиксирована в Глоссарии ЮНЕСКО: «благодаря *персонифицированному обучению* каждый обучающийся получает образование, которое соответствует его индивидуальным особенностям и потребностям, и учится, таким образом, который является наиболее подходящим для него, что приводит к различным результатам обучения для каждого» [34].

С целью анализа понятийно-терминологического поля проблемы в исследовании был осуществлен контент-анализ понятий «индивидуализация», «лично-ориентированное», «персонализированное» и «персонифицированное» обучение результаты которого представлены в таблице 1.

Проведенный контент-анализ понятий «индивидуализация», «лично-ориентированное», «персонализированное» и «персонифицированное» обучение позволил нам выявить различия и сходства между ними. Схематически взаимосвязи между понятиями представлены на рисунке 2.

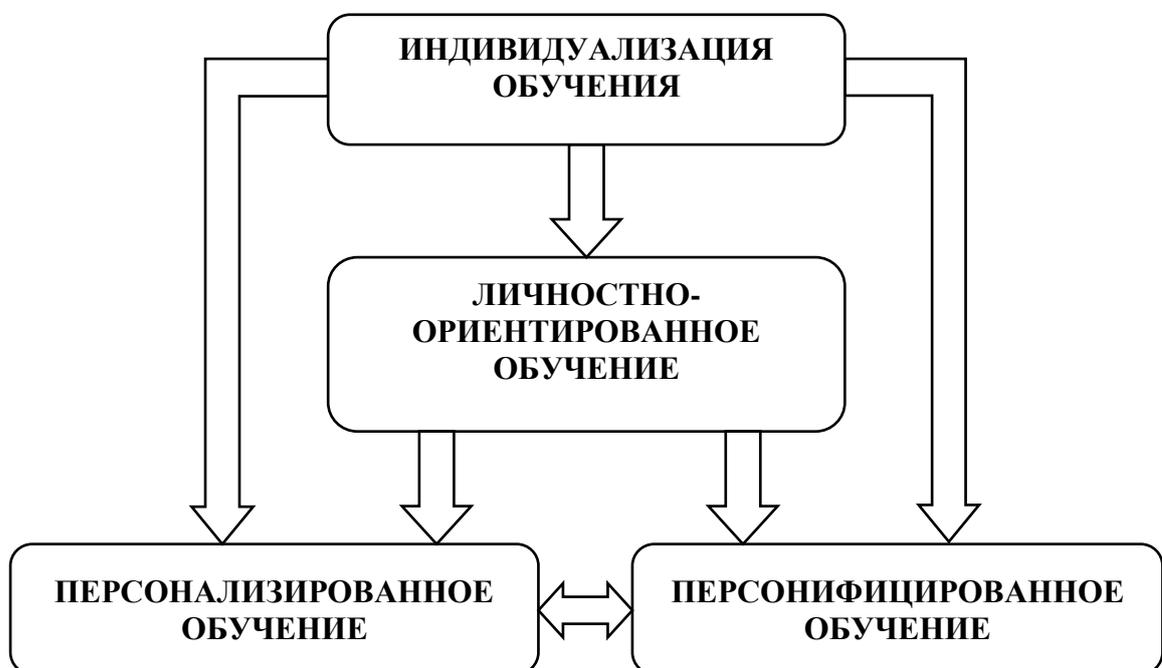


Рисунок 2 – Взаимосвязь исследуемых понятий

Таблица 1 – Контент-анализ понятий «индивидуализация», «лично-ориентированное обучение», «персонализированное обучение» и «персонифицированное обучение»

Признаки	Модели организации образовательного процесса			
	Индивидуализация	Личностно-ориентированное обучение	Персонализированное обучение	Персонифицированное обучение
СУЩНОСТЬ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	Индивидуальность – неповторимое своеобразие студента	Личность – общественная сущность студента	Персона – социальное «Я», роль обучающегося, проистекающая из общественных ожиданий и обучения в раннем возрасте	
ЦЕЛИ ОБУЧЕНИЯ	Единая цель с индивидуализацией ее для каждого обучающегося	Субъектно-ориентированная цель для каждого обучающегося	Персональные цели для каждого обучающегося определяемые обучающимся	Персональные цели для каждого обучающегося определяемые обучающимся в диалоге с преподавателем
ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА	Образовательный процесс подстраивается преподавателем под индивидуальные особенности обучаемого	Образовательный процесс подстраивается под знания и опыт обучающегося	Образовательный процесс подстраивается под потребности и интересы обучающегося	Образовательный процесс подстраивается под возможности, потребности и интересы обучающегося
АКТИВНЫЕ УЧАСТНИКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА	Обучающиеся, преподаватели. Ведущая роль у преподавателя	Преподаватели, обучающиеся. Ведущая роль у преподавателя	Обучающиеся. Ведущая роль у обучающегося	Обучающиеся, преподаватели, ЭИОС. Совместная деятельность обучающегося и преподавателя

Признаки	Модели организации образовательного процесса			
	Индивидуализация	Личностно-ориентированное обучение	Персонализированное обучение	Персонифицированное обучение
ЭЛЕКТРОННАЯ ИНФОРМАЦИОННО- ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА	Наличие не обязательно		Наличие желательно, но не обязательно	Наличие обязательно
РОЛЬ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ	Педагог-куратор	Помощник, наставник, репетитор	Тьютор, тренер, консультант, контролер и др.	Ментор, педагог-партнер, педагог-наставник
ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТРАЕКТОРИЯ	Возможность построения индивидуальных образовательных маршрутов	Индивидуальная образовательная траектория, которая соотносится с общепринятыми достижениями человечества	Персонализированная образовательная траектория	Персонифицированная образовательная траектория
РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ	Формирование образовательных результатов		Личностное развитие, формирование персональных образовательных результатов	Развитие персонального потенциала, формирование персональных образовательных результатов, цифровых компетенций и компетенций 4К

Подводя итоги проведенного контент-анализа можно утверждать, что индивидуализация определяет сущность обучающегося, как индивидуальность, то есть неповторимое своеобразие студента, а в личностно-ориентированном обучении акцент осуществляется на понятие личности, как общественной сущности студента. В свою очередь персонализацию и персонификацию обучения объединяет понятие персона – социальное «Я», которое включает роль обучающегося, основанную на общественных ожиданиях и обучении в раннем возрасте.

Рассматривая эти понятия с точки зрения целеполагания образовательного процесса, можно наблюдать отличия в целях обучения. Индивидуализация предполагает наличие единой цели обучения с индивидуализацией ее для каждого обучающегося, личностно-ориентированное обучение стремится к реализации субъектных целей каждого обучающегося, персонализация направлена на обеспечение персональных потребностей и запросов для каждого, а персонификация – на персональные возможности, определяемые обучающимся в диалоге с преподавателем на основе возможностей самого студента.

Принципы организации образовательного процесса в рассматриваемых подходах также имеют свои особенности. При индивидуализации обучения образовательный процесс подстраивается преподавателем под индивидуальные особенности обучаемого, в личностно-ориентированном обучении он подстраивается под его знания и опыт. Персонализированный образовательный процесс учитывает персональные потребности и запросы обучающегося, а при организации персонифицированного образовательного процесса учитываются также образовательные возможности обучающегося.

Проведенный анализ подходов позволил выявить активных участников образовательного процесса в каждом из них. Индивидуализированное и личностно-ориентированное обучение объединяет то, что ведущая роль в образовательном процессе отводится преподавателю. При организации

персонализированного подхода меняются роли педагога и обучающегося от «ведущего – ведомого» к «сопровождающему – самостоятельному», то есть ведущая роль в образовательном процессе перераспределяется от преподавателя к обучающемуся [54]. При персонифицированном подходе учащиеся перестают быть пассивными получателями знаний, навыков, компетенций, в результате совместной деятельности с преподавателем они формируют собственный образовательный процесс на основе персональных целей и интересов [1]. При этом обучающийся берет на себя больше ответственности за процесс обучения, который активно поддерживается цифровыми технологиями (например, обучающийся может получать регулярную немедленную обратную связь посредством электронной информационно-образовательной среды вуза [12]).

Анализируя особенности вышеперечисленных подходов с точки зрения развития и применения электронной среды, выявлено, что при индивидуализированном и личностно-ориентированном обучении наличие электронной информационно-образовательной среды не является обязательным условием, что в значительной степени отличает их от развивающегося персонифицированного обучения, при котором ЭИОС выступает неотъемлемой частью образовательного процесса. Персонализированное обучение предполагает, что наличие ЭИОС является желательным, но не обязательным, то есть может являться вспомогательным средством обучения.

Хочется отметить, что сегодня преподаватель приобретает широкий набор педагогических ролей и функций в учебном процессе. Начиная от роли педагога-куратора при индивидуализированном подходе и роли наставника, помощника и репетитора при личностно-ориентированном. Заканчивая ролью тьютора, тренера, консультанта и контролера при персонализированном подходе и ролью ментора, педагога-партнера и педагога-наставника при персонифицированном.

Персонифицированный подход подразумевает, что преподаватель выступает в роли компетентного наставника, чья главная задача – понять

запросы и особенности обучающегося, чтобы предложить ему персонифицированную траекторию освоения материала. Кроме того, стоит отметить, что цифровые технологии позволяют снять с преподавателя надзорную функцию.

Одним из признаков, определяющим сущность различных подходов в обучении является образовательная траектория. Образовательная траектория – это образовательный путь в интеллектуальном, физическом, нравственном развитии личности с учетом сформированности ее интересов и склонностей, спроса на рынке труда и самооценки возможностей [145]. Проведенный контент-анализа показал, что каждый подход характеризуется собственным видом образовательной траектории. Например, индивидуализация обучения предполагает возможность построения индивидуальных образовательных маршрутов, которые определяются образовательными потребностями, индивидуальными способностями и возможностями обучающегося. Личностно-ориентированное обучение направлено на построение индивидуальных образовательных траекторий на основе анализа педагогом образовательного опыта и потенциальных возможностей обучающихся, а персонализация – персонализированных образовательных траекторий – на основе персональных интересов, потребностей и запросов обучающихся.

Индивидуальные образовательные маршруты и траектории, как правило, разрабатываются педагогом, в то время как персонализированные траектории выстраиваются непосредственно обучающимися. Индивидуализация осуществляется для повышения качества освоения предмета, в то время как в персонализации большее внимание уделяется развитию всех сфер личности, а академический успех является логичным следствием [46]. *Персонификация* ориентирована на формирование персонифицированных образовательных траекторий самим обучающимся в диалоге с преподавателем, на основе достигнутых образовательных результатов, а также персональных возможностей, интересов и целей обучающихся.

Обобщая результаты проведенного контент-анализа понятий «индивидуализация», «личностно-ориентированное обучение», «персонализированное обучение» и «персонифицированное обучение» стоит отметить, что индивидуализацию и личностно-ориентированное обучение объединяет направленность на формирование образовательных результатов обучающихся. Результатом персонализированного обучения является личностное развитие и формирование персональных образовательных результатов обучающихся, а персонифицированного обучения – развитие персонального потенциала, цифровых компетенций и компетенций 4К (критическое мышление, креативность, коммуникативные навыки, командность).

Как отмечают А.Ю. Аксенова и Н.В. Примчук в своем исследовании, что «основными характеристиками *персонифицированного обучения* (как должного процесса и соответственно ожидаемого результата) выступают: мотивация к собственному образованию, ответственность за тот результат, который студент получает, учитывая, что путь достижения результата и сам результат уникальны» [1].

Стоит отметить, что в педагогической практике наблюдается совпадение содержания понятий «персонализация» и «персонификация» в случае, если в образовательном процессе учтены и возможности, и потребности конкретного обучающегося, то есть присутствуют элементы и персонификации, и персонализации обучения.

В нашем научном исследовании мы придерживаемся мнения, что наиболее перспективным в современных условиях цифровой трансформации образования, является построение персонифицированного обучения, как самостоятельного результативного типа обучения. Отметим, что в мировой практике при его построении [46, 167, 215], с точки зрения развития и применения ЭИОС, акцент осуществляется на отказ от традиционных форм обучения и адаптацию образовательного процесса к индивидуальным (персональным) возможностям обучающегося на основе использования всего

арсенала достижений, накопленного человечеством в области цифровых технологий [1].

Мы видим, что в современных исследованиях [211, 214] *персонализируемое обучение* все чаще обращается к развитию сильных сторон, интересам и потребностям отдельного обучающегося. Оно направлено на адаптацию образовательного процесса к навыкам обучающихся, и включает в себя инициативную деятельность, обусловленную его личностным отношением и заинтересованностью. То есть оно нацелено на оптимизацию условий, которые позволяют улучшить процесс обучения [1]. Из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что электронная информационно-образовательная среда в персонализированном обучении выступает обязательным условием организации персонализированного образовательного процесса. В этом случае она отражает направленность на поддержку личностных особенностей обучающегося и предполагает не только алгоритмизацию его продвижения в освоении предметного содержания, но и расширение педагогических возможностей в сопровождении обучающегося в обучении. В общем случае такие ЭОИС разрабатываются на основе активных информационных систем вузов [146]. Активность системы предусматривает наличие в ней моделей, позволяющих прогнозировать перспективы студента в различных областях его деятельности.

С учетом всего вышесказанного мы в исследовании будем выстраивать именно персонализированное обучение на базе ЭИОС вуза как наиболее оптимальное в современных условиях. В поддержку можно привести мнение И.С. Казакова, что организация *персонализируемого обучения* выстраиваемого на базе ЭИОС позволяет обучающимся осваивать учебную информацию и формировать образовательные результаты в индивидуальном для каждого темпе и удобное время с возможностью самоконтроля, а преподавателям открывает возможности оперативного мониторинга личностного и образовательного прогресса обучающихся (текущих изменений в развитии обучающихся и освоении ими необходимого учебного материала).

Преподавателю и обучающимся доступна информация о времени, затраченном на освоение темы, модуля, статистика результатов, включающая сведения о допущенных ошибках, материалах, вызвавших затруднения, что позволяет определить продвижение в развитии по познавательной-деятельностным уровням каждого обучающегося (или себя лично).

В нашем исследовании, на основе проведенного анализа, а также опираясь на понятие И.С. Казакова, мы предлагаем конкретизировать понятие *персонализированного обучения* и понимать под ним образовательный процесс, направленный на максимальное развитие личностного потенциала обучающихся на основе стремления к самоактуализации и саморазвитию с учетом их интересов, потребностей, возможностей и обеспечивающий постоянный контроль и самоконтроль образовательных результатов в условиях ЭИОС вуза [61].

Рассматривая подходы к организации образовательного процесса в вузе, в том числе в условиях персонализации остановимся на том, что под ним понимается. В научных исследованиях в области педагогики и психологии под *образовательным процессом* понимается целенаправленная деятельность по обучению, воспитанию и развитию личности путем организованных учебно-воспитательных и учебно-познавательных процессов в единстве с самообразованием этой личности, обеспечивающая формирование образовательных результатов согласно ФГОС и ОП ВО. Учеными констатируется, что *образовательный процесс* необходимо рассматривать как целостную динамическую систему, системообразующим фактором которой является основная цель педагогической деятельности – образование личности. Наиболее значимыми процессуальными компонентами, которой выступают процессы обучения и воспитания, которые ведут к изменению образованности, воспитанности и развитости личности. Процесс обучения в свою очередь состоит из взаимосвязанных процессов преподавания и учения, воспитания – из процесса воспитательных воздействий, процесса принятия их личностью и возникающего при этом процесса самовоспитания. Рассматривая

образовательный процесс с точки зрения взаимодействия его участников, можно выделить руководство вуза, преподавателей, родителей, обучающихся [28]. От организации процесса взаимодействия обучающегося и педагога, направленного на формирование компетенций, напрямую зависит результативность образовательного процесса.

Современный образовательный процесс должен выстраиваться согласно педагогическим принципам и с учетом динамичного обновления в информационном пространстве. Анализ научно-педагогической литературы позволил нам утверждать, что наряду с общедидактическими принципами: научности [51], системности [13, 89, 103], междисциплинарности [56, 123, 159, 180], фундаментализации [163], целостности [108], реализуемости [187] и доступности [116] при организации персонифицированного образовательного процесса приобретают важное значение организационные принципы. Данные принципы определяют закономерности развития процессов управления образовательной деятельностью всех ее участников и особенностей педагогического взаимодействия между ними [62].

К основным принципам организации персонифицированного обучения процесса можно отнести:

– *принцип самоорганизации*, который определяет закономерности формирования и совершенствования организации образовательного процесса и его участников;

– *принцип развития*, который обеспечивает динамичность образовательного процесса, непрерывное развитие форм, средств и методов обучения, а также механизмов эффективного и продуктивного взаимодействия его участников;

– *принцип инициативности*, который ориентирует педагога и обучающихся на творческий подход в обучении и формирование образовательных результатов в условиях совместного дидактического взаимодействия всех участников и достижения ими максимального понимания, единства и сплоченности;

– *принцип ролевого участия*, который обуславливает для всех участников персонифицированного образовательного процесса активные, многофункциональные роли с целью построения эффективного и результативного обучения в условиях цифровизации;

– *принцип ответственности*, направленный на выполнение участниками образовательного процесса определенных функций, возложенных на них ФГОС, работодателями и профессиональными стандартами, требует от всех участников образовательного процесса постоянного самоконтроля за своими действиями, поступками, результатами деятельности, а также регулярной фиксации образовательных результатов средствами ЭИОС вуза;

– *принцип коммуникации* означает доступность информации, организацию продуктивного взаимодействия между субъектами образовательного процесса в пространстве совместной работы;

– *принцип цифровизации* предполагает обеспечение непрерывности образовательного процесса средствами электронного обучения и цифровых технологий [100], требует накопления и использования в образовательном процессе цифрового следа обучающихся в условиях ЭОИС вуза и обеспечивает повышение эффективности и результативности обучения за счет применения методов интеллектуального анализа образовательных данных [4, 170];

– *принцип управляемости* предполагает организацию образовательного процесса согласно заданному плану, обеспечивающему достижение целей, формы и характер коммуникации участников образовательного процесса и мониторинг результатов обучающихся [44].

Все перечисленные *принципы организации персонифицированного образовательного процесса* дополняют друг друга, в совокупности своих проявлений выступают гарантией достижения образовательных целей. Отметим, что принцип управляемости «приводит в движение» персонифицированный образовательный процесс и обеспечивает изменение состояния педагогических ситуаций и процессов, соответствующих поставленной цели обучения. При этом говорить о достаточном уровне

управления образовательным процессом можно лишь тогда, когда в результате его обучающиеся овладевают универсальными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями на уровне не ниже планируемого [32].

Рассмотрим подробнее управление персонифицированным образовательным процессом и выделим его основные свойства и функции. *Управление персонифицированным образовательным процессом (управление персонифицированным обучением)*, как и любым другим процессом, обладает свойствами изменчивости, устойчивости, непрерывности, дискретности, последовательности и цикличности, которые отражают его особенности [37].

Свойство изменчивости (динамичности) наблюдается в постоянном изменении процесса управления обучением по его цели и проблематике, формам, методам и средствам.

Свойство устойчивости проявляется в возникновении в процессе управления обучением и соответствующем закреплении определенных каналов взаимодействия его участников и форматов его реализации, которые образуют естественную структурную основу системы управления образовательным процессом.

Свойство непрерывности определяет непрерывность процесса управления обучением на протяжении всего образовательного процесса. Оно может по-разному проявляться в зависимости от уровня управления образовательного процесса и его особенностей.

Свойство дискретности проявляется в том, что во внутренних своих особенностях процесс управления обучением протекает неравномерно, вначале как бы накапливая потенциал воздействия при постановке цели, оценке ситуации, определении проблемы и далее превращаясь в импульс активной организационной работы на этапе формирования образовательных результатов.

Свойство последовательности характеризует соблюдение обязательной последовательности этапов процесса управления обучением. Процесс должен иметь цель, ситуацию, проблему, решение. Цель систематизирует решения, придает общую направленность и перспективу, ситуация определяет

реальность и практическую значимость решения, а проблема – его конкретность и эффективность.

Свойство цикличности характеризуется повторяемостью процессов управления во все новых и новых циклах образовательного процесса.

Таким образом *управление образовательным процессом* – это взаимодействие всех его участников, направленное на решение образовательных задач с учетом свойств процесса управления обучением [142].

Анализируя систему функций управления персонифицированным образовательным процессом, отметим, что *система функций управления*, предложенная П.И. Третьяковым и включающая:

- информационно-аналитическую;
- мотивационно-целевую;
- планово-прогностическую;
- организационно-исполнительскую;
- контрольно-диагностическую;
- регулятивно-коррекционную функции, представляет для нас

наибольший интерес

При этом, Н.М. Яковлева предлагает дополнить указанную система функций управления *мобилизационной функцией*, которую можно трактовать как «мобилизацию всех имеющихся ресурсов на решение задачи повышения качества обучения» [186]. Рассмотрим каждую из функций подробнее.

Информационно-аналитическая функция выступает важным инструментом управления, реализация которой возможна только при наличии в образовательной организации развитой информационно-управляющей системы (ИУС). При этом, информация об образовательном процессе, циркулирующая в ИУС, должна удовлетворять следующим требованиям:

- простоты (исключает избыточность объема информации);
- наглядности (гарантирует интуитивно понятное, структурированное визуальное представление информации);

- однозначности (обеспечивает однозначную интерпретацию информации);
- систематичности (обеспечивает регулярность, оперативность и непрерывность поступления информации);
- достоверности (гарантирует соответствие действительности, корректность и адекватность информации) [186].

При этом циркулирующая информация должна позволить достичь обучающимся требуемых результатов обучения и сформировать необходимые личностные характеристики и качества. Циркуляция информации осуществляется в разных формах коммуникации между всеми участниками образовательного процесса, например, между преподавателем и обучающимся, непосредственно между обучающимися и др. Преподаватель играет ключевую роль в управлении этими процессами через мониторинг качества и достоверности имеющейся образовательной информации и данных. Как отмечает Н.М. Яковлева «некачественная информация делает образовательный процесс неуправляемым, т.е. приводит к непредсказуемым результатам» [186]. Важным критерием возможности использования учебной информации и образовательных данных в управлении процессом обучения выступает измеримость всех ее параметров и наличие взаимодействия между всеми его участниками.

Мотивационно-целевая функция является стратегической в процессе управления обучением и ставит во главу угла цели образовательного процесса, как основу деятельности всех участников системы управления в соответствии с возложенными на них обязанностями. В исследованиях И.Б. Сенновского, П.И. Третьякова и других отмечается, что образовательный процесс строится на основе целеполагания и самоцелеполагания. При этом все цели иерархически упорядочены как ближние, средние и перспективные. Ближние цели состоят в овладении конкретными знаниями, необходимыми в практической деятельности. Средние – касаются умений и владения опытом на междисциплинарном, научном и профессиональном уровнях. Перспективные –

отражают набор компетенций и личностных качеств обучающихся, необходимых им в дальнейшей профессиональной деятельности [186].

Планово-прогностическая функция осуществляет сопоставление целей обучения и основных этапов его планирования. Процессы планирования и прогнозирования направлены на разработку эффективных механизмов реализации образовательных целей и оценку степени их достижения. Согласно П.И. Третьякову, при реализации этой функции в условиях персонифицированного образовательного процесса для нас принципиальными требованиями будут являться следующие:

- единство целей и условий построения персонифицированного обучения;
- планирование образовательного процесса в краткосрочной и долгосрочной перспективе;
- комплексное прогнозирование результатов обучения;
- планирование персонифицированного образовательного процесса на основе регулярного мониторинга результатов прогнозирования.

Отметим, что общепринят поэтапный процесс планирования. На первом этапе производится планирование содержания образовательного контента; на втором этапе планируется деятельность преподавателя по организации учебного процесса и педагогическому содействию обучающимся; на третьем этапе планируется учебная деятельность студентов в образовательном процессе, которые необходимо систематически осуществлять на основе прогнозирования образовательных результатов. В педагогическом проектировании современного образовательного процесса прогнозированию и управлению обучением на основе анализа данных уделяется существенная роль. Так, Н.М. Яковлева утверждает, что «аналитическая обработка результатов диагностического контроля в рамках планово-прогностической функции должна быть направлена на осмысление состояния системы в целом, на определение динамики его изменения и на оценку соответствия текущего состояния заданным параметрам» [186]. Многофакторный анализ результатов

диагностического контроля и изучение причинно-следственных связей между ними в рамках реализации планово-прогностической функции позволяет определить цели коррекционного влияния, что обеспечит возможность эффективного применения регулятивно-коррекционной функции.

Организационно-исполнительская функция предполагает выбор форм, методов и средств обучения, которые соответствовали бы поставленным образовательным целям. На основе анализа педагогического опыта можно говорить о том, что в нашем исследовании организация персонифицированного обучения представляет собой процесс реализации планов педагогического взаимодействия всех субъектов посредством мер педагогического содействия, необходимых для достижения целей обучения [186].

Регулятивно-коррекционная функция направлена на регулярную систематическую деятельность по корректировке организации персонифицированного образовательного процесса с помощью оперативных способов, средств и воздействий со стороны всех ее участников. Эффективность регулятивно-коррекционной функции зависит от применения контрольно-диагностической функции. А именно от точности предоставляемой ей информации зависят результаты действия регулятивно-коррекционной функции.

Реализация *контрольно-диагностической функции* включает в себя три этапа: предварительный, на котором осуществляется постановка предположительного результата диагностики; уточняющий, на котором результат диагностики уточняется на основе проверенных и объективных данных; окончательный, на котором результаты диагностики формулируются в результате обобщения, сравнения и сопоставления данных.

Мобилизационная функция состоит в активизации материальных, кадровых, технических и других ресурсов для решения задач повышения результативности обучения. Ее реализация в персонифицированном образовательном процессе получает широкие возможности через развитие средств электронной информационно-образовательной среды, вариативность

ролей педагога и гибкость в перераспределении видов учебной деятельности всех участников образовательного процесса.

В нашем исследовании мы подробно остановимся на *планово-прогностической функции* управления персонифицированным образовательным процессом. В настоящее время в образовательной практике ее развитию уделяется недостаточное внимание, а ее применение должно претерпеть значительные изменения в связи с развитием ЭИОС и цифровой трансформацией образования.

Реализовать *планово-прогностическую функцию* в управлении персонифицированным образовательным процессом возможно с помощью применения различных математических моделей, предназначенных для прогнозирования образовательных результатов. А выбор этих моделей будет зависеть от поставленных целей обучения, задач прогнозирования, особенностей и форм организации образовательного процесса в условиях электронной информационно-образовательной среды.

Прогностические модели, которые предназначены для регулярного прогнозирования результатов обучения студента, позволяют осуществлять прогнозирование факта успешной сдачи зачета или экзамена по дисциплине. Учитывая значимость реализации *планово-прогностической функции* в персонифицированном образовательном процессе и опираясь на цифровой след обучающихся, который включает личностные характеристики студентов, качественно описывающие образовательный процесс в вузе, мы в настоящем исследовании будем говорить о *прогнозировании успешности обучения по дисциплине*.

Можно констатировать, что в научной литературе понятие «*успешность обучения*» имеет разную трактовку, но при этом часто связано с понятием успеваемости [164-165]. Б.Г. Ананьев определяет его как «оптимальное сочетание темпа, напряженности, индивидуального стиля учебной работы, степени прилежания и усилий, которые прилагает обучаемый для достижения результатов» [191]. По мнению Т.Ю. Кураповой, «*успешность обучения* –

качественная оценка результатов деятельности, которая складывается из объективной результативности и субъективного отношения к этим результатам самого учащегося» [79]. Таким образом, под успешностью обучения можно понимать полное совпадение или превышение реальных образовательных результатов по отношению к планируемым по дисциплине.

По мнению Д.Н. Долганова, «успешность обучения» целесообразно раскрывать через понятия «*академическая успешность*» и «*академическая успеваемость*». При этом успешность представляет собой глубокое, комплексное, индивидуальное проявление учебной деятельности, а успеваемость представляет собой ее количественное выражение, например, в баллах [52, 55, 79].

Шапоров А.М. в своей диссертации ввел следующее определение и предлагает понимать под академической успешностью комплексную оценку как самого процесса, так и образовательного результата, определяемого объективными, формализованными показателями и субъективными представлениями личности о целях, содержании и своей успешности [177].

Академическая успеваемость отражает образовательные способности студентов и их усилия, направленные на освоение образовательной программы [133]. Академическая успеваемость выступает одним из критериев оценки академической успешности обучающихся.

Понятие «академическая успешность» более широкое, традиционно включает в себя условия достижения успехов в учебной деятельности и критерии их оценивания. Б.Г. Ананьев говорил, что в отличие от успеваемости, представляющей собой фиксированный результат процесса обучения, успешность обучения свидетельствует о качестве учебной деятельности как процесса, протекающего во времени [5].

Обобщая существующие трактовки понятия «успешность обучения», мы конкретизировали данное понятие и будем понимать под *успешностью обучения* интегральную характеристику учебной деятельности обучающегося,

отражающую достижение или превышение им запланированных образовательных результатов по дисциплине в установленные сроки.

Подводя итог и обобщая результаты анализа особенностей построения образовательного процесса, можно отметить, что в настоящее время развивается подход к организации персонифицированного образовательного процесса. Конкретизированы принципы его построения, которые дополняют друг друга, в совокупности своих проявлений и выступают гарантией достижения целей обучения. Значимую роль в этой системе принципов обретает принцип управляемости наряду с принципом цифровизации. В этих условиях управление персонифицированным образовательным процессом реализуется через совокупность функций: информационно-аналитическую, мотивационно-целевую, планово-прогностическую, организационно-исполнительскую, контрольно-диагностическую, регулятивно-коррекционную и мобилизационную функции. При этом планово-прогностическую функцию управления персонифицированным образовательным процессом целесообразно реализовывать с применением математических моделей прогнозирования успешности обучения по дисциплине в электронной информационно-образовательной среде вуза.

1.2 Структура и сущность электронной информационно-образовательной среды вуза

В научно-педагогической литературе и нормативно-методических документах существуют различия в трактовании понятия электронной информационно-образовательной среды, а также в определении ее структуры и сущности. При этом многие исследователи подчеркивают ее существенное значение в учебном процессе и ее влияние на образовательные результаты. Основной целью создания и развития электронной информационно-образовательной среды образовательного учреждения является обеспечение соответствия системы образования новому информационному обществу в условиях перехода к цифровой экономике [97]. Современное состояние образования наряду с тенденциями развития цифрового общества требуют новых подходов к ее проектированию, развитию и применению.

Цифровая трансформация образования определяет коренные изменения во всей образовательной системе в целом. Информационные и коммуникационные технологии в обучении влияют на обновление его дидактических средств, методов и форм, а также на применяемых педагогические технологии. Вопросы применения информационных технологий в образовательный процесс рассмотрены в работах А.М. Агдавлетовой, И.Ю. Ефимовой, Г.Н. Чусавитиной, Г.М. Цибульского, О.Г. Смоляниновой, Н.И. Пака, В.В. Гриншкуна, В.А. Шершневой, Ю.В. Вайнштейн, И.В. Серафимович, О.М. Коньковой, В.Г. Минченко, Т.Н. Поддубной, А.В. Райхлиной.

Проблемам формирования единых принципов создания и развития электронной информационно-образовательной среды вуза посвящены работы И.Д. Белоусовой, Ю.Г. Коротенкова, И.Н. Мовчан, Е.Н. Остроумовой, Н.Б. Сэкулич, И.Г. Захаровой, Л.К. Раицкой, Л.Н. Рулиене, Е.Н. Ширянова, С.В. Белима, Т.Е. Лебедевой, Н.В. Охотниковой, Е.А. Потаповой.

И.Н. Мовчан выделяет следующие основные особенности, характеризующие электронную информационно-образовательную среду:

- интеграция информационных и коммуникационных технологий;
- развитие новых технологий обработки информации;
- использование в образовательном процессе сетевых ресурсов;
- использование современных средств, методов и форм обучения [97].

Организуя педагогическую деятельность в электронной среде, происходит модификация видов и способов взаимодействий субъектов учебного процесса: обучающихся, педагогов, руководства вуза и родителей [97]. Можно отметить, что такие изменения сопровождаются возникновением новых способов работы с информацией, применением современных дидактических и коммуникационных средств, созданием электронных образовательных ресурсов и курсов [53, 74].

В контексте ФГОС ВО 3++ каждый обучающийся в течение обучения должен быть обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к ЭИОС вуза. При этом она должна обеспечивать:

- доступ к регламентирующим учебный процесс материалам, учебно-методическим изданиям и электронным образовательным ресурсам и курсам;
- формирование электронного портфолио студентов, обеспечивающего доступ к работам студентам с их образовательными результатами.

ФГОС ВО 3++ содержат требования к реализации образовательного процесса с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, которые состоят в том, что современная ЭИОС вуза должна обеспечивать:

- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения образовательной программы;
- проведение учебных занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;

– взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное посредством информационно-телекоммуникационной сети.

Функционирование электронной информационно-образовательной среды должно соответствовать законодательству Российской Федерации [169].

Внедрение ЭИОС в вузе способствует приведению всех информационных процессов к новому технологическому уровню развития, что требует полной интеграции информационно-коммуникационных технологий во все сферы деятельности образовательного учреждения [9]. Эффективная организация ЭИОС, ее ресурсно-технологической базы и грамотное их использование в учебном процессе позволяет:

– создать условия для развития личности, повышения учебной мотивации, формирования высокого уровня профессиональной компетентности и повышения качества образования;

– обеспечить качественное и результативное использование электронных образовательных ресурсов;

– формировать навыки самостоятельного приобретения знаний обучающимися;

– организовать продуктивную коммуникацию всех участников образовательного процесса;

– позволяет персонифицировать образовательный процесс на новом уровне [96].

В отечественной образовательной практике высшие учебные заведения идут по пути создания собственной электронной информационно-образовательной среды, что приводит к возникновению различных подходов к пониманию сущности ЭИОС. Рассматривая существующие определения ЭИОС, можно говорить, что в большинстве они основываются на понятии, приведенном в части 3 статьи 16 Федерального закона № 273-ФЗ «Об образовании в РФ», в котором утверждается, что «электронная информационно-образовательная среда, включает в себя электронные

информационные ресурсы, электронные образовательные ресурсы, совокупность информационных технологий, телекоммуникационных технологий, соответствующих технологических средств и обеспечивает освоение обучающимися образовательных программ в полном объеме независимо от места нахождения обучающихся» [170].

И.Н. Мовчан предлагает «под электронной информационно-образовательной средой понимать совокупность условий, реализуемых на базе информационных и коммуникационных технологий, направленных на осуществление образовательной деятельности, способствующей формированию профессионально значимых и социально важных качеств личности в условиях информатизации общества» [97].

Е.В. Цуканова придерживается следующего понимания ЭИОС – «это программно-технические и телекоммуникационные средства, интегрированная среда информационно-образовательных ресурсов с едиными технологическими средствами информационной поддержки, организации учебного процесса, исследований и профессионального консультирования обучающихся» [175].

В.И. Ваганова и В.Г. Ваганов под ЭИОС понимают «технологии смешанного обучения, структурными компонентами которой являются учебно-методический комплекс, информационные банки дисциплины, модульно-рейтинговая педагогическая технология, автоматизированная система контроля знаний» [21].

Ряд отечественных исследователей под электронной информационно-образовательной средой понимают «системно-организованную совокупность средств вычислительной техники, информационно-образовательных ресурсов, информационных и телекоммуникационных технологий, а также организационно-методического обеспечения, ориентированную на удовлетворение потребностей пользователей в услугах образовательного характера».

Анализ локальных нормативных актов вузов в части электронного обучения и дистанционных образовательных технологий также выявил

многообразии подходов к трактованию понятия ЭИОС. Например, в Сибирском федеральном университете под электронной информационно-образовательной средой понимается «совокупность информационных и телекоммуникационных технологий, соответствующих технологических средств, электронных и образовательных ресурсов, необходимых и достаточных для организации опосредованного взаимодействия обучающихся с педагогическим, учебно-вспомогательным персоналом, а также между собой» [117].

В Томском государственном университете под электронной информационно-образовательной средой понимают «систему инструментальных средств и ресурсов, обеспечивающих условия для реализации образовательной деятельности на основе информационно-коммуникационных технологий, которая включает в себя электронные информационные ресурсы, электронные образовательные ресурсы, совокупность информационных и телекоммуникационных технологий» [120].

В Российском экономическом университете им. Г.В. Плеханова ЭИОС определена как «организованная совокупность информационно-образовательного пространства, включающая информационно-коммуникативный, технический и учебно-методический компоненты в электронной форме» [119].

В Московском педагогическом государственном университете под ЭИОС понимается «совокупность средств информационно-коммуникационных технологий, информационных и образовательных ресурсов, необходимых для реализации электронного обучения, применения дистанционных образовательных технологий в образовательном процессе» [118].

Проведенный анализ позволил нам выявить направленность ЭИОС вуза на обеспечение открытости, доступности и массовости, и включение в нее электронных образовательных ресурсов, а также средств и технологий их использования. В персонифицированном предметном обучении она должна выступать местом самостоятельного определения субъектами целей своего развития, осуществления продуктивной коммуникации и создания цифрового

образовательного контента. Наряду с этим ЭИОС обеспечивает условия организации образовательного процесса согласно требованиям ФГОС ВО, обуславливая при этом его персонификацию [160].

Анализ исследований в области цифровизации образования [110, 63, 160, 49] и собственного педагогического опыта позволил нам конкретизировать принципы, которым должна удовлетворять развитая электронная информационно-образовательная среда вуза:

– *принцип открытости*, который позволяет вступать во взаимодействие с внешней средой, реагировать на ее изменения, постоянно развиваться и совершенствоваться;

– *принцип многокомпонентности*, при котором ЭИОС представляет собой многокомпонентную среду, включающую в себя разнообразные учебно-методические материалы, программное обеспечение, комплексы учебных тренажеров, системы мониторинга образовательных результатов, базы данных и информационно-справочные системы, а также хранилища данных учебной аналитики;

– *принцип ресурсной избыточности*, состоит в повышении вариативности образовательного контента через представление его в различных визуальных формах с возможностью разделения их по уровням сложности;

– *принцип интегративности*, который гарантирует возможность установления связей между компонентами ЭИОС, включение в нее элементов других систем;

– *принцип динамичности и интерактивности*, обуславливает возможность расширения, модификации и развития контента. При этом именно динамичность позволяет осуществлять адаптацию контента к индивидуальным характеристикам обучающихся. Интерактивность делает обучающегося активным участником образовательного процесса и позволяет подстраивать контент ЭИОС под его потребности;

– *принцип распределенности и универсальности*, при котором информационная и образовательная компоненты ЭИОС оптимально распределены по хранилищам данных и серверам;

– *принцип адаптивности*, который состоит в том, что ЭИОС должна гибко встраиваться в образовательный процесс и адаптироваться под цели, запросы и потребности участников образовательного процесса;

– *принцип доступности и вариативности*, при котором ЭИОС предоставляет доступ к информационным и образовательным компонентам среды в любое время в любом месте и позволяет обучающимся самостоятельно выстраивать индивидуальную образовательную траекторию;

– *принцип регулярного мониторинга*, состоит в том, что ЭИОС должна обеспечивать систематическую фиксацию хода образовательного процесса в течение обучения студентов, что позволяет на основе анализа данных учебной аналитики планировать и организовывать образовательный процесс.

Выстраивая образовательный процесс в условиях ЭИОС важным в исследовании представляется рассмотреть ее структуру, как совокупность, входящих в нее компонентов. На основе анализа существующих подходов к построению ЭИОС мы выделили следующие основные компоненты, к которым можно отнести:

1. базы данных локальных нормативных актов, образовательных стандартов, образовательных программ, учебных планов, рабочих программ дисциплин, календарных графиков учебного процесса, выпускных квалификационных работ, а также различных отчетных форм и результатов мониторингов;

2. электронные ресурсы библиотеки, включая электронные библиотечные системы и базы данных, электронные архивы документов, содержащие в свободном доступе авторефераты и диссертационные исследования, а также электронные учебно-методические комплексы;

3. личные кабинеты участников образовательного процесса (личный кабинет преподавателя, студента и др.);

5. цифровые ресурсы университета (система проведения вебинаров, видеоконференцсвязи и др.);

6. медиaprостранство вуза – информационный портал вуза, филиалов и подразделений, а также официальные страницы вуза в социальных сетях и мессенджерах;

7. системы управления обучением, содержащие электронные учебно-методические материалы и электронные учебные курсы, которые используются для организации интерактивного взаимодействия и системы обмена информацией между участниками образовательного процесса, проведения текущего, промежуточного и итогового контроля усвоения содержания учебной дисциплины и внедрения дистанционных технологий обучения;

8. информационно-управляющие системы вуза и автоматизированные системы управления учебным процессом, которые могут быть представлены как общедоступными, так и собственными разработками;

9. корпоративная локально-вычислительная сеть вуза и центр обработки данных.

Резюмируя все вышесказанное, можно говорить о том, что мы рассматриваем развитую электронную информационно-образовательную среду, которая позволяет учитывать педагогические условия организации образовательного процесса. При этом она должна способствовать:

- повышению качества образовательного процесса;
- расширению информационно-методической поддержки педагогов и обучающихся и возможностей их общения и сотрудничества;
- персонализации образовательного процесса за счет цифровизации;
- обеспечению непрерывного доступа к образовательному контенту;
- реализации принципа обучения в течение всей жизни.

Многообразие подходов к трактованию ЭИОС, к организации ее структуры и компонентному наполнению обуславливает различные подходы к организации персонализированного образовательного процесса в ее условиях.

Действующее отечественное законодательство, а именно статья 16 ФЗ № 273-ФЗ «Об образовании в РФ», предполагает реализацию образовательных программ с использованием различных современных технологий: электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) [170]. В локальных нормативных актах российских вузов в настоящее время встречаются различные варианты организации образовательного процесса по объему применения ЭО и ДОТ. Наибольшее распространение получила следующая классификация:

- с применением ЭО и ДОТ;
- с применением исключительно ЭО и ДОТ.

Цель организации обучения *с применением ЭО и ДОТ* состоит в повышении качества и доступности обучения за счет предоставления обучающимся равных образовательных возможностей и удовлетворения их индивидуальных образовательных потребностей. Содержание обучения с применением ЭО и ДОТ и его результаты встраиваются в систему обучения и составляют единый цикл. Система оценивания результатов обучения включает как проверку усвоения предметного содержания, так и мониторинг процесса и степени формирования метапредметных, универсальных учебных действий.

При реализации образовательной программы *с применением исключительно ЭО и ДОТ* в вузе должны быть созданы условия для функционирования ЭИОС, а также обеспечен доступ всех субъектов образовательного процесса к учебно-методическим материалам по дисциплине и автоматизированным средствам управления образовательным процессом. Возможности и порядок доступа должны быть разграничены в зависимости от полномочий субъекта.

В зависимости от объема времени, отведенного на работу в электронной информационно-образовательной среде при освоении дисциплины, способа организации образовательного процесса и используемых педагогических стратегий, выделяют следующие модели электронного обучения:

- обучение с веб-поддержкой;

- смешанное обучение;
- онлайн обучение.

Обучение с веб-поддержкой предполагает, что при организации образовательного процесса до 30% трудоемкости дисциплины отводится на учебную активную деятельность в ЭИОС вуза. При реализации данной модели электронного обучения ЭИОС используется в качестве дополнения к основному образовательному процессу.

Смешанное обучение предполагает, что при организации образовательного процесса от 30–80% трудоемкости дисциплины отводится на работу в ЭИОС. Такой образовательный процесс строится на основе системной интеграции аудиторной и внеаудиторной деятельности [25]. Этот подход сочетает разнообразные форматы очного и дистанционного взаимодействия между обучающимися, педагогами и электронными образовательными ресурсами. Смешанная модель, построенная через увеличение объемов онлайн взаимодействия в электронной среде, способствует адаптации образовательного процесса к возможностям, потребностям и особенностям обучающихся и формированию у них ответственности за свое обучение [42, 192]. Электронное обучение играет ключевую роль при организации персонифицированного образовательного процесса.

Онлайн обучение предполагает, что при организации образовательного процесса большая часть трудоемкости дисциплины (90-100%) отводится на работу в ЭИОС. Для модели онлайн обучения характерны:

- применение интерактивного образовательного контента;
- регулярность взаимодействия участников обучения;
- трансформация роли преподавателя без уменьшения доли его участия в образовательном процессе;
- организация образовательной деятельности без посещения вуза.

Онлайн обучение не предполагает проведение регулярных аудиторных занятий, чаще всего они проводятся при необходимости организации индивидуальной работы со студентами (для проведения консультаций,

лабораторных практикумов, а также текущей и промежуточной аттестации по дисциплине).

Модель онлайн обучения находит широкое применение в образовательной практике заочной формы обучения и на уровне магистратуры. Стоит отметить, что в период пандемии, вызванной распространением новой коронавирусной инфекции COVID-19, все вузы России экстренно осуществили вынужденный переход к реализации модели онлайн обучения согласно рекомендациям Министерства науки и высшего образования РФ. Массовый переход на онлайн формат работы с обучающимися привел к получению уникального образовательного опыта и стимулировал трансформацию образовательных моделей электронного обучения.

Имеют место быть в образовательной практике и другие модели электронного обучения, которые отличаются друг от друга соотношением долей офлайн и онлайн компонент и способами организации образовательного процесса. Например, в исследованиях Б. Томлинсона и К. Виттейкера [218] предложена четырехэлементная классификация моделей электронного обучения, регламентируемая объемами онлайн компоненты:

- обучение с веб-поддержкой (минимум контактного онлайн обучения);
- смешанное обучение (до 45% онлайн обучения);
- гибридное обучение (40-80% в режиме онлайн обучения);
- дистанционное обучение (более 80 % онлайн обучения).

Анализ особенностей моделей персонифицированного обучения в условиях ЭИОС, представленных в исследованиях [129, 210] позволил нам выделить следующие формы его организации: офлайн обучение (*offline leaning*) предполагает традиционную организацию образовательного процесса, когда обучение осуществляется в аудиториях при непосредственном контакте студентов с педагогом; дистанционное обучение (*distance learning*) – удаленная организация образовательного процесса, когда взаимодействие студента с преподавателем в режиме реального времени не осуществляется; электронное

обучение (e-learning или *electronic learning*) – организация образовательного процесса с помощью информационных и электронных технологий.

В современных условиях все большую популярность и востребованность приобретает *модель гибридного обучения (hybrid learning)*, интегрирующая возможности офлайн и онлайн форматов [24]. Данная модель обучения заключается в оптимальной комбинации образовательных технологий, при реализации которой офлайн формат сопровождается онлайн технологиями.

Гибридное обучение характеризуется сочетанием онлайн и офлайн форматов, синхронизированных во времени [212, 134]. Именно синхронизацией в реальном времени гибридное обучение отличается от смешанного. Анализ педагогической литературы позволил конкретизировать понятие *гибридного обучения* и понимать под ним модель организации образовательного процесса при которой контактная работа по дисциплине проходит в специально оборудованной аудитории, в которой находится часть обучающихся, а другая часть подключена к видеотрансляции и взаимодействуют с преподавателем и одногруппниками удаленно. Отметим, что термин гибридное обучение в этих условиях приобретает новое значение.

Многообразие моделей, форм и форматов ЭО и ДОТ, гибкость в их применении и интеграции в образовательный процесс, а также необходимость повышения качества обучения на основе прогнозирования образовательных результатов обуславливают необходимость построения методической модели персонафицированного образовательного процесса в вузе в условиях ЭИОС.

1.3 Методическая модель персонифицированного образовательного процесса на основе прогнозирования успешности обучения в ЭИОС

На основе анализа нормативно-правовых документов, материалов научно-педагогических отечественных и зарубежных исследований, выявленных особенностей персонифицированного образовательного процесса в вузе, сущности ЭИОС, требований к ее компонентам, в том числе к системе управления обучением на основе прогнозирования успешности обучения были выявлены теоретические основания персонифицированного образовательного процесса в вузе, для реализации которого необходимо построить методическую модель.

Рассмотрев основные особенности персонифицированного образовательного процесса в вузе, мы видим необходимым при разработке методической модели отразить процесс построения целостной системы обучения через функциональные связи ее блоков в условиях гибкой интеграции онлайн и офлайн обучения. Отметим, что в педагогической науке и практике методическим моделям образовательного процесса отводится существенное значение [24]. Существующие модели построения образовательного процесса отличаются друг от друга механизмами взаимодействия субъектов образовательного процесса, способами формирования и фиксации образовательных результатов, а также закрепления знаний и практических навыков обучаемых [183]. Но в педагогической науке методические модели персонифицированного образовательного процесса в вузе в настоящее время не являются достаточно проработанными.

Разрабатываемая нами методическая модель персонифицированного образовательного процесса в вузе, направленная на повышение результативности образовательного процесса на основе регулярного прогнозирования образовательных результатов путем педагогического содействия студентам, является многоуровневой и представляет собой совокупность взаимосвязанных и взаимообусловленных блоков, к которым мы

отнесли: целевой, концептуальный, содержательно-технологический и результативно-прогностический, рисунок 3.

Такая структура была определена на основе традиционных подходов к проектированию методических моделей и систем, представленных в работах Т.А. Бороненко, В.В. Краевского, С.И. Осиповой, А.М. Пышкало [18, 75, 103, 130]. Данное представление позволяет рассматривать ее как целостную, открытую, динамично развивающуюся и доступную к изменениям систему, неотъемлемым элементом которой мы включаем обратную связь, позволяющую корректировать образовательные цели и составляющие компонент на основе результативно-прогностического блока.

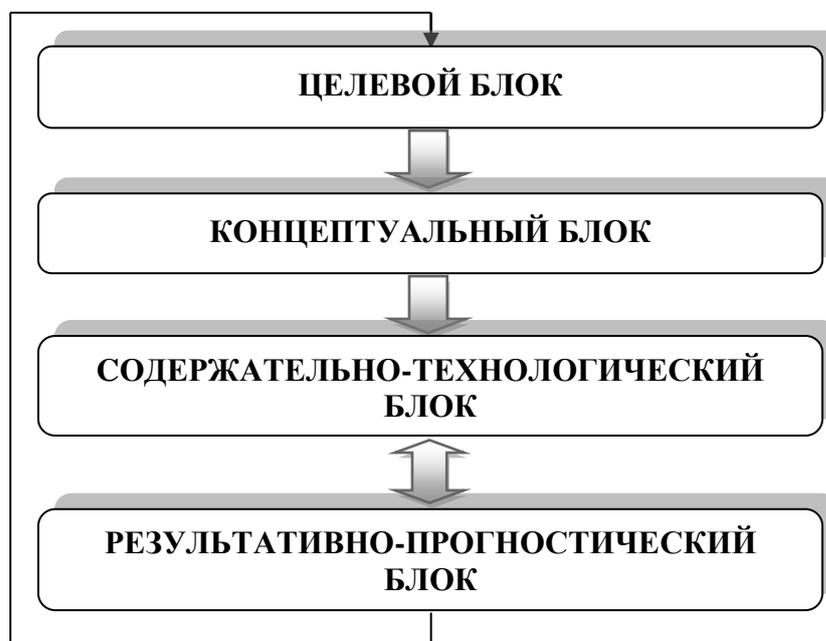


Рисунок 3 – Структура методической модели

Целевой блок. Целевой блок методической модели представлен требованиями федеральных законов и правовых актов, федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования, профессиональных стандартов и международных стандартов, а также требованиями социального заказа, на основе которых определяются основные компоненты концептуального блока модели.

Концептуальный блок. Концептуальный блок определяется на основе целевого блока и включает в себя методологические подходы, выделенные в исследовании организационные принципы, свойства и функции управления персонифицированным образовательным процессом, принципы организации ЭИОС, которые определяют реализацию образовательного процесса в условиях взаимодействия всех его участников, необходимость формирования данных учебной аналитики и прогнозирование на их основе успешности обучения, что обеспечивает повышение результативности обучения в условиях ЭИОС за счет реализации комплекса мер педагогического содействия.

Содержательно-технологический блок. Содержательно-технологический блок включает в себя содержательную составляющую – компоненты персонифицированного образовательного процесса, формы, методы и средства обучения, которые учитываются при проектировании результативно-прогностического блока и технологическую составляющую, которая представлена оцениваемыми элементами ЭИОС: лекциями-тренажерами, учебными заданиями, тестовыми заданиями, форумами различного назначения, опросами, глоссариями и др.

Результативно-прогностический блок. Результативно-прогностический блок предназначен для оценки сформированности результатов обучения по дисциплине и включает в себя регулярный мониторинг достигнутых студентами результатов обучения, который основан на контроле аудиторной деятельности обучающихся и их деятельности в ЭИОС, сохранение полученных результатов в хранилище образовательных данных (данных учебной аналитики), прогнозирование успешности обучения на их основе и механизмы организации педагогического содействия обучающимся.

Предлагаемая нами методическая модель персонифицированного образовательного процесса в вузе на основе результатов прогнозирования успешности предметного обучения в условиях ЭИОС с представлением элементов каждого блока представлена на рисунке 4. Рассмотрим подробно содержание и назначение блоков модели.

Целевой блок. Целевой блок методической модели персонифицированного образовательного процесса в вузе классически представлен требованиями федеральных законов и правовых актов Российской Федерации в области высшего образования, к которым относятся:

– федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [170];

– приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245 «О порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» [124];

– приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [126];

– приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 885/390 «О практической подготовке обучающихся» [125];

– методические рекомендации по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов, утвержденных Минобрнауки России 22.01.2015 [95];

– методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса, утвержденные Минобрнауки России 08.04.2014 № АК-44/05вн [94].

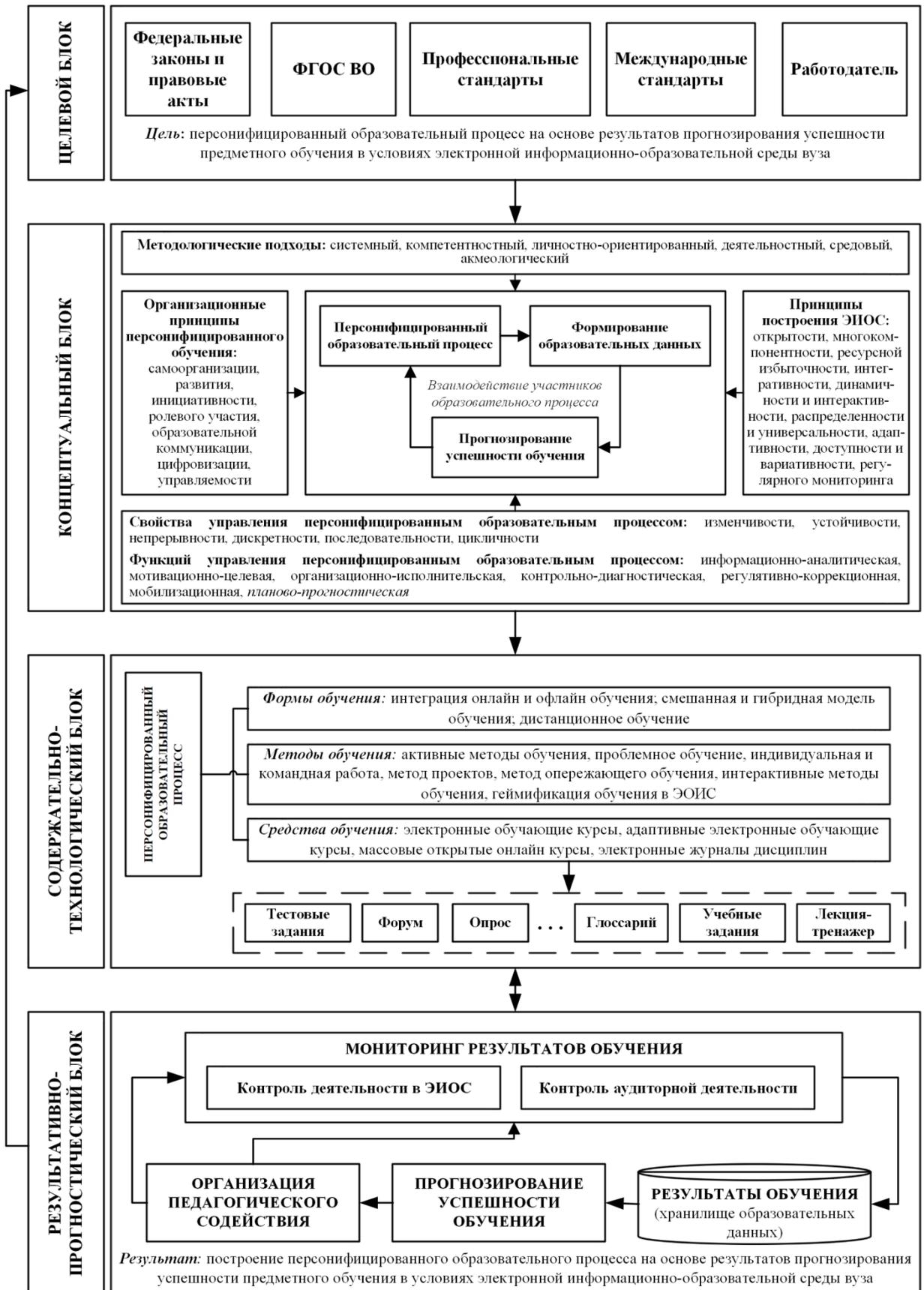


Рисунок 4 – Методическая модель персонализированного образовательного процесса в вузе

Законодательная база высшего образования регламентирует проектирование и организацию образовательного процесса в образовательных организациях. На сегодняшний день в отечественных вузах реализация образовательных программ осуществляется в соответствии с ФГОС ВО 3+ и ФГОС ВО 3++, которые задают комплекс требований к результатам, содержанию и условиям обучения. В образовательных интернет сообществах уже опубликован для ознакомления проект Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 4-го поколения и образовательные организации готовятся к переходу на него. На основе анализа нового проекта можно констатировать, что основными его отличиями от стандартов предыдущих поколений является его ориентация на укрупненную группу специальностей и направлений (УГСН), а не на отдельные специальности и направления подготовки. ФГОС устанавливает единое предметное ядро для укрупненных групп специальностей и направлений подготовки и задает формирование четырех групп компетенций:

- универсальные компетенции, которые являются унифицированными для уровней образования;
- базовые компетенции, единые для УГСН;
- общепрофессиональные компетенции, устанавливаемые для направления подготовки или специальности;
- профессиональные компетенции, которые устанавливаются для образовательной программы.

Определение профессиональных компетенций и соответствующих им результатов обучения осуществляется в соответствии с ФГОС ВО, на основе профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников. Отметим, что в настоящее время в реестре профессиональных стандартов размещено более полутора тысяч профстандартов [127].

Наряду с требованиями профессиональных стандартов важным представляется при построении персонифицированного образовательного

процесса с учетом результатов прогнозирования успешности обучения в условиях электронной информационно-образовательной среды вуза удовлетворение требований международных стандартов к образовательным результатам выпускников вузов, а также учет потребностей рынка труда и требований работодателей. Например, в области инженерного образования в отечественной образовательной практике в области повышения качества образования на основе анализа и внедрения мирового опыта в содержание и технологии организации образовательного процесса получили распространение Tuning Russia, CDIO, EUR-ACE и другие [22, 23, 49, 66]. Для того, чтобы максимально быстро реагировать на запросы работодателей и сократить дистанцию между ними и образовательными организациями распространение получает создание коллегиальных совещательных органов – академических советов.

Цель выступает системообразующим компонентом данного блока и определяет содержание и образовательные результаты образовательного процесса, подходы и методики к мониторингу и оценке результатов обучения и комплекс применяемых технологий. Для нас целью выступает персонифицированный образовательный процесс на основе результатов прогнозирования успешности предметного обучения в условиях электронной информационно-образовательной среды вуза, которая реализуется через остальные блоки методической модели обучения исходя из формируемых образовательных результатов.

Таким образом, на основе комплексного анализа федеральных законов и правовых актов РФ в области высшего образования, требований ФГОС ВО, профессиональных и международных стандартов, потребностей рынка труда и работодателей осуществляется построение персонифицированного образовательного процесса с учетом результатов прогнозирования успешности обучения в условиях электронной информационно-образовательной среды вуза.

Концептуальный блок. Рассмотрим основные составляющие концептуального блока. Реализация персонифицированного образовательного

процесса в условиях взаимодействия всех его участников сопровождается формированием и накоплением массива образовательных данных, что позволяет на их основе осуществлять регулярное прогнозирование успешности обучения и на ранних этапах образовательного процесса через комплекс мер педагогического содействия повышать результативность предметного обучения в условиях ЭИОС.

Определяя *методологические подходы*, концептуально обеспечивающие построение персонифицированного образовательного процесса в условиях электронной информационно-образовательной среды вуза, мы считаем необходимым включить системный, компетентностный, личностно-ориентированный, деятельностный, средовой и акмеологический подходы, которые взаимосвязаны между собой и взаимодополняют друг друга. Предлагаемые нами подходы представляют собой открытый кластер, который может быть дополнен по мере развития персонифицированного образовательного процесса.

Остановившись на роли каждого методологического подхода, отметим, что *системный подход* выступает логическим ядром методической модели, поскольку сама модель прогнозирования успешности и персонифицированный образовательный процесс являются целостной системой. Он позволяет определить структуру функциональных компонентов и рассмотреть их взаимосвязь (А.Г. Асмолов, В.Г. Афанасьев, В.П. Беспалько, И.В. Блауберг, Н. Винер, В.В. Краевский, К.Н. Лунгу, А.М. Новиков, В.Н. Садовский, Э.Г. Юдин и др.).

Компетентностный подход является основой для определения целей и результатов персонифицированного образовательного процесса по дисциплине, реализованного в электронной информационно-образовательной среде вуза (В.А. Адольф, А.А. Вербицкий, Б.С. Гершунский, Э.Ф. Зеер, И.А. Зимняя, В.А. Козырев, С.И. Осипова, О.Г. Смолянинова, Ю.Г. Татур, А.В. Хуторской, В.А. Шершнева, Л.В. Шкерина и др.).

Личностно-ориентированный подход определяет обучающегося как субъекта образовательного процесса и приоритетность его индивидуальных характеристик в прогнозировании успешности обучения. Б.П. Беспалько, Л.С. Выготский и др. отводят ведущую роль в образовательном процессе личностно-ориентированному подходу. Теоретическое обоснование значения личностно-ориентированного подхода в организации образовательной деятельности в высшей школе опирается на отечественные психолого-педагогические концепции личности (А.В. Брушлинский, А.В. Петровский, А.А. Леонтьев и др.), а также на психолого-педагогические концепции личностно-ориентированного подхода (Е.В. Бондаревская, М.А. Викулина, В.В. Сериков, И.С. Якиманская и др.).

Деятельностный подход организует процесс обучения с применением практико-ориентированных технологий образования, в том числе в электронной среде, где весь процесс обучения приобретает деятельностный характер. Деятельностный подход определяет приоритетность применения активных технологий и современных методов обучения при организации образовательного процесса (Б.Г. Ананьев, Г.А. Атанов, Л.С. Выготский, П.Я. Гальперин, В.В. Давыдов, М.И. Дьяченко, Л.А. Кандыбович, А.Н. Леонтьев, Н.Ф. Талызина, С.Л. Рубинштейн, В.Д. Шадриков, Д.Б. Эльконин и др.).

Средовый подход обуславливает применение электронной информационно-образовательной среды в персонифицированном образовательном процессе как средства педагогического воздействия. Он представляет методологические основания формирования образовательных результатов в условиях массового обучения и соблюдения гуманистичности педагогики. Основания, заложенные в рамках теории и технологии управления образовательным процессом с применением активно-стимулирующей и поддерживающей среды, способствуют результативному образовательному процессу (Н. Луман, Ю.С. Мануйлов, Т.В. Менг, Н.Б. Стрекалова, И.И. Сулима, Г.М. Цибульский и др.).

Акмеологический подход усиливает профессиональную мотивацию обучающегося, поощряет его творческий потенциал, стремление определить и продуктивно использовать личные возможности для достижения успеха в образовательной деятельности (Т.Е. Баева, М.А. Вострова, Л.Г. Грибенюк, С.Б. Каверин, Н.В. Кузьмина, Е.С. Манюкова, В.В. Петрусинский, И.П. Цвелюх, В.А. Якунин и др.). С точки зрения акмеологического подхода значимость приобретают самостоятельное осознание обучающимся своей образовательной цели и результатов, понимание своего образовательного пути к формированию профессиональных компетенций [16, 77, 39, 40]. Подчеркивается, что оценка уровня профессионального развития студентов должна складываться из внешних показателей их учебной деятельности, таких как академическая успешность и результативность, а также внутренних, к которым можно отнести мотивацию и удовлетворенность [38].

Выстраивая персонифицированный образовательный процесс, мы выделили на основе анализа научно-педагогической литературы информационно-аналитическую, мотивационно-целевую, планово-прогностическую, организационно-исполнительскую, контрольно-диагностическую, регулятивно-коррекционную и мобилизационную *функции управления персонифицированным образовательным процессом*. Перечисленные функции управления персонифицированным образовательным процессом взаимодополняют друг друга, а их комплексное применение в образовательном процессе позволит достичь поставленных образовательных целей. Подробно описание функций и их роли в организации персонифицированного образовательного процесса представлены в параграфе 1.2 диссертационного исследования.

Принципы построения ЭИОС, которая приобретает значимую роль в построении персонифицированного образовательного процесса подробно рассмотрены в параграфе 1.2 и к ним мы отнесли принципы открытости, многокомпонентности, ресурсной избыточности, интегративности,

динамичности и интерактивности, распределенности и универсальности, адаптивности, доступности и вариативности, и регулярного мониторинга.

Эффективная ЭИОС вуза, обеспечивающая результативное персонифицированное обучение, характеризуется комплексной реализацией выделенных принципов ее построения, системно организованных и взаимосвязанных между собой.

Содержательно-технологический блок. Содержательно-технологический блок включает в себя основные компоненты персонифицированного образовательного процесса, в качестве которых выступают, формы, методы и средства обучения, которые влияют на проектирование результативно-прогностического блока.

Форма обучения – это организация учебно-познавательной деятельности обучающихся, соответствующая различным условиям ее проведения, используемая преподавателем в процессе обучения [107]. Система форм обучения развивалась в связи с изменением содержания образования, постановкой новых задач обучения и воспитания, совершенствованием средств обучения [171]. В исследовании в качестве основных форм обучения выступают интеграция онлайн и офлайн обучения, смешанная и гибридная модель обучения, дистанционное обучение. Методическая модель предполагает гибкое переключение между этими формами в зависимости от образовательных целей и потребностей обучающихся.

Методы обучения представляют собой последовательные, взаимосвязанные действия всех участников персонифицированного образовательного процесса, обеспечивающие достижение образовательных целей и получение профессиональных навыков. Перечень существующих педагогических методов обучения чрезвычайно разнообразен и их выбор зависит от решаемой образовательной проблемы, от целей, задач и содержания дисциплины, особенностей участников персонифицированного образовательного процесса, их индивидуальных характеристик, запросов и потребностей каждого студента, условий обучения и других факторов.

В исследовании в качестве основных методов персонифицированного обучения выделены: активные методы обучения, проблемное обучение, индивидуальная и командная работа, метод проектов, метод опережающего обучения, интерактивные методы обучения, геймификация обучения в ЭОИС [24].

Активные методы обучения направлены на активизацию деятельности обучающихся и их вовлечение в образовательную деятельность и формируют познавательную мотивацию к самостоятельному и инициативному освоению учебного материала, в том числе в условиях ЭИОС [24].

Проблемные методы обучения обеспечивают формирование результатов обучения в процессе разрешения проблемной ситуации в постоянной коммуникации и сотрудничестве с обучающимся по поиску разрешения проблемы, а также через педагогическое содействие других субъектов образовательного процесса [93].

Персонифицированный учебный процесс открывает новые возможности для организации индивидуальной и командной деятельности обучающихся в электронной информационно-образовательной среде. Индивидуальная работа обучающихся вносит существенный вклад в развитие навыков самоорганизации обучающихся за счет формирования способности управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию своего саморазвития. Организация индивидуальной деятельности обучающихся способствует формированию у студентов потребности в самосовершенствовании. Это обеспечивает процесс сознательного, активного овладения способами личностного и индивидуального профессионального развития с опорой на собственные склонности, способности и интересы [7]. Индивидуальная образовательная деятельность студента предусматривает развитие субъектом самого себя, направлена на решение актуальных образовательных проблем обучающегося, предполагает активность и субъектность студента в решении собственных образовательных проблем. Опираясь на мнение Л.В. Байбородовой мы видим, что для того, чтобы процесс

организации индивидуальной образовательной деятельности проходит успешно он должен обеспечивать достижение образовательных целей и удовлетворять принципу личной и профессиональной перспективы, принципу самосознания и самоуправления, принципу проблемности, принципу прогнозирования и проектирования, а также принципу свободного и самостоятельного выбора [7].

Командные методы учебной деятельности направлены на включение обучающихся в активную работу по дисциплине и способствуют повышению их мотивации к обучению. Важность методов командной учебной деятельности объясняется тем, что в современном обществе растет востребованность навыков сотрудничества и умения работать в команде, одной из универсальных компетенций выпускников вузов выступает способность осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде [86]. В персонифицированном обучении при включении методов командной деятельности важность приобретает персональная оценка вклада каждого обучающегося в результат работы команды для дальнейшего прогнозирования его успешности обучения и при необходимости повышения его образовательных результатов за счет педагогического содействия.

При построении современного образовательного процесса, реализуемого в условиях электронной информационно-образовательной среды, распространенной практикой становится применение метода проектов. В основе которого лежит развитие познавательных навыков обучающихся, умений самостоятельно конструировать свои знания и ориентироваться в информационном пространстве, развитие системного и критического мышления. В основу разработки и реализации проектов положена прагматическая направленность на результат, который можно получить при решении той или иной практической или теоретически значимой проблемы. Этот результат можно увидеть, осмыслить, применить в реальной профессиональной деятельности. Метод проектов классически ориентирован на самостоятельную индивидуальную, парную, командную деятельность обучающихся, выполняемую в течение заданного времени [182].

При построении персонифицированного образовательного процесса широкое распространение получают различные формы и методы ЭО. Например, активно применяется метод перевернутого обучения, который представляет собой одну из форм смешанного обучения и позволяет «перевернуть» обычные учебные занятия. Суть данного метода классически состоит в перераспределении ролей в образовательном процессе. При этом «перевернутое» обучение начинается с самостоятельной работы студентов в электронной среде – онлайн работы и продолжается в виде офлайн работы – учебной деятельности в аудитории, затем происходит переход в онлайн для закрепления изученного материала. Таким образом, изучение учебного материала дисциплины осуществляется в цикле «онлайн – офлайн – онлайн» [49].

М.Н. Корнев считает, что основным мотивирующим фактором применения в образовательном процессе данного метода является наличие ряда проблемы, с которыми преподаватель сталкивается в ежедневной работе с обучающимися. А именно: пассивность студентов, трансформация роли преподавателя (которая сводится к передаче информации), развитие современных технологий (цифровизация образования), неэффективная зубрежка, навыки 21 века, «противостояние» аудиторной и самостоятельной работы [73].

Интерактивные методы обучения строятся на организации образовательной коммуникации между всеми участниками педагогического процесса посредством ЭИОС. Интерактивные методы предполагают совместное обучение (обучение в сотрудничестве), то есть обучающиеся и преподаватель являются субъектами обучения. Все участники образовательного процесса при этом взаимодействуют друг с другом, обмениваются информацией, совместно решают проблемы, моделируют учебные и квазипрофессиональные ситуации, оценивают действия других и собственное поведение в условиях электронной информационно-образовательной среды вуза. Интерактивные методы обучения позволяют задействовать не только

сознание человека, но и его чувства, эмоции, волевые качества. Это позволяет увеличить процент усвоения материала. При этом, организовать продуктивную коммуникацию всех участников образовательного процесса возможно посредством внедрения в вузе эффективной и продуктивной ЭИОС [50, 88, 98, 99].

Включенные в методическую модель персонифицированного образовательного процесса интерактивные методы обучения можно разделить на дискуссионные и тренинговые. Дискуссионные методы позволяют в активном коммуникационном диалоге между студентом и преподавателем в процессе бесед, обсуждений и дискуссий осуществлять разбор учебного материала как в аудитории, так и в ЭИОС. Тренинговые методы, реализуемые в персонифицированном образовательном процессе через комплексы тестов в ЭИОС, позволяют довести до автоматизма выполнение студентами учебных заданий по дисциплине [24].

Методы геймификации в обучении студентов в электронной информационно-образовательной среде способствуют повышению их заинтересованности и вовлечению в образовательный процесс. Игровые практики внедряются в образование для лучшего усвоения материала [188].

В качестве средств построения персонифицированного образовательного процесса на основе результатов прогнозирования успешности обучения в условиях электронной информационно-образовательной среды вуза мы видим возможным включить следующие компоненты: электронные обучающие курсы (ЭОК), адаптивные электронные обучающие курсы (АЭОК), массовые открытые онлайн курсы (МООК) и электронные журналы дисциплин.

Исследователи А.Х. Гильмутдинов, Р.А. Ибрагимов, И.В. Цивильский определяют электронный обучающий курс как «комплексный электронный образовательный ресурс, ориентированный на реализацию электронного учебно-методического комплекса средствами системы управления обучением, разработанный в соответствии с утвержденной образовательной программой, рабочей программой учебной дисциплины, а также другими принятыми в вузе

нормативными, техническими и методическими документами, предполагающий обязательное взаимодействие между всеми участниками образовательного процесса, размещенный и используемый в LMS» [33].

В условиях развития методик электронного обучения распространение в образовательном процессе получили адаптивные электронные обучающие курсы, под которыми согласно определению Ю.В. Вайнштейн, В.А. Шершневой и Т.О. Кочетковой предлагается понимать «образовательный ресурс, представленный в электронно-цифровой форме и включающий в себя структуру и предметное содержание, которое допускает возможность адаптации для обучающихся в зависимости от их индивидуальных характеристик» [179]. Исследователи видят АЭОК средством, которое позволяет персонифицировать обучение и существенно повысить его результативность [179].

Построение персонифицированного образовательного процесса предполагает использование массовых открытых онлайн курсов. Исследователи из Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого определяют массовые открытые онлайн курсы как «обучающие курсы с массовым интерактивным участием с применением технологий электронного обучения и открытым доступом через Интернет, одна из форм дистанционного образования. В качестве дополнений к традиционным материалам учебного курса, таким как видео, чтение и домашние задания, массовые открытые онлайн-курсы дают возможность использовать интерактивные форумы пользователей, которые помогают создавать и поддерживать сообщества студентов и преподавателей» [106]. Интеграция MOOK в обучение возможна при организации персонифицированного образовательного процесса в вузе как по инициативе преподавателя, так и по инициативе обучающегося для освоения разных объемов дисциплины, например, отдельных тем или модулей. Обучение студентов возможно как с применением MOOK сторонних платформ, так и разработанных преподавателями вуза [20].

При решении задачи прогнозирования успешности обучения по дисциплине существенную роль играет ее электронный журнал как средство фиксации результатов обучения и посещаемости по дисциплине. В своей работе И.Н. Куринин, В.И. Нардюжев, И.В. Нардюжев выделили следующие факторы, которые определяют актуальность его разработки и применения в вузе:

- требования образовательных организаций от преподавателей ведения электронного журнала по дисциплине как инструмента количественной оценки знаний, навыков и умений студентов;
- требования открытости результатов обучения и понятности процедур оценивания для студентов, их родителей и будущих работодателей;
- переход от результатов итоговой аттестации к оценке учебных достижений студента на всех промежуточных этапах обучения по дисциплине, что способствует объективности оценки этих достижений;
- внедрение технологий электронного журнала в вузе, которые позволяют перейти к технологии «единого окна», в частности к технологии личного кабинета всех участников образовательного процесса (администрация, преподаватель, студент, родитель и др.) [81].

Технологическая составляющая блока представлена оцениваемыми элементами ЭИОС, такими как: лекция-тренажер, учебное задание, тестовые задания, форум, опрос, глоссарий и пр. Рассмотрим оцениваемые элементы ЭИОС подробнее:

- Элемент *«Лекция-тренажер»* позволяет автору ЭОК располагать теоретический и практический материал по дисциплине в интересной и гибкой форме в ЭИОС вуза. Элемент может иметь как линейную схему, которая состоит из ряда обучающих страниц, так и древовидную, которая содержит различные пути или варианты переходов по страницам материала для студента. А для увеличения активного взаимодействия между субъектами образовательного процесса и контроля понимания представленного материала обучающимися, при применении элемента *«Лекция»* в ЭОК могут быть

использованы такие вопросы как: множественный выбор, установление соответствия и короткий ответ. В зависимости от стратегии, разработанной преподавателем при проектировании ЭОК и от выбора, который сделал студент при изучении материала элемента «Лекция», студенты могут перейти либо на другую страницу элемента, либо возвратиться на предыдущую страницу элемента, либо быть перенаправленными совершенно по другому пути. Элемент «Лекция» ЭИОС является оцениваемым и оценки фиксируются в модуле «Журнал оценок» ЭОК. Стоит отметить, что данный элемент не является прямым соответствием лекционного занятия по дисциплине.

– Элемент «*Учебное задание*» позволяет преподавателям добавлять материалы практических заданий в ЭОК, экспортировать студенческие работы и отчеты из ЭОК и оценивать их, а также оставлять отзывы на представленные работы. Студенты могут экспортировать любой цифровой контент в элемент «Задание»: файлы, документы, отчеты, электронные таблицы, изображения, аудио- или видео файлы и др. Помимо этого преподаватель может запросить от студента ввести свой ответ непосредственно в текстовом редакторе элемента «Задание». Данный элемент ЭИОС является оцениваемым и оценки фиксируются в журнале оценок ЭОК. При оценке ответа студента на задание ответы могут быть оценены в баллах, в соответствии со шкалой или «продвинутыми» методами, такими как рубрики. Помимо этого, преподаватель может оставлять отзывы на ответы студентов в виде комментария, загрузить цифровой контент в форматах: файл, аудио- отзыв или список замечаний. Элемент «Задание» позволяет анонимизировать оценку работ студентов (преподаватель при оценивании не видит ФИО студента, либо скрывается ФИО преподавателя, оценивающего работу от студентов). Элемент «Задание» позволяет студентам отправлять командные ответы. При выставлении оценки за такой ответ, оценка и комментарий преподавателя будет автоматически продублированы всем студентам команды.

– Элемент «*Тестовое задание*» позволяет преподавателю создавать такой инструмент оценивания результатов обучения студентов, как тест,

который может состоять из вопросов разных типов (тест с несколькими попытками, с перемешивающимися вопросами, случайные вопросы, эссе и др.). В настройках элемента может быть задано ограничение по времени на прохождение вопросов теста. Каждая попытка пройти тест оценивается автоматически, за исключением вопросов типа «Эссе». Оценка за тест фиксируется в журнале оценок курса. Оценка за прохождение теста может быть подсчитана различными способами, в частности, каждому тестовому заданию может быть установлен свой весовой коэффициент в баллах (например, в зависимости от сложности тестового задания). Можно установить подсказки к вопросам и визуализировать различные виды отзывов.

– Элемент «Форум» позволяет студентам и преподавателям обмениваться идеями и оставлять комментарии в рамках заданной «Темы» или отдельной «Ветки» форума. К сообщениям в форуме можно прикреплять файлы, изображения и мультимедиа. Элемент «Форум» также предполагает оценивание, при этом либо преподаватель оценивает отдельные сообщения студентов в форуме, либо может разрешить взаимное оценивание сообщений студентов друг другом.

– Элемент «Опрос» позволяет автору ЭОК задать единственный вопрос и предложить широкий выбор возможных ответов, либо дать студенту возможность ответить на опрос в свободной форме. В зависимости от целей проведения опроса результаты опроса могут быть опубликованы. При необходимости результаты опроса могут быть опубликованы анонимно.

– Элемент «Глоссарий» позволяет создавать и поддерживать в актуальном состоянии список терминов по теме, модулю или дисциплине в целом. Настройки элемента позволяют автору ЭОК разрешить обучающимся прикреплять к записям глоссария файлы, изображения или комментарии, а прикрепленные изображения отображаются в записи указанного термина [59].

Помимо основных элементов ЭИОС при проектировании персонафицированного образовательного процесса могут быть использованы и другие элементы среды для оценки образовательных результатов в зависимости

от выбора системы управления обучением (LMS) и средств ЭИОС вуза и формы обучения. Таким образом, можно утверждать, что содержательно-технологический блок определяет образовательный процесс по дисциплине в условиях персонификации, с учетом различных форм, методов средств.

Результативно-прогностический блок. Результативно-прогностический блок предназначен для оценки сформированности результатов обучения по дисциплине и включает в себя регулярный мониторинг достигнутых студентами результатов обучения, который основан на контроле аудиторной деятельности обучающихся и их деятельности в ЭИОС, сохранение полученных результатов в хранилище образовательных данных, прогнозирование успешности обучения на основе данных учебной аналитики и механизмы организации педагогического содействия обучающимся.

Контроль аудиторной деятельности обучающегося подразумевает под собой регулярный мониторинг посещаемости студентом аудиторных занятий, учебной и познавательной активности студента на лекциях, практических занятиях, семинарах, коллоквиумах, а также учебной успеваемости в рамках формирующего и итогового оценивания в аудитории.

Контроль деятельности обучающегося в ЭИОС подразумевает под собой регулярный мониторинг активности студентов в ЭОК, эффективности совершаемых им действий, а также мониторинг текущей успеваемости студентов путем оценивания выполнения элементов курса. Результаты мониторинга регулярно экспортируются в хранилище образовательных данных для последующего прогнозирования успешности предметного обучения студентов в вузе.

Результаты прогнозирования еженедельно транслируются всем участникам образовательного процесса, а именно: руководству вуза, преподавателю, обучающемуся и его родителям. Визуализация полученных данных формирует различные виды коммуникации между участниками персонифицированного образовательного процесса, которые представляют

собой механизмы педагогического содействия с учетом процессов и взаимоотношений, возникающих между ними [152].

В работе выделены следующие виды коммуникации между участниками образовательного процесса: взаимодействие, управляющее содействие, консультации, педагогическое сопровождение, воспитательное воздействие и поддержка, которые схематически представлены на рисунке 2.

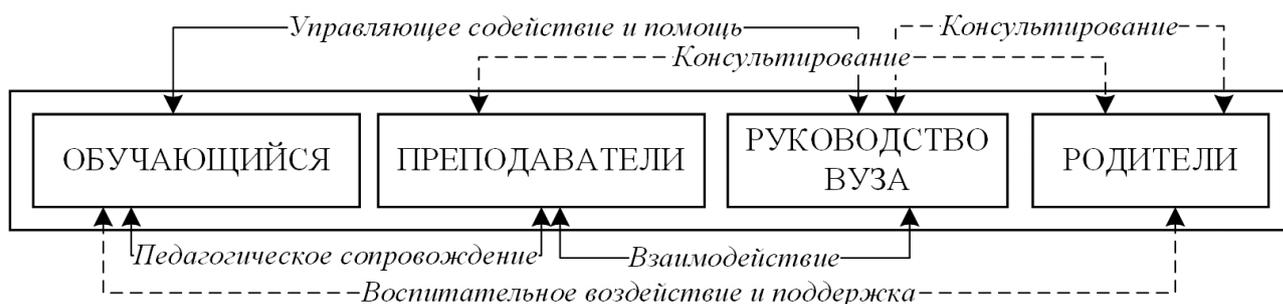


Рисунок 5 – Виды коммуникации между участниками образовательного процесса

С точки зрения построения персонифицированного образовательного процесса на основе результатов прогнозирования успешности предметного обучения эффективная коммуникация между его участниками позволяет влиять на повышение успеваемости, дисциплинированности и вовлеченности студента в процесс обучения по дисциплине. При этом она может осуществляться непрерывно как на всем его протяжении, так и на любом этапе образовательного процесса между:

- *руководством вуза и преподавателями* происходит *взаимодействие*, направленное на выявление причин академической неуспеваемости студентов по дисциплине, оно может быть, как групповым (рабочая встреча, семинар, собрание), так и личным (диалог, беседа, обсуждение) с целью сотрудничества в вопросе определения механизмов и методов повышения результативности образовательного процесса;

- *руководством вуза и обучающимся* устанавливается *управляющее содействие*, направленное на оказание всестороннего содействия и помощи в

вопросе организации результативного образовательного процесса и носящее адресный характер.

– *руководством вуза и родителями студента.* Администрация института или вуза проводят *консультации* для родителей студентов по вопросам их успеваемости, а также другим вопросам, связанным с организацией образовательного процесса в вузе.

– *преподавателями и обучающимся.* Преподаватели организуют *педагогическое сопровождение* студента в процессе обучения с целью организации результативного образовательного процесса по дисциплине.

– *обучающимся и родителями* устанавливается взаимодействие с целью оказания *воспитательного воздействия и поддержки* в процессе обучения.

В процессе обозначенных видов коммуникации между участниками образовательного процесса возможно применение различных механизмов педагогического содействия. Например, оптимизация образовательной среды, организация коммуникации участников учебного процесса, совершенствование методик обучения, организация и проведение индивидуальных и групповых консультаций по дисциплине в зависимости от выявленных проблем и сложностей, включение в образовательный процесс дополнительных учебных материалов (адаптивных модулей, тренажеров, массовых открытых онлайн курсов и др.).

Методическая модель персонифицированного образовательного процесса на основе прогнозирования успешности предметного обучения, представленная совокупностью целевого, концептуального, содержательно-технологического, результативно-прогностического блоков обеспечивает построение персонифицированного образовательного процесса по дисциплине в условиях развитой электронной информационно-образовательной среды вуза. Реализация предложенной модели позволяет осуществлять регулярное прогнозирование успешности обучения в вузе, что позволяет на ранних этапах обучения повысить результативность обучения студентов посредством педагогического содействия.

ВЫВОДЫ ПО ПЕРВОЙ ГЛАВЕ

Проведенный анализ научно-педагогической литературы по теме исследования, нормативно-законодательной базы, федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования, профессиональных и международных стандартов показал необходимость прогнозирования успешности обучения в условиях электронной информационно-образовательной среды при персонификации образовательного процесса в вузе, что позволит влиять на результативность обучения на ранних этапах изучения дисциплины.

Выявлены основные особенности и ведущие тенденции построения образовательного процесса в вузе в условиях цифровой трансформации образования, ориентированные на удовлетворение потребностей и развитие способностей обучающихся, с достижением для каждого из них максимального уровня образовательных результатов. Проведенный контент-анализ понятий «индивидуализация», «лично-ориентированное обучение», «персонализированное обучение» и «персонифицированное обучение», который позволил выявить различия и сходства между ними.

Обозначена актуальность и значимость построения персонифицированного образовательного процесса в условиях ЭИОС вуза как наиболее оптимального в современных условиях. Сформулированы принципы его организации, которые определяют закономерности развития процессов управления образовательной деятельностью всех ее участников и особенности педагогического взаимодействия между ними. Выделены основные свойства управления персонифицированным образовательным процессом, которые раскрывают его сущность, а также конкретизированы функции управления, включающие информационно-аналитическую, мотивационно-целевую, плано-прогностическую, организационно-исполнительскую, контрольно-диагностическую, регулятивно-коррекционную и мобилизационную функции.

Конкретизировано понятие *успешности обучения* как интегральной характеристики учебной деятельности обучающегося, отражающей достижение или превышение им запланированных образовательных результатов по дисциплине в установленные сроки.

Исследована структура электронной информационно-образовательной среды вуза, как совокупность, входящих в нее компонентов, даны различные подходы к пониманию ее сущности. На основе проведенного сравнительного анализа существующих понятий ЭИОС выявлены основные характеризующие ее особенности. Уточнены принципы, которым должна удовлетворять развитая электронная информационно-образовательная среда вуза, к которым отнесены: принципы открытости, многокомпонентности, ресурсной избыточности, интегративности, динамичности и интерактивности, распределенности и универсальности, адаптивности, доступности и вариативности, и регулярного мониторинга.

На основе анализа действующего законодательства РФ определен комплекс современных технологий, применяемых при реализации образовательных программ, а именно: электронное обучение и дистанционные образовательные технологии. Осуществлена классификация способов организации образовательного процесса с применением ЭО и ДОТ. Представлены существующие модели и формы электронного обучения по дисциплине в зависимости от объема времени, отведенного на работу в ЭИОС, способа организации образовательного процесса и используемых педагогических стратегий.

Разработана методическая модель построения персонифицированного образовательного процесса в вузе в условиях электронной информационно-образовательной среды, которая позволяет осуществлять регулярное прогнозирование успешности обучения в вузе и повысить результативность обучения студентов посредством педагогического содействия на ранних этапах обучения.

ГЛАВА 2. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УСПЕШНОСТИ ОБУЧЕНИЯ

2.1 Модель прогнозирования успешности предметного обучения в вузе

Большинство мировых и российских вузов в сегодняшних реалиях столкнулись с ключевыми вызовами времени, к которым относятся снижение показателей успеваемости обучающихся и их значительный отсев. В этих условиях мы видим важным разработку моделей прогнозирования результатов обучения студентов с возможностью кластеризации обучающихся по группам риска академической неуспешности на основе педагогически значимой информации [202].

В нашем исследовании, под *педагогически значимой информацией* мы будем понимать данные учебной аналитики, которые позволяют осуществлять управление учебным процессом. Согласно Г.П. Озеровой, «*учебная аналитика* – это измерение, сбор, анализ и представление данных об обучающихся и их действиях, с целью понимания и оптимизации учебного процесса и той среды, где это процесс происходит» [104]. В последнее время учебная аналитика является основой для анализа образовательных данных, прогнозирования успешности обучения студентов, сбора данных об их отношении к учебному процессу и своевременного вмешательства в процесс обучения других участников образовательного процесса (руководства вуза, преподавателей, родителей). В настоящее время в научной сфере сформировалось самостоятельное научное направление «Аналитика образовательных данных», которое относится к исследованиям, находящимся на пересечении педагогики, информатики и психологии. Это направление имеет сравнительно недавнюю историю, примерно с начала 2000-х годов, в связи с интенсивной цифровизацией образования и накоплением данных об учебном процессе и личности обучающихся. В зарубежной литературе это направление имеет практически равноправные названия *Educational Data Mining* (EDM) и *Learning Analytics* (LA). Методы, используемые в аналитике образовательных данных,

используют различные подходы: методы аналитики обучения (*learning analytics*); аналитико-статистические методы исследования интеллектуальных обучающих систем (*Intelligent Tutoring System*); методы in-memory-аналитики в исследовании «цифровых следов», методы машинного обучения и т.д., но имеют одинаковый объект исследования – образовательные данные и одну и ту же конечную цель, заключающуюся в повышении качества обучения, в том числе и в прогнозировании образовательных результатов [172].

Рассмотрим существующие в отечественной и зарубежной практике модели и подходы к прогнозированию результатов обучения. Отметим, что количество научных публикаций, посвященных проблемам учебной аналитики, постоянно увеличивается [90, 193, 197-198, 206, 219, 181, 191]. Развитию учебной аналитики способствует появление электронных образовательных курсов и ресурсов, так как именно они являются источником образовательных данных, «привязанных» к студенту [195]. Первые результаты в этом направлении обобщены в монографии зарубежных исследователей С. Ромеги и S. Ventura, опубликованной в 2006 году [216]. В России исследования в области учебной аналитики начались значительно позднее и носят преимущественно теоретический характер. Анализ работ по этой тематике показал, что они в основном направлены на решение следующих задач: создание или адаптация методов сбора и анализа образовательных данных под нужды учебной аналитики, построение прогностических моделей на основе выявленных предикторов успешности обучения, построение моделей обучающихся и поведения обучающихся, создание и апробация методик управления учебным процессом на основе анализа образовательных данных и т.д. [82].

Первым обзором результатов, достигнутых российскими исследователями, является статья П.П. Белоножко, А.П. Карпенко, Д.А. Храмова, в которой дан анализ развития систем электронного обучения и внедрения цифровых технологий в традиционный образовательный процесс в вузе. По мнению авторов, эти изменения приводят к появлению больших информационных массивов, исследованием которых занимается такая научная

дисциплина, как анализ образовательных данных, которая связана с применением методов интеллектуального анализа данных к информации, циркулирующей в образовательных учреждениях [11]. В статье рассматриваются методы анализа образовательных данных и их особенности в сравнении с методами интеллектуального анализа данных, анализируются прикладные аспекты анализа образовательных данных и приводятся возникающие при этом преимущества для всех участников образовательного процесса. Авторы конкретизируют проблемы и вызовы в области анализа образовательных данных, а также обозначают перспективные направления исследований.

Исследователь Д.Н. Долганов в своей работе «Модель оценки и прогнозирования успешности обучения» уделил внимание взаимосвязи межличностных отношений субъектов образовательного процесса, факторов среды, таких как интенсивность внеучебной деятельности и успеваемости. В данной работе автор строит прогнозную модель управления успешностью учебной деятельности обучающихся с использованием логистической и линейной регрессии. Апробация моделей позволила выявить модель с наибольшей прогностической точностью, которая может быть рекомендована к практическому применению с целью выявления потенциально неуспешных учащихся и планирования мер по преодолению трудностей в обучении [41]. Предложенная автором модель ориентирована на специфику образовательной организации с точки зрения выбора предикторов прогнозирования.

Исследователи Г.П. Озерова и Г.Ф. Павленко предлагают модель прогнозирования успешности студентов при смешанном обучении с использованием данных учебной аналитики. Они отмечают, что смешанное обучение обусловлено наличием системы управления обучением, которая подразумевает наличие различных видов деятельности обучающихся, результаты которой фиксируются в виде цифрового следа в LMS. Анализ накопленных образовательных данных позволяет прогнозировать успешность обучения студентов. Проведенное исследование направлено на кластеризацию

студентов по группам успешности методом машинного обучения *Random Forest* в рамках дисциплины «Информационные технологии». И на основе накопленной информации о динамике переходов обучающихся между группами успешности, используя дискретные цепи Маркова, осуществляется прогнозирование успешности обучения студентов по рассматриваемой дисциплине [102]. При переносе модели на другие дисциплины необходимо переобучение модели.

Исследование авторского коллектива под руководством И.М. Харитонов и Е.Г. Крушель «Прогнозирование качества обучения в вузе с помощью методов регрессионного анализа» направлено на повышение эффективности выбора направления подготовки абитуриентами и снижению риска низкой успеваемости во время обучения в вузе. Разработанная исследователями модель прогнозирования качества обучения позволяет на основе массива предикторов об успеваемости обучающихся прогнозировать результаты обучения по профильным дисциплинам. Предлагаемая в исследовании модель основана на методах анализа статистических данных, а именно методах многомерного регрессионного и кластерного анализа [199]. В качестве модели связи предикторов с показателем качества обучения в работе выбрана многомерная линейная регрессионная модель, для которой определялся как поиск эффективных независимых предикторов для объяснения значений зависимой (критериальной) переменной, так и вектор параметров, определяющих вклад каждого предиктора в получаемое значение переменной [173].

Практический интерес представляет предложенная авторами в работе [135] нейросетевая модель прогнозирования группы риска по успеваемости студентов на основе результатов вступительных испытаний, результатов первой экзаменационной сессии и других факторов. В том числе, в работе исследуется влияние на успеваемость студентов таких показателей, как: результаты ЕГЭ, место проживания абитуриента, учебное заведение и др. Для построения нейронной сети авторы использовали пакет *STATISTICA Automated Neural Networks*, но объем имеющихся данных оказался недостаточным для

обучения нейросетевой модели, поэтому в исследовании использовался метод создания дополнительных обучающих данных из имеющихся, что позволило дополнить данные до необходимого объема. Точность прогнозирования данной нейросетевой модели составила 80%. В заключении исследования, авторы пришли к выводу, что для получения более точного прогноза им необходимо привлечь дополнительные факторы, связанные с психофизическим состоянием студентов [135].

Существует ряд работ, направленных на прогнозирование успешности обучения школьников. Например, исследование Н.Е. Подгайского посвящено разработке подхода к прогнозированию успешности усвоения учебной информации на основе данных о психологическом развитии и социальном окружении обучающегося. На основе анализа зависимостей уровня усвоения учебной информации от развития того или иного психического свойства обучающегося и условий его проживания в семье автором предложен способ математического вероятностного прогнозирования уровня усвоения учебной информации с учетом выявленных зависимостей. Изучение этих зависимостей позволило построить линейное регрессионное уравнение-предиктор, являющееся вероятностной моделью данных зависимостей. Построенное вероятностное уравнение в совокупности с диагностическим комплексом и позволяет осуществлять прогнозирование уровня успешности обучения [115].

Н.Б. Печатнова в своем исследовании «Прогнозирование успешности учения в вузе выпускников общеобразовательной школы» разработала программу диагностики интеллектуальной готовности выпускников школы к обучению в вузе, которая легла в основу проектирования информационно-образовательной системы прогнозирования успешности обучения вуза. В качестве основных методик диагностики в исследовании использовались психологические тесты умственного развития, тест Амтхауэра и тест Равена, а также педагогический тест ЕГЭ. Учитывая прямую и косвенную направленность отобранных тестов на диагностику интеллектуальной готовности выпускников школы к обучению в вузе, можно говорить, что

отобранные тесты в своей совокупности характеризуют интеллектуальную готовность выпускников к дальнейшему обучению в вузе и получению высшего образования. В результате проведенной работы авторами констатировано, что диагностика интеллектуальной, личностной, физической, психофизической готовности к обучению в вузе в целом позволит более эффективно прогнозировать успешность обучения выпускников. Поэтому разработка комплекса диагностики каждого компонента готовности к обучению в вузе выпускников общеобразовательной школы является перспективой дальнейшего исследования.

В зарубежных научных исследованиях более широко представлены распространенные в образовательных организациях проблемы, связанные со сбором и интерпретацией образовательных данных и обозначены подходы к решению задач учебной аналитики. Особое значение в задачах учебной аналитики как подчеркивают исследователи Университета имени Константина Философа (*Constantine the Philosopher University in Nitra*) приобретает важность процессов сбора и хранения данных учебной аналитики, ограничения и интерпретации доступных наборов образовательных данных [204].

В модели прогнозирования, предложенной учеными национального университета Сан-Агустина (*Universidad Nacional de San Agustín*), в качестве предикторов используют не только данные из LMS, но и социально-демографические данные, а также данные социальных сетей [208]. Авторы в своем исследовании выделяют двадцать два предиктора и на их основе строят прогноз на основе алгоритма *Simple Regression Tree Learner* и достигают достаточно высокой точности для студентов старших курсов обучения, как отмечают авторы, точность прогноза колеблется от 89,7% для первого курса до 93,8% для третьего курса обучения. Однако подобные прогностические модели в связи с высоким количеством предикторов сложны для масштабирования и нуждаются в развитии с точки зрения повышения точности предсказания для студентов первого курса обучения.

Одним из распространенных подходов в научной литературе выступает прогнозирование отсева студентов на уровне дисциплины при статичной структуре электронного обучающего курса и регулярной наполняемости его данными в течение нескольких лет [14]. Очевидно, что в условиях интенсивной динамичности содержания образовательной программы и входящих в нее дисциплин это выступает существенным ограничением прогностической модели.

Исследователи Туринского политехнического университета (*Politecnico di Torino*), в своей работе предлагают осуществлять раннее прогнозирование успеваемости на основе алгоритмов ассоциативной классификации [196]. Считается, что ассоциативные классификаторы более точны, чем традиционные деревья решений и алгоритмы машинного обучения и опираются на базу знаний, интерпретирующих повторяющиеся сочетания тех или иных предикторов. В основу модели положена классификация на основе базы знаний, которая интерпретирует повторяющиеся сочетания различных совокупностей предикторов. В исследовании подчеркивается, что результаты работы ассоциативной модели исследуется вручную для определения профилей учащихся, находящихся в группе риска неуспешности обучения, что серьезно ограничивает применение модели для прогнозирования при большом контингенте студентов.

Одним из наиболее обстоятельных зарубежных исследований выступает исследование группы ученых университета Овьедо (*University of Oviedo*) и Коркского технологического института (*Cork Institute of Technology*) по раннему прогнозированию успешности обучения. В своем исследовании авторы на основе использования совокупности методов машинного обучения демонстрируют, что модели, обученные на данных из LMS для одной выбранной дисциплины, могут давать низкую точность для другой дисциплины и предлагают подход, основанный на построении различных моделей прогнозирования для студентов, классифицированных по группам риска, например, так называемых «неудачников» и «отличников» [213]. Как выявляют

исследователи, точность прогнозирования при таком подходе возрастает по мере увеличения момента предсказания. То есть, чем больше период сбора данных, тем выше точность прогноза. Например, авторами выявлено, что уже начиная с середины семестра изучения дисциплины можно достичь точности выше 90 % как в процессе выявления обучающихся высокого риска, так и низкого риска академической неуспешности. Но оказать помощь и поддержку отстающим студентам, в тот момент, когда прошло уже более половины учебного семестра не всегда представляется результативным.

Несмотря на популярность и востребованность подобных исследований, подходов к построению прогностических моделей и реализации на их основе цифровых сервисов в ЭИОС вузов в отечественной и зарубежной практике, которые бы позволяли массово на регулярной основе на ранних этапах прогнозировать образовательный результат обучающихся пока не представлено.

Заметим, что несмотря на недостаточную информатизацию российского образования в прошлом поиски математических моделей, адекватно описывающих учебный процесс, непрерывно продолжают. Для построения математических моделей привлекались и привлекаются различные методы: статистические модели, нечеткие множества, методы искусственного интеллекта и др. [206]. Мы полагаем, в основу решения данной задачи можно положить применение марковских моделей прогнозирования успешности персонифицированного обучения в условиях ЭИОС. Отметим, что марковские модели не пользуются популярностью в задачах прогнозирования успешности обучения студентов, ни в России, ни за рубежом. Немногочисленные существующие работы, в основе которых лежит марковская модель, решают задачи долгосрочного прогнозирования, например, позволяют на основе результатов промежуточных аттестаций студентов прогнозировать успешное завершение обучения в университете или прогнозировать вероятность отсева студентов по курсам обучения или направлениям обучения [122, 203, 200, 139-140].

Рассмотрим в чем состоит суть марковской модели. Пусть некоторый объект может принимать некоторое количество состояний. Будем, для определенности, считать число состояний конечным. Обозначим эти состояния S_k , где $k = \overline{1, n}$. Предположим, что объект трансформируется в результате некоторого дискретного процесса, т.е. на каждом шаге процесса его состояние меняется. Таким образом получаем цепочку состояний объекта: $S_1 \rightarrow S_2 \rightarrow S_3 \rightarrow \dots \rightarrow S_n$.

Будем предполагать, что эти переходы зависят от вмешательства некоторых случайных причин, причем соблюдается некоторая закономерность: если на шаге k объект находится в состоянии S_k , то вероятность того, что на следующем $(k+1)$ -ом шаге он перейдет в состояние S_{k+1} равна p_{k+1} и эта вероятность не зависит от того, какие состояния объект принимал до k -го шага. Такая модель получила название однородной цепи Маркова, и она позволяет рассчитать вероятность того, что на некотором шаге объект будет находиться в том или ином состоянии.

Однородная цепь Маркова является одним из примеров случайных марковских процессов, которые встречаются при моделировании учебного процесса или процесса обучения [139, 92]. Мы рассматриваем в исследовании специальный класс случайных процессов – так называемые процессы «гибели и размножения». Существуют работы, в которых модель «гибель-размножение» применялась для оценивания результатов автоматизированного контроля в учебном процессе [84], где исследуемый субъект, в данном случае студент, мог находиться только в двух состояниях – либо в режиме изучения теории, либо в режиме решения задач (тренинг). Соответственно и изменение состояний субъекта происходило под влиянием этих двух процессов. Интенсивности процессов определялись количеством выполненных студентом действий за единицу времени. В дальнейшем [140-141], эти результаты были обобщены для системы автоматического управления учебным процессом и выявления скрытых (латентных) параметров в процессе обучения.

Мы в исследовании применяем модель «гибель-размножения» для раннего прогнозирования результатов обучения студентов, и, в частности, для классификации обучающихся по группам риска наступления академической неуспешности. При этом мы предполагаем, что переходы субъекта из одного состояния в другое при изучении учебной дисциплины студентом проходят под влиянием двух взаимно противоположных случайных процессов (рисунок 6).

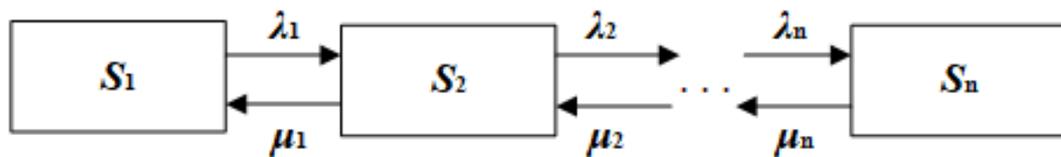


Рисунок 6 – Процессы «гибели и размножения»

Отметим, что в качестве этих противоположно направленных процессов мы выделяем:

- процесс получения информации;
- процесс усвоения полученного материала.

Мы полагаем, что их можно считать противоположно направленными, так как, чем больше за единицу времени студенту подается новой информации, тем больше ему нужно приложить трудозатрат для ее усвоения. Ясно, что такое разделение учебного процесса является во многом условным, так как получение и усвоение информации находятся в диалектическом единстве. Действительно, процесс усвоения нового материала, например, на лекции начинается сразу же, как только студент начинает пытаться понять, о чем говорит лектор. С другой стороны, усвоение информации мы будем понимать в смысле, сформулированном В.А. Тестовым: «студент умеет выявлять существенные свойства объекта, устанавливая значимые связи внутри объекта и вне его, воспринимать изучаемый объект в целостности изучаемой учебной дисциплин» [162]. Поэтому оттачивая свои умения и навыки на практических занятиях и при самостоятельной работе, студент уточняет полученный на лекциях материал, то есть дополнительно получает новую информацию.

Для каждого из процессов мы вводим параметры λ_k и μ_k , при $k = \overline{1, n}$, которые представляют собой интенсивности этих случайных процессов. Для расчета вероятности того, что на k -ом шаге субъект будет находиться в состоянии S_k мы полагаем считать интенсивности процессов постоянными величинами. Для этого обозначим через $p_k(t)$ вероятность того, что в момент времени t субъект находится в состоянии S_k . Тогда функции $p_k(t)$, при $k = \overline{1, n}$, можно найти из системы дифференциальных уравнений Колмогорова [26]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial p_1}{\partial t} = \mu p_2(t) - \lambda p_1(t) \\ \frac{\partial p_k}{\partial t} = \lambda p_{k-1}(t) - (\lambda + \mu)p_k(t) + \mu p_{k+1}(t), \text{ при } k = 2, \dots, n-1 \\ \frac{\partial p_n}{\partial t} = \lambda p_{n-1}(t) - \mu p_n(t) \end{array} \right. \quad (1)$$

Например, при $k = 4$ система (1) принимает следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial p_1}{\partial t} = \mu p_2(t) - \lambda p_1(t) \\ \frac{\partial p_2}{\partial t} = \lambda p_1(t) - (\lambda + \mu)p_2(t) + \mu p_3(t) \\ \frac{\partial p_3}{\partial t} = \lambda p_2(t) - (\lambda + \mu)p_3(t) + \mu p_4(t) \\ \frac{\partial p_4}{\partial t} = \lambda p_3(t) - \mu p_4(t) \end{array} \right. \quad (2)$$

Заметим, что исследование системы (2) показывает, что ее решение зависит не столько от самих параметров λ и μ , сколько от их отношения λ/μ . Поэтому всегда можно принимать $\lambda = 1$, и определять соответствующее значение параметра μ .

Предположим, что в любой момент времени мы можем оценить у студента уровень владения материалом по данной дисциплине в некоторой

шкале, например, 100-балльной. Таким образом, в каждый момент времени k (на k -ом шаге), студенту ставится в соответствие состояние S_k , которое можно интерпретировать как одну из возможных оценок знаний студентов. В 100-балльной шкале оценок состояние S_k может совпадать с одним из ста возможных значений, а в наиболее распространенной вузовской шкале – с одной из четырех оценок: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно. Естественным представляется организация возможности перехода из одной шкалы в другую. С точки зрения предлагаемой модели это влияет на число возможных состояний и на количество уравнений в системе (1) соответственно. Не теряя общности, мы будем в дальнейшем использовать обе шкалы, сопоставляя баллы в этих шкалах следующим образом:

- состояние S_1 : «отлично», при $80 < S_1 \leq 100$ баллов;
- состояние S_2 : «хорошо», при $60 < S_2 \leq 80$ баллов;
- состояние S_3 : «удовлетворительно», при $40 < S_3 \leq 60$ баллов;
- состояние S_4 : «неудовлетворительно», при $0 \leq S_4 \leq 40$ баллов.

Обозначим теперь через:

- $p_1(t)$ – вероятность, что студент знает предмет в момент времени t на «отлично»;
- $p_2(t)$ – вероятность, что студент знает предмет в момент времени t на «хорошо»;
- $p_3(t)$ – вероятность, что студент знает предмет в момент времени t на «удовлетворительно»;
- $p_4(t)$ – вероятность, что студент знает предмет в момент времени t на «неудовлетворительно».

В процесс исследования нами был произведен расчет вероятностей $p_1(t)$, $p_2(t)$, $p_3(t)$, $p_4(t)$ исходя из различных уровней начальной подготовки студентов с целью визуальной оценки методом графического сравнения влияния различных соотношений λ/μ на изменение вероятностей $p_k(t)$. Примеры расчета и графики вероятностей при различных соотношениях λ/μ представлены в Приложении А. Экспериментальные исследования

подтвердили необходимость корректного и обоснованного выбора отношения λ/μ для расчета вероятностей получения оценок студентами в конце семестра по дисциплине.

Отметим, что чем меньше отношение λ/μ , тем быстрее растет вероятность получения оценки «отлично». По нашему мнению, этот факт находит отражение в терминах трудоемкости следующим образом: чем больше студент тратит времени на усвоение материала, тем быстрее он добивается успехов в обучении по дисциплине.

Процесс получения информации обусловлен требованиями по дисциплине, которые представлены в рабочей программе дисциплины и фонде оценочных средств, у каждого студента должны быть сформированы требуемые результаты обучения по дисциплине независимо от реализуемой модели обучения и объема применения ЭО и ДОТ и не зависит от отношения студента к процессу обучения. В отличие от процесса получения информации, процесс усвоения информации по дисциплине зависит от психологических и когнитивных особенностей каждого обучающегося. Поэтому естественно, что для всех студентов не существует универсального отношения λ/μ . Однако, возможным представляется рассмотреть образ некоторого «усредненного» студента для некоторого вуза, некоторой специальности и некоторой дисциплины, и определить среднюю трудоемкость усвоения им дисциплины на минимально допустимом уровне, т.е. уровне, предполагающем получение оценки не менее удовлетворительно. Исходя из педагогической практики можно заметить, что преподаватели, как правило, учитывают общий уровень обучающихся и выделяют среди них как студентов-отличников, так и тех, кто постоянно подвержен риску неуспешного освоения дисциплины.

Чтобы уточнить характеристики обучающихся, на которые ориентируется преподаватель при проведении учебных занятий мы провели анкетирование преподавателей Сибирского федерального университета, обеспечивающих организацию образовательного процесса, результаты которого представлены в Приложении Б. Выявлено, что практически все преподаватели, участвующие в

опросе, отметили, что при подготовке и чтении лекций они в основном ориентируются на студентов категории «хорошист». В тоже время, большинство преподавателей указали, что в учебных группах, в которых они ведут практические занятия большую часть времени им приходится уделять студентам уровня «троечник». Поскольку, риск получить неудовлетворительную оценку больше у «троечников» и именно эта категория представляет собой когорту неуспешных обучающихся и создает некоторую группу риска для «отсева» студентов. Таким образом при построении образа некоторого «усредненного» студента мы видим возможным опираться на студентов, относящихся к категории «троечник» и для них, опираясь на результаты анкетирования преподавателей и с учетом их экспертного мнения было определено отношение λ/μ .

Из результатов анкетирования следует, что можно считать, что новую информацию студент получает на лекциях, а усвоение материала преимущественно осуществляется на практических, семинарских или лабораторных занятиях, а также во время самостоятельной работы. Поэтому в качестве верхней границы отношения λ/μ целесообразно выбрать величину $2/3$, так как на усвоение 1 часа лекции ($\lambda = 1$) студент должен затратить 1 час практических занятий и не менее $0,5$ часа самостоятельной работы ($\mu = 3/2$). При этом, учитывая результаты анкетирования получаем, что для студентов инженерных специальностей Сибирского федерального университета экспертная оценка минимального временного периода, после которого можно ожидать качественное улучшение знаний студента, составляет 4-5 недель. Экспертные оценки в достаточной степени подтверждаются и расчетными данными, которые представлены в Приложении А. Таким образом, в дальнейшем, при расчетах системы уравнений (2) мы принимаем $\lambda = 1$, а $\mu = 3/2$. При применении системы уравнений (2) мы будем считать поток усвоения информации постоянным, что подтверждается результатами анкетирования экспертов, в которых более 90% из них указали, что стремятся к

равномерному распределению учебного материала по трудоемкости в течение периода изучения дисциплины.

Рассматривая образовательный процесс в вузе отметим, что для каждого студента усвоение учебного материала проходит по-разному, каждый обладает разными способностями, дисциплинированностью, мотивацией и нацеленностью на результат и т.д. Поэтому разрабатываемая модель должна быть адаптирована для каждого студента таким образом, чтобы интенсивность потока усвоения информации зависела от личных характеристик обучающегося, связанных с изучением конкретной дисциплины. Это обуславливает необходимость персонификации разрабатываемой математической модели прогнозирования успешности обучения по дисциплине.

Персонифицированное представление учебного процесса в виде марковского процесса дает возможность ввести в модель прогнозирования успешности обучения студента i выбор индивидуального значения параметра μ , который будем обозначать μ_i . Для этого сначала опишем содержательную модель, имея ввиду, что основная сложность, с которой сталкиваются исследователи при построении таких моделей – определение состава предикторов, тем более, когда в модель необходимо ввести предикторы, характеризующие конкретного студента.

Введем в рассмотрение функцию $U_i(t)$, которая представляет собой *функцию персонификации процесса обучения студента* [177], которая определена на всем промежутке времени изучения данной дисциплины учебного плана. Будем считать, что она лежит в интервале от 0 до 1, то есть $0 \leq U_i(t) \leq 1$ и характеризует образовательное поведение студента по данной дисциплине таким образом, что при выполнении всех требований учебного плана и рабочей программы $U_i(t) = 1$, а при полном отсутствии включенности студента в учебный процесс по дисциплине $U_i(t) = 0$. В случае, когда функция $U_i(t)$ определена, будем считать $\mu_i(t) = \mu U_i(t)$.

Пример расчета вероятностей, приведенный в Приложении А, показывает, что функция $U_i(t)$ определяет измерение трудозатрат студента в

момент t , при этом, если значение функции в дальнейшем не изменится, то мы можем дать вероятностную оценку успешности либо неуспешности студента в результате обучения. Иначе говоря, мы будем прогнозировать успешность обучения. Отсюда следует важность определения функции $U_i(t)$ адекватно реальному процессу обучения данного студента.

При любых методах решения задачи прогнозирования риска отчисления студента, это решение опирается на цифровой след (цифровой профиль) студента, то есть на базу данных о студенте, фиксирующую его достижения за период, предшествующий моменту t . Поэтому мы тоже должны учитывать такие данные о студенте для построения функции $U_i(t)$. Однако, какой бы метод мы не использовали: нейронные сети, нечеткие множества и т.д., эффективное прогнозирование можно осуществлять только в развитой электронной информационно-образовательной среде вуза. При этом, в условиях интенсивного использования систем управления образовательным процессом в вузах широко распространенным инструментом для фиксации и сбора цифрового следа обучающихся являются электронные образовательные ресурсы и курсы. То есть в персонифицированном образовательном процессе, реализуемом в условиях ЭИОС, функция $U_i(t)$ может быть определена на основе тех данных, которые накапливаются в LMS. Например, веб-ориентированная обучающая среда Moodle позволяет собирать такой набор данных о студенте, как активность обучающихся в электронных обучающих курсах, время выполнения учебных действий обучающимися в ЭОК, число входов в ЭОК за некоторый промежуток времени, оценки за выполненные работы и т.д. Однако в условиях смешанного обучения важно учитывать также и те данные, которые формируются вне ЭИОС вуза, в частности, которые можно получить непосредственно от преподавателя дисциплины, например, аудиторная активность, посещаемость занятий и т.д.

Определяя состав данных для решения задачи прогнозирования успешности обучения важно учитывать, что их объем налагает особые требования к механизмам их сбора, обработки и хранения, а также скорость

работы алгоритмов. Это также оказывает непосредственное влияние на масштабируемость модели прогнозирования [60].

Поэтому в исследовании при выборе предикторов для корректного и объективного функционирования модели прогнозирования успешности обучения мы отталкивались от того, что предикторы должны:

- выбираться из всего многообразия данных, накопленных за продолжительный период времени и хранящихся в ЭИОС вуза;

- удовлетворять принципам универсальности и масштабируемости, т.е. предикторы должны характеризовать образовательный процесс студентов вуза по любой дисциплине учебного плана и быть независимыми от применяемой методики обучения дисциплине;

- удовлетворять принципам доступности и открытости, т.е. доступ к предикторам должен быть прямым и открытым для любого субъекта образовательного процесса;

- соответствовать требованию максимального охвата контингента, т.е. они должны отражать образовательную историю любого обучающегося вуза;

- опираться на теорию и практику педагогического анализа и управления персонифицированным образовательным процессом [71, 166];

- быть подтверждены экспертными мнениями и оценками преподавателей, сформированными на основе анализа результатов анкетирования и опросов.

В своем исследовании при выборе предикторов модели прогнозирования успешности обучения по дисциплине мы опирались на педагогический анализ, как одну из основных функций управления педагогическим процессом [71, 166]. Основная цель которого состоит в изучении состояния и тенденций развития образовательного процесса, объективной оценке его результатов и выработке рекомендаций по повышению его результативности.

Существующие в теории и практике виды педагогического анализа, а именно: *параметрический, тематический и итоговый* лежат в основе педагогического прогнозирования, рисунок 7.

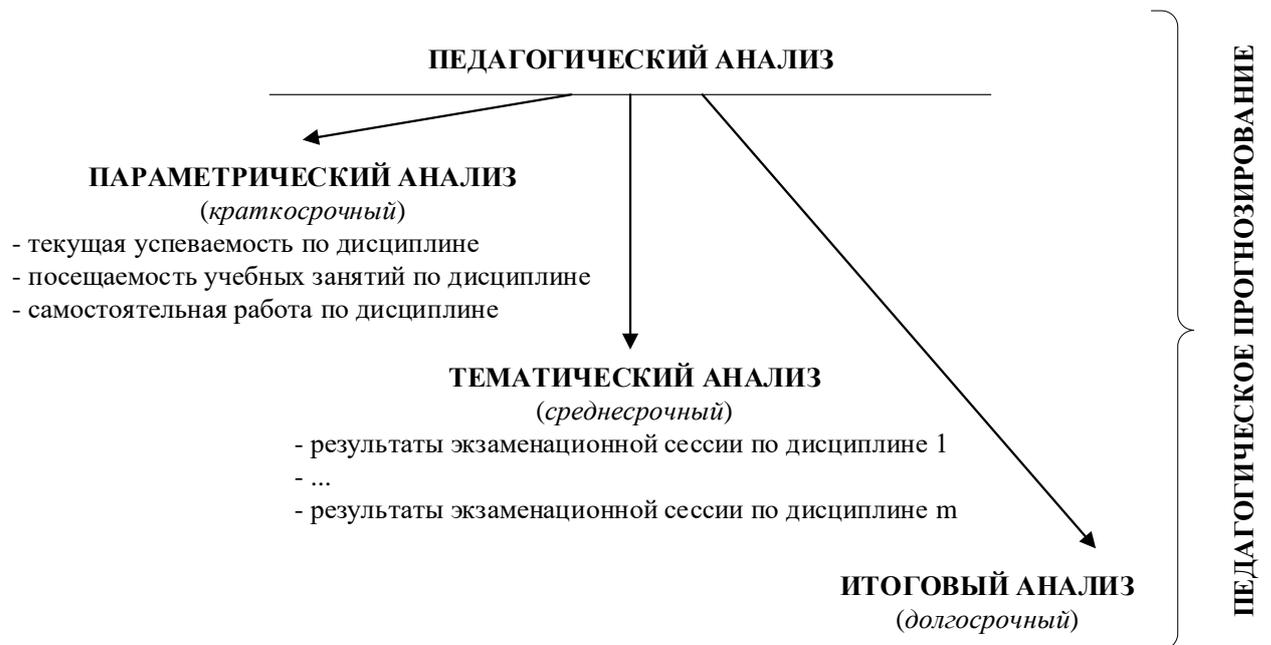


Рисунок 7 – Виды педагогического анализа

Параметрический анализ направлен на изучение и систематизацию ежедневной информации об образовательном процессе и его результатах, на выявление причин, которые его нарушают. В нашем случае параметрический анализ направлен на анализ текущей успеваемости обучаемого по дисциплине, посещаемости учебных занятий и хода выполнения самостоятельной работы (регулярность и качество). При этом результаты параметрического анализа направлены на выявление, систематизацию и обобщение возникающих причин академической неуспешности обучающихся и прогнозирование возникающих при этом последствий, что требует оперативного реагирования всех участников образовательных отношений. Результаты параметрического анализа являются краткосрочными и выступают базисом тематического анализа.

Предметом *тематического анализа* является изучение статичных зависимостей и тенденций учебного процесса, которые характеризует некоторая повторяемость. Содержание тематического анализа также направлено на изучение особенностей деятельности субъектов образовательного процесса. Например, в нашем исследовании предметом тематического анализа является прогнозирование результатов экзаменационной сессии обучающихся. Такой вид анализа относится к среднесрочному.

Рамки *итогового анализа* значительно шире, он может осуществляться по окончании изучения блока учебных дисциплин, междисциплинарного учебного модуля, курса обучения или образовательной программы. Его целью является изучение основных результатов, предпосылок и условий их достижения, а также планирование основных направлений деятельности на следующий период на основании полученных результатов.

Стоит отметить, что *педагогическое прогнозирование* – это процесс, ориентированный на раннее информирование о том или ином состоянии субъекта образовательного процесса на основе сформированного набора предикторов. Благодаря чему становится возможным построить результативный персонифицированный образовательный процесс по дисциплине и при необходимости организовать педагогическое содействие, нуждающимся в этом обучающимся.

Применение результатов прогнозирования в образовательном процессе будет эффективным, в том случае, если прогнозирование будет осуществляться на регулярной основе. И чем раньше результаты прогнозирования начнут применяться при организации персонифицированного образовательного процесса, тем наиболее результативным он будет для каждого студента. Мы полагаем, что раннее прогнозирование успешности обучения должно осуществляться на таком этапе образовательного процесса по дисциплине, при котором по результатам педагогического содействия, обучающийся будет иметь достаточный запас времени на исправление образовательной ситуации, что может быть подтверждено на следующих этапах прогнозирования успешности его обучения. В исследовании мы определили на основе результатов опытно-экспериментальной работы, что этап раннего прогнозирования целесообразно установить начиная с 7 недели. Адекватность этого срока также подтверждается научно-педагогическими исследованиями. Например, опыт зарубежных ученых Дж. Кеннеди и Д. Арендейл демонстрирует показательность первых 6 недель семестра с точки зрения оценки готовности и способности студентов к дальнейшему обучению и

важность проведения текущего контрольного среза по окончании этого периода [205]. В своей работе они предлагают для обеспечения эффективного учебного поведения студентов интегрировать в образовательный процесс по дисциплине стратегии метакогнитивного обучения. При этом отмечается, что в мероприятиях по академической поддержке студентов должны быть задействованы не только преподаватели дисциплин. Важно, чтобы различные структуры вуза принимали участие в поддержке студентов для достижения ими более высоких академических результатов и повышения эффективности выпуска.

Помимо результатов педагогического анализа при выборе предикторов модели прогнозирования успешности обучения, мы также учли экспертное мнение преподавателей, основанное на их педагогическом опыте. На основе анализа результатов анкетирования, представленных в Приложении Б можно сделать вывод, что для оценки успешности работы студентов по дисциплине преподаватели, помимо объективных параметров, опираются на собственное мнение, сформированное в результате наблюдений за учебной деятельностью обучающихся. В первую очередь педагоги отмечают для себя такие характеристики, как текущая успеваемость, дисциплинированность и вовлеченность студента в образовательный процесс по дисциплине.

Таким образом, обобщая все вышесказанное, мы включили в параметры для определения функции персонификации $U_i(t)$ такой предиктор, как *текущая успеваемость студента по дисциплине*, которая может вноситься в электронный журнал ЭОК как автоматически, так и преподавателем с некоторой заданной периодичностью, например, еженедельно или не реже, чем один раз в две недели. Для оценки дисциплинированности студента при изучении дисциплины в качестве еще одного параметра для определения функции персонификации $U_i(t)$ был включен такой предиктор как *посещаемость учебных занятий*. Кроме того, для оценки вовлеченности студента в образовательный процесс по дисциплине было решено включить объективные данные из электронных образовательных курсов. Отметим, что

еженедельно студент должен выполнять ряд заданий, направленных на оценку результатов усвоения материала и все действия по их выполнению фиксируются в ЭОК. В исследовании мы выделили все результативные действия студента в электронном обучающем курсе, то есть те его обращения к элементам электронного курса, которые завершаются оценкой, которые мы будем называть *эффективными входами обучающихся в ЭОК*. Это предиктор отражает активность обучающихся в ЭИОС вуза. Существенная корреляционная зависимость между успешностью обучения и активностью студентов в электронной среде подтверждается в научных исследованиях Z. Binbin и других авторов [190].

Представим далее формальное описание функции персонификации $U_i(t)$, считая, что все данные мы можем собирать еженедельно. Схематически параметры которой представлены на рисунке 8, где:

$O_i(t)$ – успеваемость i -го студента по дисциплине на неделе t , которая характеризует текущую успеваемость студента по дисциплине;

$P_i(t)$ – посещаемость учебных занятий i -го студента по дисциплине на неделе t , которая характеризует дисциплинированность студента при изучении дисциплины;

$V_i(t)$ – количество эффективных входов в ЭОК по дисциплине i -го студента на неделе t , которая характеризует вовлеченность студента в образовательный процесс по дисциплине, при $i = \overline{1, N}$, где N – количество студентов в группе; $t = \overline{1, \tau}$, где τ – количество недель обучения.

Текущая успеваемость студента по дисциплине	Дисциплинированность	Вовлеченность студента в учебный процесс
$O_i(t)$ – успеваемость i -го студента по неделе t	$P_i(t)$ – посещаемость учебных занятий i -го студента на неделе t	$V_i(t)$ – количество эффективных входов в ЭОК i -го студента на неделе t
$i = \overline{1, N}$, где N – количество студентов в группе; $t = \overline{1, \tau}$, где τ – количество недель обучения.		

Рисунок 8 – Схематическое представление параметров функции персонификации

В модели прогнозирования мы будем оперировать относительными понятиями успеваемости, посещаемости и эффективности входов.

Относительную успеваемость студента мы предлагаем определять, как (3):

$$\tilde{O}_i(t) = \frac{\sum_{t=1}^{\tau} O_i(t)}{\sum_{t=1}^{\tau} O_{max}(t)}, 0 \leq \tilde{O}_i(t) \leq 1, \quad (3)$$

где $\tilde{O}_i(t)$ – относительная накопленная успеваемость i -го студента на текущую неделю t ;

$O_i(t)$ – текущая успеваемость i -го студента на неделю t ;

$O_{max}(t)$ – максимальное значение текущей успеваемости по группе на неделю t .

Относительную посещаемость учебных занятий студента мы предлагаем определять, как (3):

$$\tilde{P}_i(t) = \frac{\sum_{t=1}^{\tau} P_i(t)}{\sum_{t=1}^{\tau} P_{max}(t)}, 0 \leq \tilde{P}_i(t) \leq 1, \quad (4)$$

где $\tilde{P}_i(t)$ – относительная накопленная посещаемость учебных занятий i -го студента на текущую неделю t ;

$P_i(t)$ – посещаемость учебных занятий i -го студента на неделю t ;

$P_{max}(t)$ – максимальное количество аудиторных занятий на неделю t в соответствии с графиком учебного процесса и расписанием учебных занятий.

Относительное количество эффективных входов в ЭОК мы предлагаем определять, как (4):

$$\tilde{V}_i(t) = \frac{\sum_{t=1}^r V_i(t)}{\sum_{t=1}^r V_{max}(t)}, 0 \leq \tilde{V}_i(t) \leq 1, \quad (5)$$

где $\tilde{V}_i(t)$ – относительное накопленное количество эффективных входов в ЭОК i -го студента на текущую неделю t ;

$V_i(t)$ – количество эффективных входов в ЭОК i -го студента на неделю t ;

$V_{max}(t)$ – максимальное количество эффективных входов в ЭОК по группе на неделю t .

На основе полученных данных функцию персонификации процесса обучения студента в относительном выражении соответственно предлагаем определять по формуле (5):

$$\tilde{U}_i(t) = k_1 \cdot \tilde{O}_i(t) + k_2 \cdot \tilde{P}_i(t) + k_3 \cdot \tilde{V}_i(t), 0 \leq \tilde{U}_i(t) \leq 1, \quad (6)$$

где k_1, k_2, k_3 – это веса для параметров успеваемость ($\tilde{O}_i(t)$), посещаемость ($\tilde{P}_i(t)$) и количество эффективных входов ($\tilde{V}_i(t)$) соответственно, $k_1 + k_2 + k_3 = 1$.

В связи с тем, что нормирование показателей успеваемости, посещаемости и количества эффективных входов мы осуществляем относительно максимальных значений, достигнутых в учебной группе на текущую неделю, необходимо в модели прогнозирования предусмотреть механизм исключения выбросов в данных, вызванных аномальным поведением студентов. К появлению искажений в данных может привести, например, следующее – стремительный выход студента за график учебного процесса по

дисциплине, выход студента из академического отпуски, восстановление после отчисления и перевод на другую образовательную программу и т.д. Такие ситуации часто сопровождаются наличием цифрового следа студента по дисциплине в соответствующем ему электронном обучающем курсе, то есть наличием учебных результатов в количестве, значительно превышающем результаты учебной группы.

Для качественного улучшения работы прогностической модели в исследовании применен алгоритм распознавания потенциальных выбросов, основанный на квартильном распределении данных. Рассмотрим особенности работы данного алгоритма. На первом этапе осуществляется вычисление медианы набора данных, которую обозначим как Q_2 .

На следующем этапе определяются нижний и верхний квартили набора данных, которые мы обозначим как Q_1 и Q_3 – соответственно. При этом *нижний квартиль* представляет собой величину, ниже которой располагается 25% значений набора данных. Другими словами, это половина значений, расположенных до медианы. Если до медианы расположено четное количество значений из набора данных, то необходимо вычислить Q_1 как среднее арифметическое двух средних значений. *Верхний квартиль* представляет собой величину, выше которой лежит 25% значений набора данных. Процесс вычисления Q_3 аналогичен процессу вычисления Q_1 , за исключением рассмотрения значений, расположенных выше медианы.

Затем необходимо найти *межквартильный диапазон*, который представляет собой расстояние между Q_1 и Q_3 : $(Q_3 - Q_1)$. Значение межквартильного диапазона необходимо для определения границ значений набора данных, которые не являются выбросами.

На следующем этапе мы определяем выбросы через анализ попадания значений набора данных в пределы так называемых «внутренних» и «внешних» границ. Значения, лежащие вне «внутренних границ», интерпретируются как «незначительный выброс», в то время как значения, находящиеся за «внешними границами», интерпретируются как «значительный выброс». Нахождение

внутренних границ осуществляется по следующим формулам: $(Q_3 + 1,5 \cdot (Q_3 - Q_1))$ и $(Q_1 - 1,5 \cdot (Q_3 - Q_1))$. Нахождение внешних границ набора данных осуществляется по формулам: $(Q_3 + 3 \cdot (Q_3 - Q_1))$ и $(Q_1 - 3 \cdot (Q_3 - Q_1))$. Любые значения, которые лежат за пределами внешних границ, считаются значительными выбросами.

Применение данного алгоритма позволило нам определить, являются ли некоторые значения набора данных выбросами (незначительными или значительными) и минимизировало влияние аномального поведения студентов на модель прогнозирования успешности обучения. Это позволило получить более точные выводы и обеспечило надлежащее понимание архивных статистических данных об учебной деятельности обучающихся по дисциплинам, которые были накоплены в период, предшествующий исследованию.

Также на основе архивных данных осуществлено обучение модели прогнозирования успешности обучения. Для расчета коэффициентов k_1 , k_2 , k_3 на основе обучающей выборки были вычислены коэффициенты корреляции между:

- результатами промежуточной аттестации студентов и их текущей успеваемостью ($\tilde{O}_i(t)$);
- результатами промежуточной аттестации студентов и их посещаемостью учебных занятий ($\tilde{P}_i(t)$);
- результатами промежуточной аттестации студентов и их количеством эффективных входов в ЭОК ($\tilde{V}_i(t)$).

Оказалось, что самая сильная корреляционная связь наблюдается между результатами промежуточной аттестации студентов и их текущей успеваемостью ($\tilde{O}_i(t)$) (коэффициент корреляции равен 0,71), а корреляционная связь между результатами промежуточной аттестации студентов и их посещаемостью учебных занятий, и результатами промежуточной аттестации студентов и их количеством эффективных входов в ЭОК слабее (коэффициенты, соответственно, равны 0,42 и 0,21). Исходя из этого, для

вычисления функции персонификации были рассчитаны коэффициенты: $k_1 = 0,5$; $k_2 = 0,35$; $k_3 = 0,15$. В результате, функция персонификации процесса обучения студента представляет собой (7):

$$\tilde{U}_i(t) = 0,5 \cdot \tilde{O}_i(t) + 0,35 \cdot \tilde{P}_i(t) + 0,15 \cdot \tilde{V}_i(t) \quad (7)$$

Соответственно, интенсивность процесса усвоения информации μ становится равна $3\tilde{U}_i(t)/2$, а система уравнений Колмогорова примет вид (8):

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dp_1}{dt} = 3\tilde{U}_i(t) p_2(t)/2 - p_1(t) \\ \frac{dp_2}{dt} = p_1(t) - (1 + 3\tilde{U}_i(t)/2)p_2(t) + 3\tilde{U}_i(t) p_3(t)/2 \\ \frac{dp_3}{dt} = p_2(t) - (1 + 3\tilde{U}_i(t)(t)/2)p_3(t) + 3\tilde{U}_i(t)(t)p_4(t)/2 \\ \frac{dp_4}{dt} = p_3(t) - 3\tilde{U}_i(t)(t)p_4(t)/2. \end{array} \right. \quad (8)$$

Решая систему дифференциальных уравнений, находим вероятности состояний для студента на каждой неделе при найденной текущей интенсивности процесса усвоения информации.

Пример решения системы дифференциальных уравнений (8) при начальных условиях $p_1(0) = 0$, $p_2(0) = 0$, $p_3(0) = 0$, $p_4(0) = 1$ и текущей интенсивности процесса усвоения информации μ представлен в Приложении В.

В результате решения системы дифференциальных уравнений (8) получаем вероятности $p_k(t)$ состояний для каждого обучающегося на неделе t . Так как процесс обучения длится достаточно долго, потоки событий являются простейшими и поэтому возникает вопрос о предельном поведении вероятностей при $t \rightarrow \infty$. Вероятности, не зависят от того в каком состоянии находилась система в начальный момент. Это означает, что в системе устанавливается предельный стационарный режим, в ходе которого она переходит из состояния в состояние, но вероятности состояний уже не

меняются, поэтому вероятности состояний целесообразно пересчитывать еженедельно по финальным вероятностям. Они более точно характеризуют вероятности получения оценок за зачеты или экзамены, если интенсивность процесса усвоения информации останется на постоянном уровне. Окончательная формула для расчета вероятностей при $k = 1, \dots, 4$ имеет вид (9):

$$p_k(t) = \frac{(3\tilde{U}_i(t)/2)^{4-k}}{(1 + 3\tilde{U}_i(t)/2)(1 + (3\tilde{U}_i(t)/2)^2)} \quad (9)$$

Одним из важных результатов прогнозирования успешности обучения выступает возможность кластерной дифференциации обучающихся по уровню риска академической неуспешности обучения по дисциплинам, что позволит в дальнейшем сформировать для обучающихся каждого кластера различные сценарии педагогического содействия с целью повышения успешности предметного обучения. В исследовании мы выделили три кластера обучающихся: высокого, среднего и низкого риска академической неуспешности, состав которых при необходимости может быть увеличен. Для выделения обозначенных кластеров студентов, характеризующихся высоким, средним и низким риском неуспешности обучения мы применяем формулу математического ожидания, которая для i -го обучающегося в нашем случае будет иметь вид:

$$M_i(t) = 5p_{1i}(t) + 4p_{2i}(t) + 3p_{3i}(t) + 2p_{4i}(t) \quad (10)$$

В случае, когда соблюдается неравенство и математическое ожидание $M_i \leq 2,6$, вероятности получить на экзамене оценки «отлично» или «хорошо» достаточно малы (менее 0,1 и менее 0,2, соответственно), а вероятность получения неудовлетворительной оценки достаточно высока – более 0,4. Вычисления по обучающей выборке это подтвердили. Экспериментально установлено, что кластер обучающихся высокого риска неуспешности обучения

определяется неравенством $M_i \leq 2,6$, кластер обучающихся среднего риска определяется неравенством $2,6 < M_i \leq 3,4$, а кластер студентов низкого риска – $3,4 < M_i$, таблица 2. Эти значения использовались нами как базовые и в процессе обучения модели были скорректированы, что подробно представлено в Приложении Г.

Таблица 2 – Кластеры обучающихся по группам риска

№	Кластер обучающихся	Значения математического ожидания
1	Кластер высокого риска академической неуспешности	$M_i \leq 2,6$
2	Кластер среднего риска академической неуспешности	$2,6 < M_i \leq 3,4$
3	Кластер низкого риска академической неуспешности	$3,4 < M_i$

Подводя итог и обобщая полученные результаты можно отметить, что разработанная модель прогнозирования успешности обучения по дисциплине, основана на представлении персонифицированного образовательного процесса в виде марковского процесса. Наличие развитой ЭИОС вуза обеспечивает регулярное накопление предикторов прогностической модели с возможностью их оперативного мониторинга, что в свою очередь позволяет осуществлять раннее прогнозирование успешности обучения студентов по дисциплине и последующую кластеризацию студентов по уровням риска академической неуспешности предметного обучения. Кластерная дифференциация студентов в дальнейшем позволит сформировать для каждого кластера обучающихся различные сценарии педагогического содействия с целью повышения успешности обучения, что отражено в методике педагогического содействия обучающимся на основе прогнозирования успешности обучения в условиях ЭИОС.

2.2 Методическое обеспечение педагогического содействия обучающимся на основе прогнозирования результатов обучения

Современное высшее образование ориентирует общество на создание условий для полноценного развития и поддержания обучающегося в процессе его профессиональной подготовки, оказание помощи в решении их проблем и образовательных трудностей [29]. Важной задачей модернизации образования в Российской Федерации является обеспечение доступности качественного образования, его индивидуализация и персонификация, что предполагает педагогическое воздействие, сопровождение, содействие, поддержку обучающимся, особенно неуспевающим обучающимся, попадающим в так называемые группы риска или группы особого внимания [57].

Согласно информации, представленной на ведущих отечественных образовательных порталах, под педагогическим воздействием принято понимать особый вид деятельности педагога, цель которой – достижение позитивных изменений психологических характеристик воспитанника, например, потребностей, установок, отношений, состояний, моделей поведения. Принципы педагогического воздействия основаны на уважении к обучающемуся, пониманию его душевного состояния, изучении мотивов и внешних обстоятельств совершаемых им поступков, заинтересованности в академической успешности студента.

Предпосылками к появлению идеи педагогического сопровождения в его современном виде стали работы Г.М. Бардиер, О.С. Газмана, И.В. Дубровиной, Е.И. Рогова и др., которые, используют синонимичные сопровождению понятия, относящиеся к педагогическому содействию, воздействию и помощи обучающимся [174].

В педагогике поддержка описывается такими категориями, как: «взаимодействие», «сопровождение», «содействие», «стимулирование», «помощь» и т.д. Педагогическое сопровождение студента в вузе должно быть направлено на максимальную помощь личностному и профессиональному

развитию. И задача вуза состоит в создании условий для самореализации личности, в нахождении средств и методов, позволяющих студентам раскрыть личностный потенциал, не навязывая им свое видение [29]. Сегодня образование нацелено не только на создание условий для успешной учебной деятельности, но и предполагает реализацию персонифицированного подхода к каждому студенту с учетом его индивидуально-личностных особенностей и задатков [105].

Согласно исследованиям Ю.В. Слюсарева и В.И. Слободчикова, педагогическое сопровождение представляет собой «деятельность преподавателей, включающую как активное и постоянное стимулирование и мотивацию к обучению, обнаружение потенциала в обучающихся, так и психолого-педагогическую поддержку, и совместное решение возникающих проблем» [144, 143, 105].

Отмечается в литературе, что педагогическое сопровождение обучающихся имеет тесную связь с педагогической поддержкой. Представляет интерес позиция Н.М. Борытко [19], полагающего, что «педагогическое сопровождение отлично от поддержки за счет его непрерывности, в то время как педагогическая поддержка направлена на преодоление конкретных затруднений и совместную работу со студентом по определению его интересов, склонностей, способностей, ценностно-целевых установок, возможностей и способов преодоления трудностей, препятствующих саморазвитию» [136]. В педагогику это понятие было введено в исследованиях Н.Б. Крыловой [76]. Педагогический смысл понятия поддержка по мнению Т.В. Анохиной, заключается в следующем: «поддерживать можно лишь то, что уже имеется в наличии (но на недостаточном уровне, количестве, качестве), т.е. поддерживается «самодвижение», развитие «самости», самостоятельности человека» [6, 105].

В исследованиях А.В. Остапенко рассмотрены актуальные проблемы осуществления педагогической поддержки личностного и профессионального развития студентов и педагогическая поддержка рассматривается как одна из

методологических основ педагогического сопровождения саморазвития личности студента в условиях вуза. В исследовании выделяется группа студентов, которые могут принимать пассивную или выжидательную позицию в образовательном процессе, что требует проведения с ними коррекционной и активной консультативной работы. В рамках исследования О.А. Остапенко осуществляется выявление и систематизация проблем, возникающих перед обучающимися в ходе образовательного процесса, и предлагаются возможные направления осуществления и этапы реализации педагогической поддержки будущих юристов [105].

В исследовании Е.С. Беловой «Организационные условия педагогической поддержки социализации студента в образовательном процессе вуза» конкретизирована трактовка организационных условий педагогической поддержки социализации студента вуза и систематизирована совокупность мер. Среди которых выделены:

- социализирующе-содержательные (меры, направленные на педагогическую поддержку социализации студента в течение всего периода обучения);
- паритетно-партисипативные (меры, направленные на равноправное взаимодействие субъектов образовательного процесса);
- корпоративно-культурные (меры, направленные на установление взаимоотношений между субъектами образовательного процесса согласно организационно-корпоративной этики вуза);
- оперативно содействующие (меры, направленные на повышение самосовершенствования и успешности обучающегося);
- динамичные и прогностичные (меры, направленные на анализ содержания материала, транслируемого преподавателем с точки зрения формирования способности к осознанию обучающимся важности накопления знаний, умений и навыков, необходимых ему в будущей профессиональной деятельности) [10].

Предложенная автором классификация предопределяет в своем интеграционном единстве эффективность решения задач педагогической поддержки процесса социализации студента в вузе [10].

На основе анализа научно-педагогической литературы, посвященной поиску и анализу трудностей в учебном процессе, возникающих у студентов вуза, стоит отметить отсутствие комплексных полномасштабных исследований в этой области. К существующим работам можно отнести, например, исследование Е.Ю. Шлюбуль направленное на моделирование педагогической поддержки студента в образовательном процессе куратором на основе выявленных трудностей, возникающие у студента в образовательном пространстве вуза [181]. Предложенная в работе модель педагогической поддержки куратором направлена на личностно-профессиональное становление студента в процессе индивидуальных и групповых форм работы. В качестве мер кураторской поддержки выделены:

- изучение индивидуальных особенностей студентов и выявление трудностей, возникающих у студента в образовательном процессе;
- оказание превентивной и оперативной помощи в разрешении выявленных трудностей;
- поддержка инициативных и творческих проявлений студента;
- работа с запросами и личностными ожиданиями студентов.

Стоит отметить, что в исследовании функции и роль куратора и направления его деятельности меняются в зависимости от курса обучения, основные функции куратора первого курса: содействие в адаптации в вузовском пространстве, поддержка, опека; второго и третьего курсов: посредничество и координация, четвертого и пятого курсов: консультации. В работе поддержка обучающихся кураторами раскрывается не как поддержка предметного обучения, а в первую очередь, как социально-психологическая поддержка, зависящая от возрастных показателей студентов, уровня их потенциальных и реальных возможностей, что необходимо развивать с точки

зрения создания механизмов педагогического сопровождения студентов по учебным дисциплинам для повышения академической успешности.

Рассматривая необходимость педагогической поддержки и содействия важность представляет нивелирование психологических трудностей обучающихся с которыми они часто сталкиваются в процессе возникновения академической неуспеваемости по дисциплинам и как следствия в процессе отчисления из вуза. Интерес к изучению этого вопроса серьезно возрос после опубликованной в 1975 году работы Винсенто Тинто «Отчисленные в высшем образовании: теоретическое обобщение последних исследований» [214]. Тинто развивает так называемую модель интеграции (*integration model*), согласно которой академическая неуспешность связана главным образом с вовлеченностью в студенческую жизнь. Модель отсева (*attrition model*) Джона Бина, разработанная на основе эмпирических исследований ранжируя факторы, влияющие на неуспешность студентов, выделяет в качестве одного из основных параметров – проблемы с предметной успеваемостью обучающихся [189].

Несмотря на значительное количество работ, в которых предпринимаются попытки прогнозирования успеваемости по отдельным дисциплинам и выделения некоторых кластеров обучающихся, классифицированных по группам риска, описание мер педагогического содействия обучающимся носят фрагментарный характер.

В классической педагогической литературе существует следующая классификация мер педагогического содействия в отношении обучающихся. *По степени участия других участников образовательного процесса* выделяют непосредственную и опосредованную поддержку.

– Непосредственная поддержка осуществляется в процессе коммуникации участников образовательного процесса, а именно преподавателя и обучающихся. Такая поддержка характеризуется ее направленностью на конкретного студента, а не на группу в целом.

– Опосредованная поддержка реализуется преподавателем через примеры из собственной педагогической практики или опыт авторитетных для

обучающихся личностей. Ее целью выступает стимулирование студентов к самостоятельному разрешению проблем, формированию собственного видения и способности к осознанию своих образовательных потребностей. Этот тип поддержки реализуется через взаимодействие преподавателя с учебной группой в целом.

По времени оказания различают опережающую, своевременную и предупреждающую последствия поддержку.

– Суть опережающей поддержки состоит в том, что преподаватель заблаговременно обращает внимание студентов на определенные нюансы в образовательном процессе по дисциплине, на которые необходимо обратить пристальное внимание обучающихся до возникновения проблем. Это помогает обучающимся своевременно наработать определенные навыки, приемы и методы благополучного разрешения затруднений, которые могут возникнуть. Целью данного вида мер является создание педагогических ситуаций, проживание которых помогает студентам выработать индивидуальные стратегии поведения в образовательной проблеме.

– Своевременная поддержка должна осуществляться в момент выявления проблем у студента. Наиболее распространенной формой коммуникации при реализации этого типа поддержки выступает диалог или интервьюирование. По результатам которой должен реализовываться комплекс мероприятий, направленных на нивелирование выявленных у обучающегося первостепенных проблем и трудностей.

– Поддержка, предупреждающая последствия, реализуется тогда, когда у обучающегося уже случились проблемы в процессе обучения. Она направлена на снятие страхов и ликвидацию стрессов, снятие напряженности, что позволяет студенту адекватно оценить ситуацию и минимизировать дальнейшие возможные последствия.

По длительности поддержка разделяется на следующие виды: единовременная, пролонгированная и дискретная.

– Единовременная поддержка необходима тогда, когда студенту важно лишь дать толчок, некоторый первоначальный импульс, тем самым стимулировать его к самостоятельному решению возникших проблем. Целью коммуникации педагога с обучающимся становится пробуждение его внутренних резервов и формирование в нем собственной уверенности в своих силах.

– Пролонгированная поддержка необходима, когда студент продолжительное время демонстрирует неспособность справиться с возникшей у него проблемой. Она наиболее часто реализуется через некоторый набор консультаций преподавателя и студента и направлена на формирование внутренней уверенности у обучающегося в том, что ему при необходимости может быть обеспечена регулярная помощь и содействие, что оказывает положительное влияние на ход образовательного процесса и его отношение к нему.

– Дискретная поддержка может быть оказана эпизодически, в ситуации, когда необходима некоторая корректировка хода развития образовательной ситуации. При этом педагогу доступны разнообразные виды педагогической деятельности и их сочетания, на выбор которых оказывает влияние характер возникающих проблем в обучении студента. Естественно, что профессионализм и вовлеченность в процесс преподавателя, искренняя заинтересованность в разрешении проблемы определяют спектр применяемых педагогических приемов.

По степени охвата различают групповую и индивидуальную поддержку:

– Групповая форма поддержки – это групповая работа всех участников образовательного процесса в периоды адаптации обучающихся к образовательному процессу в вузе, например, в первом семестре первого курса, после каникул, в период карантина и др.

– Индивидуальная поддержка направлена на персонифицированную помощь каждому обучающемуся согласно его образовательной ситуации.

Виды педагогической деятельности также классифицируют по возрастным группам: забота – первый курс, помощь – второй курс, поддержка – третий курс, сопровождение – старшекурсники. Таким образом, педагогическая поддержка со временем перерастает в педагогическое сопровождение обучающегося [3]. В современных условиях актуальность приобретают не отдельные меры поддержки обучающегося, а конкретные педагогические сценарии, направленные на поддержку и помощь обучающемуся в зависимости от результатов прогнозирования успешности предметного обучения [201].

На основе представленной методической модели построения персонифицированного образовательного процесса (параграф 1.3) и модели прогнозирования успешности предметного обучения (параграф 2.1) была разработана методика педагогического содействия обучающимся в вузе в условиях ЭИОС. При построении методики мы отталкивались от выделенных в исследовании кластеров обучающихся: высокого, среднего и низкого риска неуспешности предметного обучения, о которых подробно говорилось в параграфе 2.1. В отношении каждого кластера обучающихся были разработаны различные сценарии педагогического содействия с целью повышения успешности их обучения и повышения мотивации к дальнейшему развитию.

Стоит отметить, что каждый сценарий педагогического содействия предполагает, что всем субъектам образовательного процесса отведена определенная роль. В исследовании мы определили следующие роли участников образовательного процесса, а именно:

- обучающийся,
- преподаватель,
- руководство вуза,
- родитель.

В исследовании на основе анализа мер, применяемых к обучающимся в образовательном процессе в вузе и существующих педагогических практик, нами была предложена следующая классификация видов педагогического содействия обучающимся:

- административный;
- организационный;
- социально-экономический;
- педагогический;
- воспитательный;
- стимулирующий (поощряющий/мотивирующий);
- консультационный;
- информационный.

На основе предложенной классификации была разработана схема взаимодействия субъектов персонифицированного образовательного процесса, отражающая обозначенные виды педагогического содействия обучающемуся (рисунок 9).

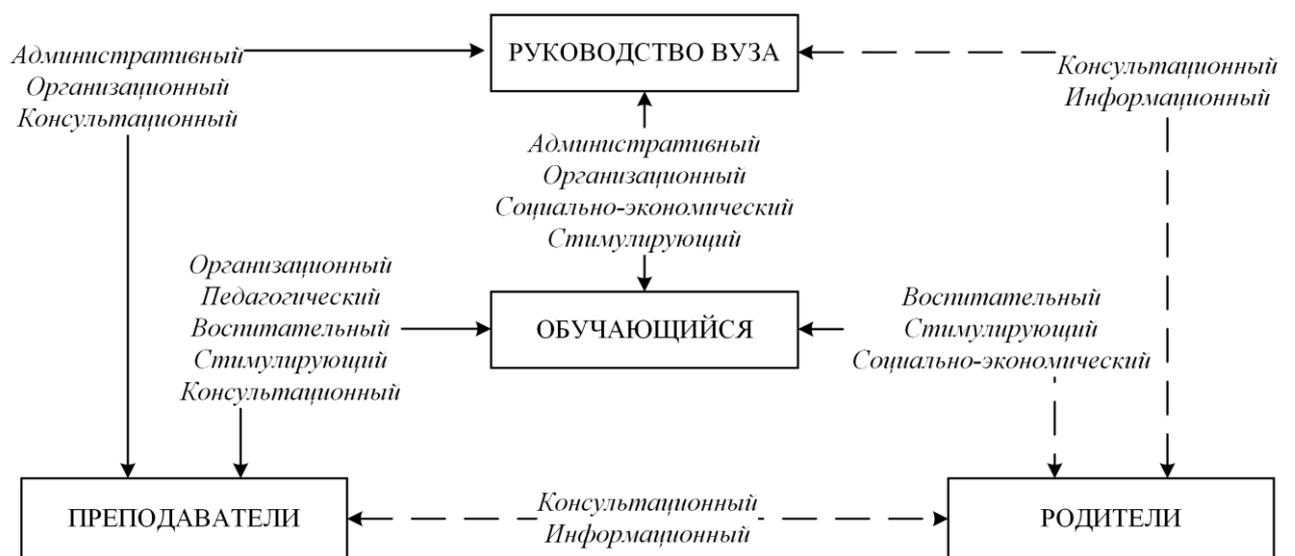


Рисунок 9 – Схема взаимодействия субъектов персонифицированного образовательного процесса

На основе предложенной схемы взаимодействия в исследовании разработаны педагогические сценарии, соответствующие выделенным кластерам обучающихся высокого, среднего и низкого риска академической неуспешности по дисциплине [152].

Реализацию сценария педагогического содействия студентам, отнесенным к *кластеру высокого риска неуспешности обучения по дисциплине*, рекомендуется начинать с 7 недели обучения, что соответствует этапу раннего прогнозирования и позволяет своевременно оказать поддержку обучающимся и предотвратить возникновение и накопление проблем в обучении по дисциплине. Разработанный сценарий включает в себя следующие этапы.

1. Отнесение обучающегося к кластеру высокого риска неуспешности обучения по дисциплине на основе динамически формируемых результатов прогнозирования успешности предметного обучения (в соответствии с моделью, представленной в параграфе 2.1).

2. Анкетирование/интервьюирование обучающегося с целью выявления причин возникновения проблем предметного обучения (например, выявление личных факторов, трудностей в освоении учебного материала, материально-технических проблем и т.д.).

3. Разработка индивидуальных рекомендаций для каждого студента по повышению образовательных результатов и выхода из кластера высокого риска в зависимости от результатов, полученных на этапе 2 сценария. Программа индивидуальных рекомендаций может включать в себя дополнительные занятия, индивидуальную работу с преподавателем, использование дополнительных учебных материалов.

4. Оказание студентам поддержки и помощи в решении проблем обучения другими участниками (субъектами) образовательного процесса, в зависимости от их роли, а именно преподавателем, руководством вуза или родителем.

5. Применение в персонифицированном обучении по дисциплине дополнительных методических материалов и источников, помогающих разобраться с возникающими проблемами усвоения материала дисциплины, разъяснить сложные вопросы, устранить выявленные пробелы в знаниях. К таким материалам можно отнести, например, электронные обучающие модули и ресурсы, онлайн тренажеры, массовые открытые образовательные курсы,

адаптивные электронные обучающих курсы и персонализированные адаптивные обучающие системы предметного обучения, обеспечивающие построение индивидуальных образовательных траекторий и маршрутов.

6. Формирование ранжированных списков обучающихся в зависимости от результатов прогнозирования успешности, регулярная публикация рейтингов успешных студентов с целью применения мотивационных и позитивных методов их поддержки.

7. Проведение регулярных консультаций с целью организации воспитательной работы с семьей обучающегося, а также информирование родителей о прогрессе студента и привлечение их к процессу поддержки (при наличии согласия со стороны обучающегося).

8. Организация и проведение регулярного мониторинга результатов прогнозирования успешности обучения и результатов обучения по дисциплине с целью оценки и корректировки принятых мер педагогического содействия студенту, направленных на его выход из кластера высокого риска академической неуспешности.

Схематически сценарий педагогического содействия студентам, отнесенным к кластеру высокого риска неуспешности обучения по дисциплине представлен на рисунке 10.

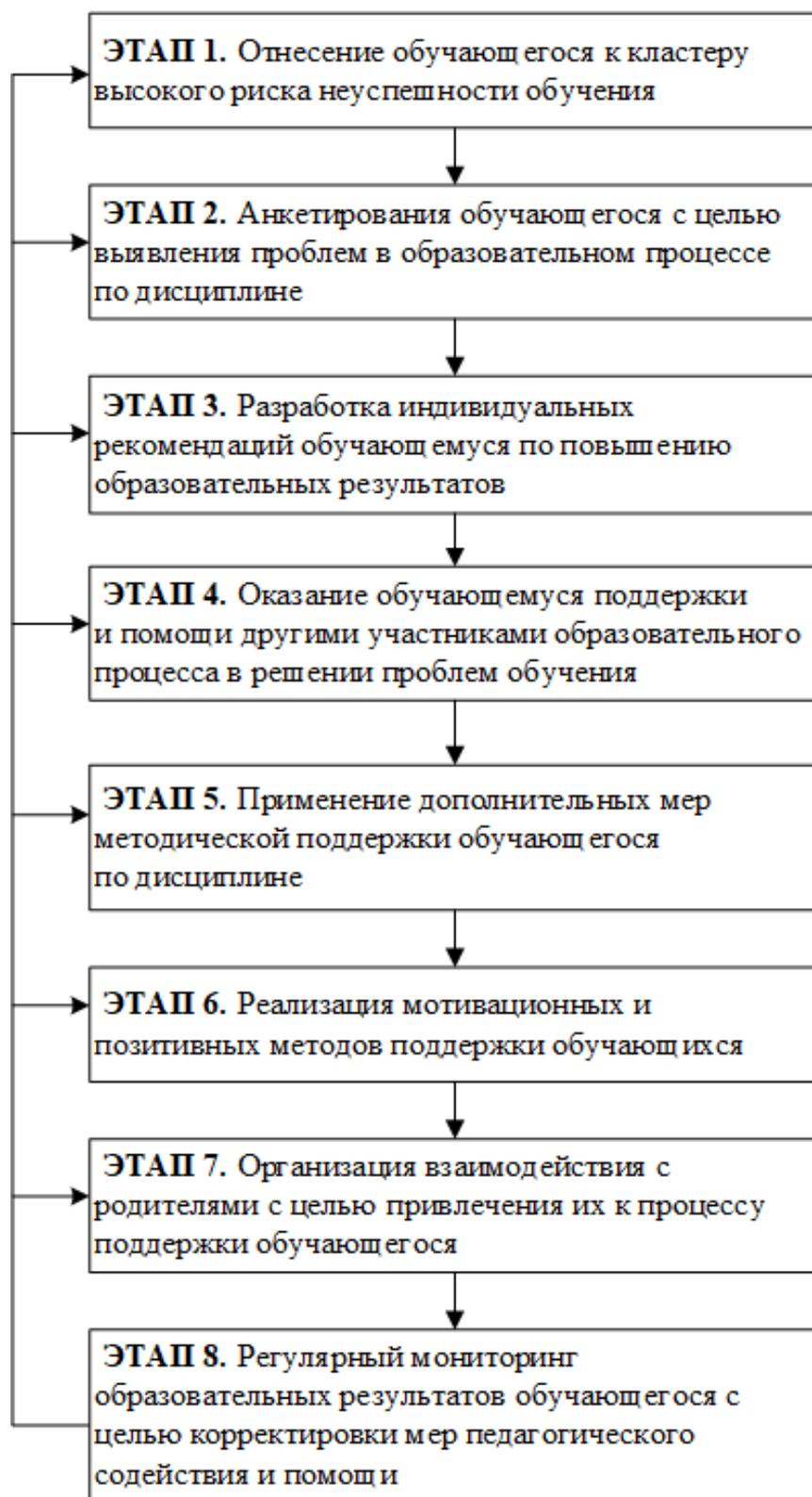


Рисунок 10 – Схематическое представление сценария педагогического содействия студентам кластера высокого риска

Реализация сценария педагогического содействия студентам, отнесенным к кластеру *среднего риска неуспешности обучения по дисциплине*, дает возможность обучающимся перейти в кластер низкого риска по дисциплине и предотвратить их переход в кластер высокого риска. Разработанный сценарий включает в себя следующие этапы.

1. Отнесение обучающегося к кластеру среднего риска на основе динамически формируемых результатов прогнозирования успешности предметного обучения (в соответствии с моделью, представленной в параграфе 2.1).

2. Выявление мотивов и целей обучающегося, анализ возможных проблем и сложностей в обучении с целью предотвратить его возможный переход в кластер высокого риска академической неуспешности или при необходимости оказать студенту содействие по переходу в кластер низкого риска, например, при выявлении потенциальных возможностей студента или наличии запроса со стороны обучающегося.

3. Построение индивидуальной траектории работы по дисциплине со студентом группы среднего риска на основе выявленных на втором этапе сценария мотивов, целей и образовательных способностей обучающегося, при этом его индивидуальная траектория может быть направлена на переход студента в кластер низкого риска, на обеспечение стабильного нахождения студента в кластере среднего риска или предотвращение «скатывания» студента в кластер высокого риска академической неуспешности.

5. Организация регулярного индивидуального консультирования по возникающим у студента вопросам другими участниками (субъектами) образовательного процесса в зависимости от их роли, а именно преподавателем, руководством вуза или родителем.

6. Формирование подгрупп студентов с одинаковыми мотивами, запросами и образовательными проблемами для организации коллективной работы, взаимного обмена опытом и навыками, поддержки друг друга и совместной работы по достижению образовательных целей.

7. Использование дополнительных учебных материалов и мероприятий, направленных на лучшее понимание учебного материала студентами и повышение их результатов обучения по дисциплине.

6. Организация регулярных мероприятий (публикация ранжированных списков обучающихся; отправка мотивирующих сообщений обучающимся в ЭОИС вуза и др.), нацеленных на поощрение студентов, которые достигают определенных образовательных успехов, что поможет им сохранять мотивацию и продолжать работу по достижению образовательных целей.

7. Организация и проведение регулярного мониторинга результатов прогнозирования успешности обучения по дисциплине с целью анализа и оценки продуктивности реализации педагогического сценария, обеспечивающего стабильную принадлежность обучающегося кластеру среднего риска и направленного на предотвращение его перехода в кластер высокого риска академической неуспешности.

Схематически сценарий педагогического содействия студентам, отнесенным к кластеру среднего риска неуспешности обучения по дисциплине представлен на рисунке 11.

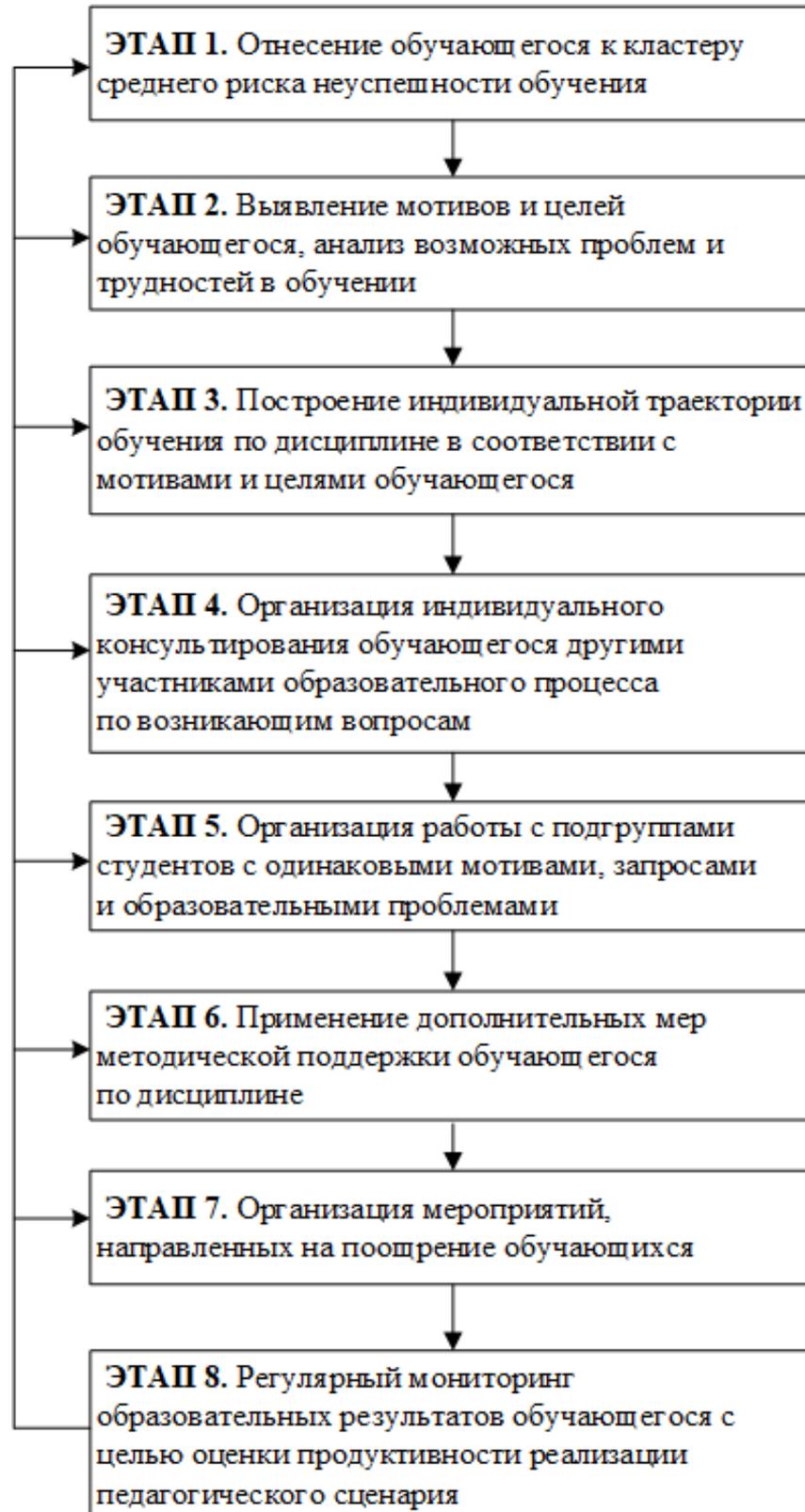


Рисунок 11 – Схематическое представление сценария педагогического содействия студентам кластера среднего риска

Реализация сценария педагогического содействия студентам, отнесенным к *кластеру низкого риска неуспешности обучения по дисциплине*, направлена на предотвращение их перехода в кластер среднего и высокого риска, а также на поощрение успешных обучающихся и привлечение их к научно-исследовательской и проектной деятельности, а также к участию в различных мероприятиях по профилю будущей профессиональной деятельности. Разработанный сценарий включает в себя следующие этапы.

1. Отнесение обучающегося к кластеру низкого риска на основе динамически формируемых результатов прогнозирования успешности предметного обучения (в соответствии с моделью, представленной в параграфе 2.1).

2. Выявление интересов и персональных академических целей обучающегося, в том числе, склонности к индивидуальной или групповой работе, предпочтений по видам коммуникации и взаимодействия для выбора наиболее подходящих ему форм, методов, средств обучения и подходов к развитию обучающегося (например, организация индивидуальной или командной работы над научными проектами, изучение и прохождение дополнительных курсов повышения квалификации, участие в научных конференциях и семинарах и т.д.).

3. Осуществление индивидуальной наставнической и консультационной поддержки студента на основе выявленных на этапе 2 предпочтений, направленной на методическое обеспечение поддержания и роста академической успеваемости обучающегося по дисциплине.

4. Организация регулярной групповой работы с обучающимися, направленной на обсуждение и распространение наиболее успешного и позитивного опыта других студентов и привлечение к участию в инновационных и научных проектах или иных образовательных задач.

5. Проведение мероприятий, направленных на коммуникацию студентов с другими обучающимися, экспертами и наставниками в области их академических интересов. К таким мероприятиям можно отнести участие в

конференциях, научных выставках, круглых столах, общении в академических социумах с целью получения новых знаний и компетенций.

6. Организация деятельности, направленной на повышение мотивации и поощрения студентов, которые достигли успехов в изучении дисциплины. Обеспечение публичного признания их результатов, а также возможности поделиться своими знаниями, опытом и практиками, что может мотивировать обучающихся к дальнейшему успешному обучению.

7. Организация и проведение регулярного мониторинга результатов прогнозирования успешности обучения по дисциплине с целью анализа динамики прогресса студента и оценки адекватности принятых мер педагогического содействия, обеспечивающих устойчивое отнесение его к кластеру низкого риска академической неуспешности или предотвращающих его попадание в кластер среднего или высокого риска неуспешности.

Схематически сценарий педагогического содействия студентам, отнесенным к кластеру низкого риска неуспешности обучения по дисциплине представлен на рисунке 12.

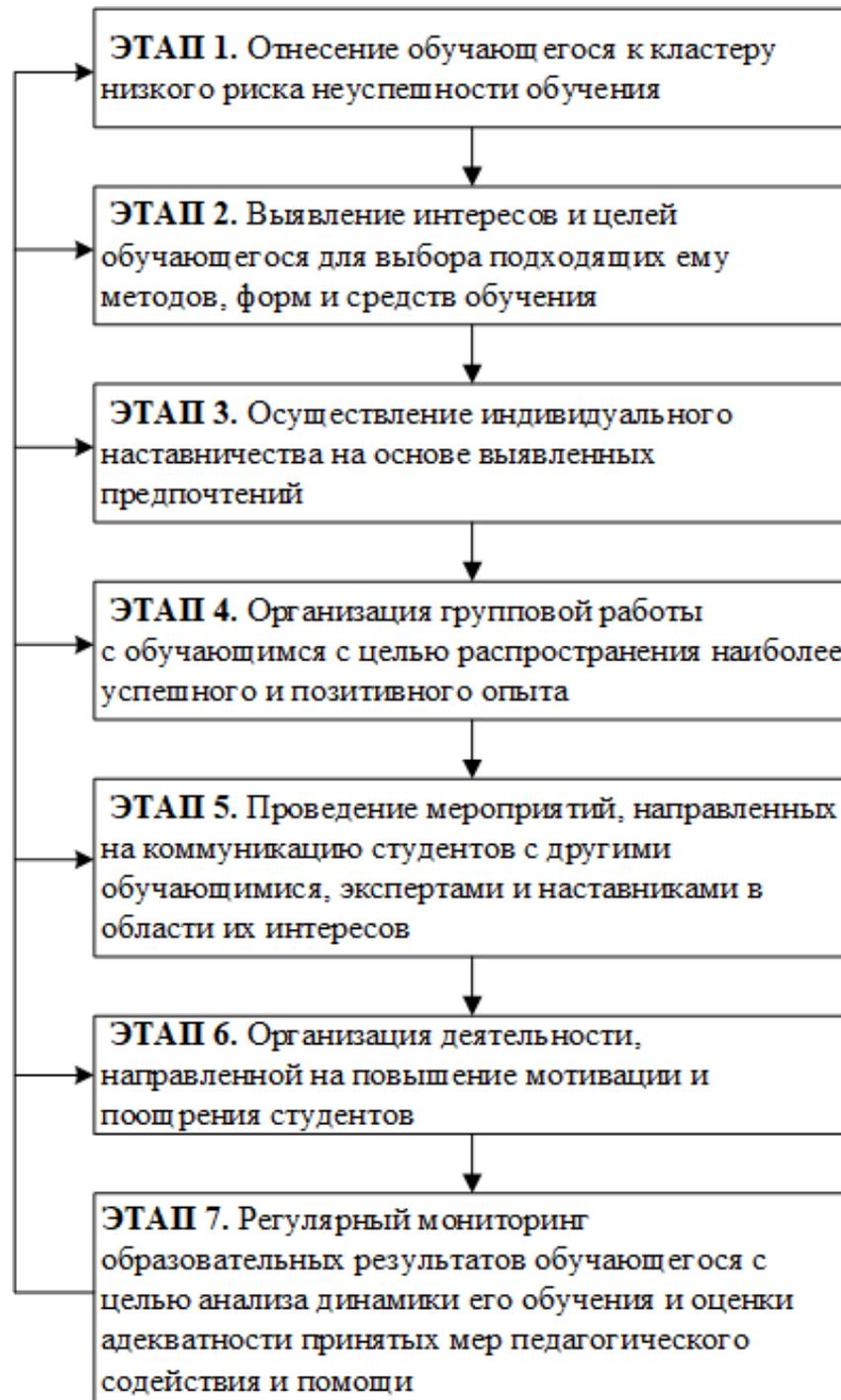


Рисунок 12 – Схематическое представление сценария педагогического содействия студентам кластера низкого риска

Таким образом, на основе проведенного анализа научно-педагогической литературы и накопленного педагогического опыта в исследовании разработана методика педагогического содействия обучающимся на основе прогнозирования успешности предметного обучения, которая включает в себя три типа сценария педагогического содействия студентам. Сценарии педагогического содействия студентам разработаны для обучающихся, отнесенных к одному из кластеров высокого, среднего и низкого риска академической неуспешности по дисциплине и представляют собой последовательности этапов, реализуемые различными участниками образовательного процесса, в зависимости от их роли, например, преподаватель, руководство вуза или родитель.

В основу построения сценариев была положена разработанная в исследовании схема взаимодействия субъектов персонифицированного образовательного процесса, отражающая выделенные нами виды педагогического содействия обучающемуся, а именно: административный, организационный, социально-экономический, педагогический, воспитательный, стимулирующий (поощряющий/мотивирующий), консультационный и информационный.

Реализация предложенных в работе сценариев педагогического содействия студентам направлена на:

- выход обучающегося из кластера высокого риска академической неуспешности, если студент отнесен к кластеру высокого риска;
- стабильное отнесение обучающегося к кластеру среднего риска и предотвращение его перехода в кластер высокого риска академической неуспешности, если студент отнесен к кластеру среднего риска;
- устойчивое нахождение обучающегося в кластере низкого риска академической неуспешности и предотвращение его попадания в кластер среднего или высокого риска академической неуспешности, если студент отнесен к кластеру низкого риска.

Отметим, что полнофункциональная реализация сценариев педагогического содействия студентам, относящимся к различным кластерам, выделенным в настоящем исследовании, достигается путем привлечения к данному виду деятельности кураторов, наставников или тьюторов по воспитательной работе обучающихся [155, 151, 157], а также в условиях наличия развитой ЭИОС вуза, обеспечивающей реализацию персонифицированного образовательного процесса на основе прогностической модели успешности предметного обучения.

2.3 Апробация методики педагогического содействия обучающимся по дисциплине

Целью опытно-экспериментальной работы (ОЭР) является эмпирическая проверка сформулированной в работе гипотезы и доказательство результативности разработанных моделей (параграфы 1.3 и 2.1) и методики педагогического содействия обучающимся, реализуемой на основе модели прогнозирования успешности предметного обучения (параграф 2.2).

Опытно-экспериментальная работа в рамках диссертационного исследования осуществлялась в период с 2013 года по 2023 год в образовательном процессе студентов Института космических и информационных технологий ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет». В эксперименте приняли участие 209 студентов бакалавриата, обучающихся по направлениям подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» и 09.03.02 «Информационные системы и технологии» и изучающие дисциплину «Алгебра и геометрия». Из них экспериментальная группа (ЭГ) составила 104 студента и контрольная группа (КГ) – 105 студентов. Обучение студентов ЭГ было организовано в условиях персонифицированного образовательного процесса по дисциплине «Алгебра и геометрия» с использованием одноименного унифицированного электронного обучающего курса в I семестре и активным внедрением в образовательный процесс по дисциплине сценариев педагогического содействия студентам на основе разработанной и внедренной прогностической модели. Обучение студентов КГ также было организовано в условиях персонифицированного образовательного процесса с использованием унифицированного электронного обучающего курса «Алгебра и геометрия» в I семестре, но методика педагогического содействия в отношении данных студентов не применялась.

Проведенная опытно-экспериментальная работа включила в себя следующие этапы исследования: констатирующий, формирующий и обобщающий.

На констатирующем этапе исследования (2013-2016 гг.) с целью научного обоснования и дальнейшей разработки модели прогнозирования успешности обучения в условиях персонифицированного образовательного процесса в вузе проводился теоретический анализ степени разработанности проблемы исследования, определялись методология, цель, гипотеза, задачи исследования, осуществлялся анализ федеральных нормативных актов, производилось уточнение понятийно-терминологического аппарата, обосновывалось содержание и этапы опытно-экспериментальной работы, обосновывались методы изучения предмета и объекта исследования.

В процессе констатирующего эксперимента также были проведены анкетирования, опросы и беседы с обучающимися и преподавателями института космических и информационных технологий (ИКИТ) Сибирского федерального университета, направленные на исследование проблем, связанных с низкими показателями результативности учебного процесса, высоким процентом отчислений, снижением вовлеченности обучающегося в процесс изучения дисциплины, потерей мотивации к обучению и др. Основываясь на собственном педагогическом опыте, анализе реальной образовательной практики, а также опираясь на наблюдения за процессом обучения студентов и оценку существующих подходов к реализации образовательного процесса в вузе, нами была выявлена необходимость прогнозирования образовательных результатов обучающихся на протяжении учебного семестра на основе данных учебной аналитики, формируемой в ЭИОС вуза, для оказания своевременных мер педагогического содействия студентам с целью повышения качества предметного обучения.

Анализ педагогического опыта преподавателей и мнений обучающихся наряду с результатами теоретических изысканий подтвердили важность осуществления процесса раннего прогнозирования и необходимость разработки методической модели построения персонифицированного образовательного процесса по дисциплине на основе прогнозирования успешности обучения в

ЭИОС, прогностической модели успешности предметного обучения и методики педагогического содействия обучающимся вуза.

Полученные результаты констатирующего этапа определили цели и задачи формирующего этапа исследования (2017-2021 гг.). В рамках формирующего этапа в работе:

- введено понятие «успешность обучения», которое в дальнейшем является основополагающим понятием в предложенной модели прогнозирования успешности предметного обучения;

- выявлены основные особенности персонифицированного образовательного процесса в вузе, которые учтены при разработке методической модели персонифицированного образовательного процесса;

- разработана методическая модель персонифицированного образовательного процесса на основе прогнозирования успешности обучения в ЭИОС, включающая целевой, концептуальный, содержательно-технологический и результативно-прогностический блоки;

- осуществлен анализ существующих в отечественной и зарубежной практике моделей и подходов к прогнозированию результатов обучения;

- разработана и обучена модель прогнозирования успешности предметного обучения в вузе;

- выявлены существующие механизмы поддержки и помощи студентам, а также рассмотрены различные виды и подходы к классификации мер педагогического содействия в их отношении;

- предложена классификация видов педагогического содействия обучающимся: административный, организационный, социально-экономический, педагогический, воспитательный, стимулирующий (поощряющий/мотивирующий), консультационный, информационный с учетом таких ролей участников образовательного процесса, как обучающийся, преподаватель, руководство вуза, родители;

– спроектирована схема взаимодействия субъектов персонифицированного образовательного процесса, отражающая выявленные виды педагогического взаимодействия между ними;

– разработана методика педагогического содействия обучающимся, включающая педагогические сценарии, соответствующие выделенным кластерам обучающихся высокого, среднего и низкого риска академической неуспешности по дисциплине на основе результатов работы прогностической модели;

На обобщающем этапе исследований (2022-2023 гг.) был проведен анализ, систематизация и обобщение полученных результатов, осуществлено оформление рукописи диссертационного исследования.

В процессе опытно-экспериментальной работе применялись различные методы исследования, в том числе оценочно-диагностические (тесты, опросники, экспертная оценка, наблюдение и др.) и математико-статистические (сравнение, критерий Стьюдента, коэффициент асимметрии и показатель эксцесса, критерий Левене и др.), что позволило оценить результативность внедрения в персонифицированный образовательный процесс методики педагогического содействия обучающимся на основе прогнозирования успешности предметного обучения.

Для апробации результатов диссертационного исследования и автоматизации процессов расчета прогностической модели был спроектирован и разработан модуль «Успешность обучения» автоматизированной системы управления ИКИТ (АСУ ИКИТ) СФУ, которая выступает компонентом ЭИОС вуза.

Назначение АСУ ИКИТ состоит в автоматизации и сопровождении образовательного процесса института. Например, информационного обеспечения преподавателей, студентов и родителей, ведения паспортов групп и зачетных книжек студентов, формирования приказов о движении контингента студентов, создания электронных ведомостей и подписания их

преподавателями при помощи электронной подписи и др. Укрупненная схема интеграции АСУ ИКИТ в ЭИОС вуза представлена на рисунке 13.



Рисунок 13 – Схема интеграции АСУ ИКИТ в ЭИОС вуза

Разграничение прав доступа к АСУ ИКИТ и функциональные возможности участников персонифицированного образовательного процесса зависят от их ролей, что обеспечивается наличием личных кабинетов [172, 170, 171], рисунок 14.

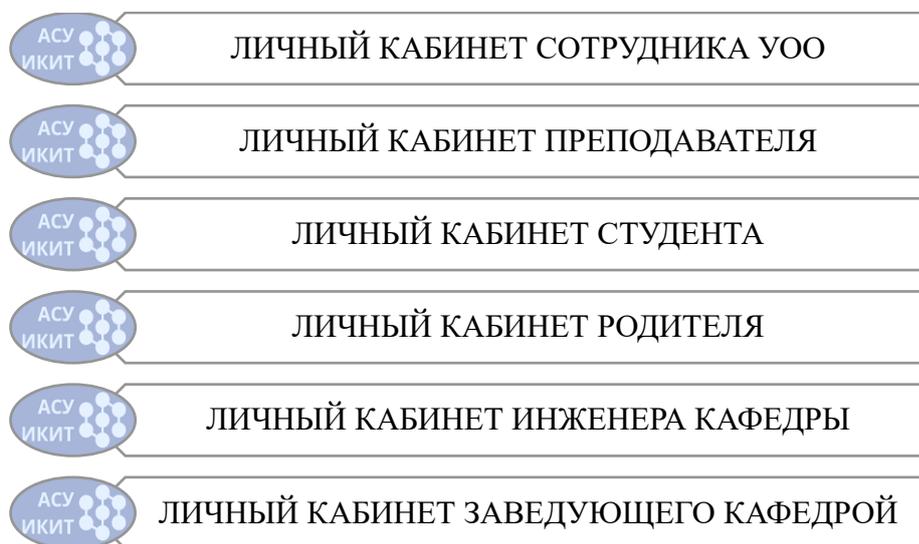


Рисунок 14 – Личные кабинеты АСУ ИКИТ

Работа модуля «Успешность обучения» состоит в реализации расчетов модели раннего прогнозирования успешности обучения на основе данных

цифрового следа студентов, доступных в ЭИОС СФУ и последующей кластерной дифференциации студентов по уровню риска неуспешности предметного обучения. Разработанный модуль позволил визуализировать еженедельную динамику результатов работы прогностической модели по принципу «светофора». То есть при помощи цветовой индикации отнесения студентов к кластерам, где красный цвет соответствует кластеру высокого риска, желтый – кластеру среднего, а зеленый – низкого риска академической неуспешности.

В качестве данных учебной аналитики для работы прогностической модели в АСУ ИКИТ были аккумулированы данные из системы электронного обучения университета ЕКурсы, размещенной по адресу: <https://e.sfu-kras.ru/> (разработанной на базе LMS Moodle Beta-version (3.9.1.5.w3)), такие как текущая успеваемость и динамика эффективных входов в электронные обучающие курсы, а также данные посещаемости аудиторных занятий из электронных журналов старост, функционирующих на базе АСУ ИКИТ. Пример представления электронного журнала старосты, обеспечивающего фиксацию посещаемости учебных занятий, представлен на рисунке 15.

		01.09.2022										02.09.20		03.09.2022		05.09.2022		06.09.20		07.09.2022		08.09.2022		09.09.2022		10.09.2022			
#	ФИО	История	Основы	Правове	Деловаг	Основы	Введени	Матемаг	Основы	Инострана	Матемаг	Алгебра	Алгебра	Информ	История	Введени	Матемаг	История	Физичес	Информ	Основы								
	Всего пропущено:	2%																											
Студент 1	63/305	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Студент 2	14/305	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Студент 3	11/305	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Студент 4	7/305	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Студент 5	7/305	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Студент 6	54/305	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Студент 7	9/305	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Студент 8	131/305	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Студент 9	0/305																												
Студент 10	28/305	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Студент 11	142/305	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Студент 12	6/305	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Студент 12	4/305	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Рисунок 15 – Электронный журнал старосты

Собираемые образовательные данные попадают в хранилище образовательных данных и выступают источником для расчета успешности обучения, вероятностей получения оценок обучающимися по дисциплине, математического ожидания, определения принадлежности обучающихся к кластерам высокого, среднего и низкого риска академической неуспешности обучения и цветовой индикации в АСУ ИКИТ положения обучающихся «по принципу светофора». Затем результаты этого становятся доступными различным участникам образовательного процесса для реализации сценариев педагогического содействия обучающимся. Схематически процесс прогнозирования успешности обучения с применением модуля «Успешность обучения» АСУ ИКИТ представлен на рисунке 16.

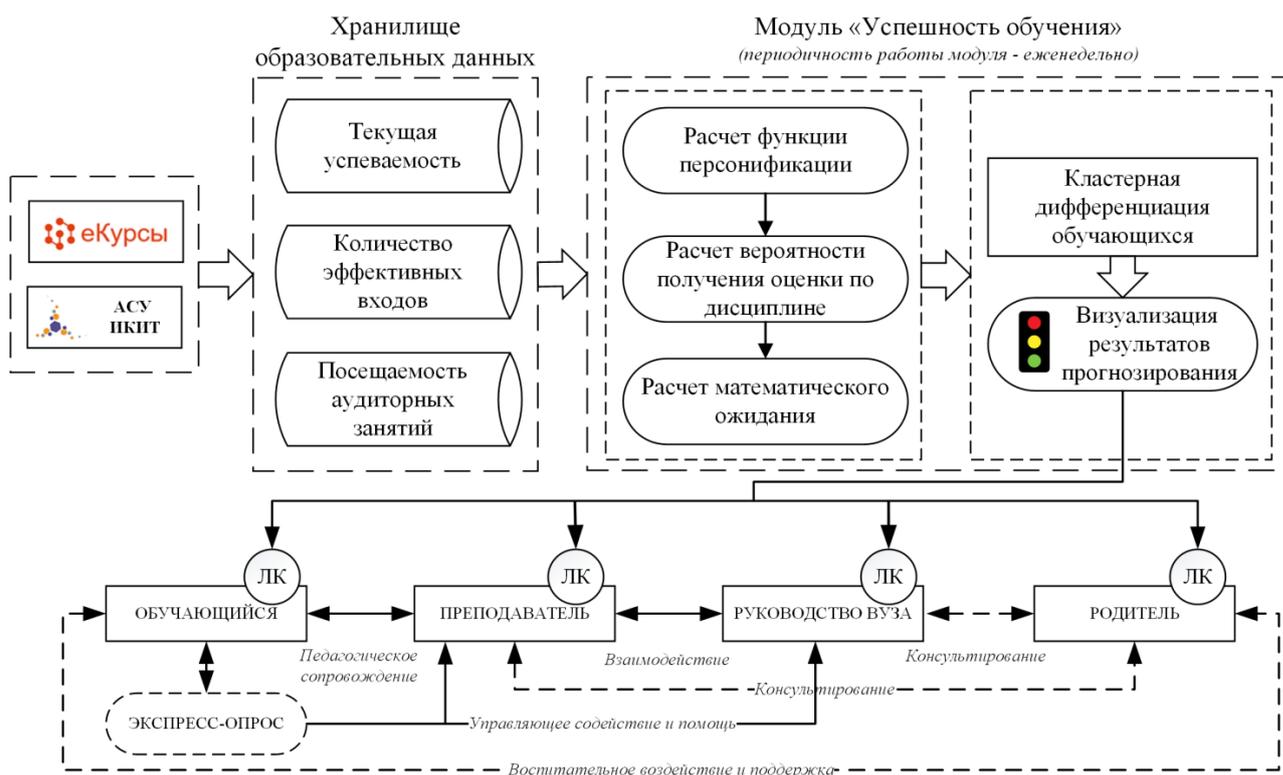


Рисунок 16 – Схема реализации процесса прогнозирования успешности обучения

Основываясь на методической модели персонафицированного образовательного процесса и опираясь на предложенную схему, для

экспериментальной и контрольной групп студентов первого курса в осеннем семестре было организовано персонифицированное обучение по дисциплине «Алгебра и геометрия», реализуемое с применением ЭО и ДОТ. Обучение всех студентов осуществлялось с использованием унифицированного электронного обучающего курса «Алгебра и геометрия» (<https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=34800>), который включает следующие оцениваемые и неоцениваемые элементы.

Отметим, что к оцениваемым элементам мы относим элементы, за которые обучающийся получает баллы (оценки), которые фиксируются в журнале оценок ЭОК. Организационно-методические неоцениваемые элементы включают:

- форум;
- глоссарий;
- описание режима обучения;
- тематический план занятий;
- методические указания для студентов;
- методические указания для преподавателей;
- рабочую программу дисциплины;
- фонд оценочных средств;
- схему реализации дисциплины;
- лекционный материал и презентационный материал к каждой теме лекции, разбитый по разделам: линейная алгебра, векторная алгебра, абстрактная алгебра, аналитическая геометрия.
- список основных и дополнительных источников по дисциплине.

Оцениваемые учебные элементы ЭОК включают:

- входное тестирование, которое проводится в начале изучения дисциплины;
- электронный задачник для практических занятий, предназначенный для еженедельной оценки навыков решения предметных задач;

- тестовые задания к лекциям, предназначенные для еженедельного контроля усвоения пройденного теоретического материала;
- тестовые задания по разделам, предназначенные для промежуточной оценки результатов обучения по дисциплине (уровня усвоения теоретических знаний и контроля практических умений и навыков);
- итоговый тест по курсу, который проводится по завершению изучения дисциплины, позволяет оценить уровень ее освоения студентом и является критерием готовности обучающегося к сдаче экзамена.

Помимо текущих оценок, которые автоматически фиксируются в электронном обучающем курсе средствами LMS Moodle, в электронный журнал курса (в модуль «Оценки» ЭОК по дисциплине) преподаватель также вносит текущие оценки, полученные в ходе аудиторных занятий, например, за работу у доски, работу в микрогруппах на учебных занятиях, опросы, выполнение контрольных и самостоятельных работ, публичное представление результатов проектов и другие виды учебной деятельности.

В процессе опытно-экспериментальной работы на основе предложенной модели прогнозирования успешности предметного обучения еженедельно для каждого обучающегося ЭГ и КГ производились расчеты:

- относительной текущей успеваемости в соответствии с формулой (3), представленной в параграфе 2.1, примеры расчетов которой представлены в таблице 15 Приложения Г;
- относительной посещаемости аудиторных занятий в соответствии с формулой (4), представленной в параграфе 2.1, примеры расчетов которой представлены в таблице 16 Приложения Г;
- относительного количества эффективных входов в ЭОК в соответствии с формулой (5), представленной в параграфе 2.1, примеры расчетов которого представлены в таблице 17 Приложения Г;
- функции персонализации процесса обучения в соответствии с формулой (6), представленной в параграфе 2.1, примеры расчетов которой представлены в таблице 18 Приложения Г;

– математического ожидания в соответствии с формулой (10), представленной в параграфе 2.1, примеры расчетов которого представлены в таблице 19 Приложения Г;

На основе произведенных расчетов еженедельно осуществлялась кластерная дифференциация студентов по уровню риска неуспешности обучения по дисциплине «Алгебра и геометрия» в соответствии со значениями математического ожидания, указанными ранее в таблице 12. Пример визуального представления результатов кластерной дифференциации обучающихся приведен на рисунке 17.

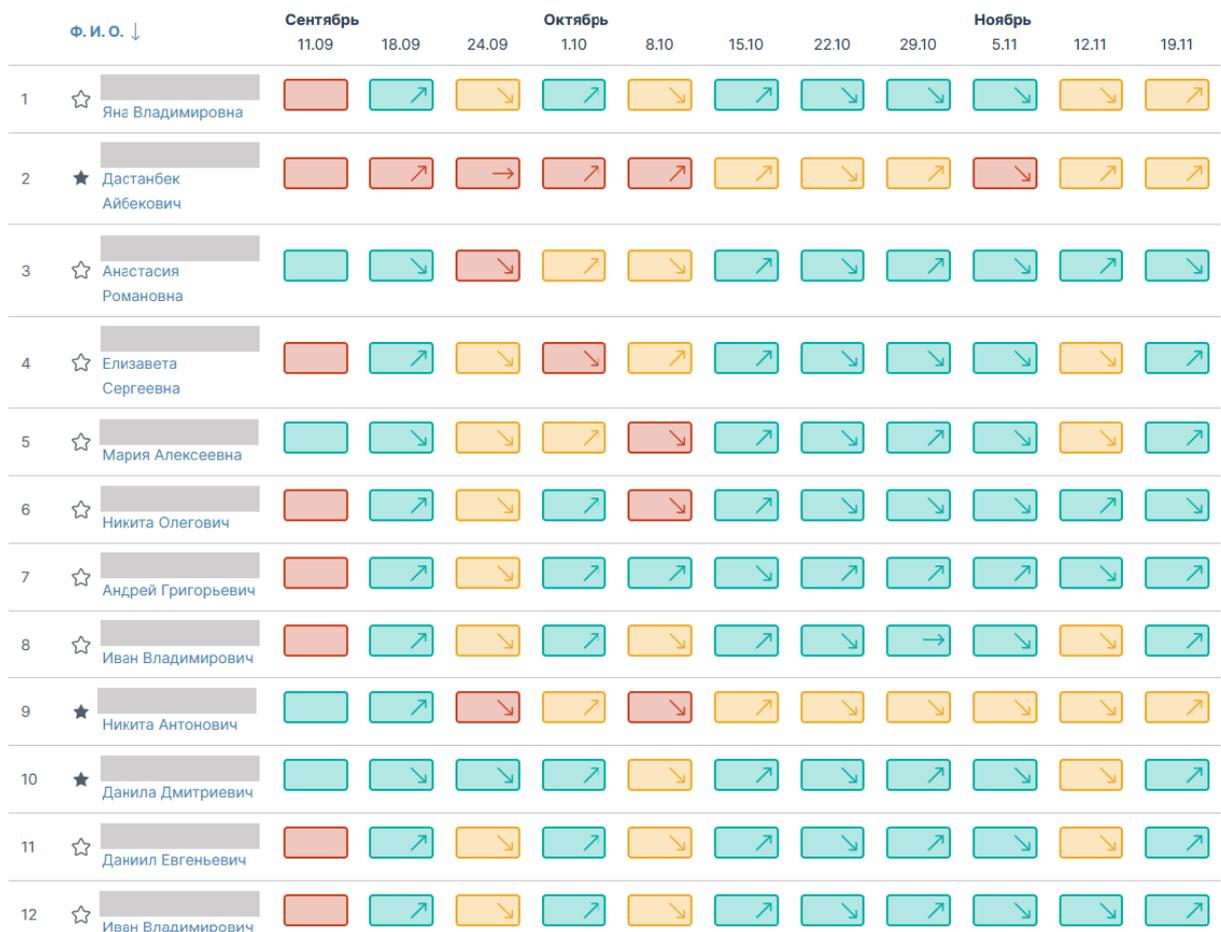


Рисунок 17 – Визуализация кластерной дифференциации обучающихся по группам риска академической неуспешности

В условиях раннего прогнозирования успешности обучения, с целью своевременного оказания помощи обучающимся, начиная с 7 недели нами был

осуществлен мониторинг результатов прогнозирования успешности обучения по дисциплине студентов экспериментальной группы, результаты которого представлены в таблице 3.

По результатам мониторинга выявлено, что из 104 студентов ЭГ в кластер высокого риска академической неуспешности на 7 неделе обучения по дисциплине попало 33 студента, в кластер среднего риска – 45 студентов, а в кластер низкого риска – 26 студентов.

Учитывая результаты прогнозирования успешности в отношении студентов ЭГ, попавших в кластер высокого риска неуспешности обучения нами была реализована методика педагогического содействия и применен следующий сценарий. Студентам была направлена анкета с целью выявления проблем в образовательном процессе по дисциплине, в анкетировании приняли участие 26 студентов из 33, оставшиеся 7 студентов были проинтервьюированы по телефону.

По результатам анкетирования и опроса обучающихся для всех были сформированы индивидуальные рекомендации. Например, для 17 студентов были запланированы индивидуальные и групповые консультации по дисциплине в зависимости от выявленных проблем и сложностей, а также рекомендованы к изучению дополнительные учебные материалы. Студенту, находящемуся на длительном амбулаторном лечении, было предложено рассмотреть возможность оформления академического отпуска для реабилитации и восстановления. С 11 студентами, которые оказались слабо включенными в образовательный процесс были проведены беседы, направленные на повышение мотивации и вовлеченности в процесс обучения. Студентам, пропускающим аудиторные занятия по причине поиска дополнительных источников дохода и имеющим материальные и семейные трудности, были проведены консультации по получению различных мер материальной поддержки в вузе.

Таблица 3 – Результаты кластерной дифференциации обучающихся

Кластер обучающихся	Ед. изм.	Учебная неделя																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Высокого риска академической неспешности	чел.	60	48	32	40	36	34	33	29	27	26	19	19	20	17	14	11	11	8
	%	57,7%	46,2%	30,8%	38,5%	34,6%	32,7%	31,7%	27,9%	26,0%	25,0%	18,3%	18,3%	19,2%	16,3%	13,5%	10,6%	10,6%	7,7%
Среднего риска академической неспешности	чел.	36	40	40	40	44	44	45	43	45	40	43	44	41	40	40	43	36	37
	%	34,6%	38,5%	38,5%	38,5%	42,3%	42,3%	43,3%	41,3%	43,3%	38,5%	41,3%	42,3%	39,4%	38,5%	38,5%	41,3%	34,6%	35,6%
Низкого риска академической неспешности	чел.	8	16	32	24	24	26	26	32	32	38	42	41	43	47	50	50	57	59
	%	7,7%	15,4%	30,8%	23,1%	23,1%	25,0%	25,0%	30,8%	30,8%	36,5%	40,4%	39,4%	41,3%	45,2%	48,1%	48,1%	54,8%	56,7%

Обучающемуся у которого был выявлен серьезный конфликт с одногруппниками, который не позволял ему полноценно погрузиться в образовательный процесс было оказано содействие по переводу в другую академическую группу. Комплексная оценка результатов прогнозирования образовательной ситуации по ряду дисциплин для 5 студентов послужила основанием для привлечения родителей к процессу их поддержки и применения мер воспитательного характера.

По результатам принятых мер педагогического содействия, к 11 неделе обучения количество студентов, отнесенных к кластеру высокого риска неуспешности, сократилось с 33 до 26 обучающихся. При этом из них 17 обучающихся не вышли из группы высокого риска, 16 обучающихся перешли из кластера высокого риска в кластер среднего риска, а 2 обучающихся перешли в кластер высокого риска из кластера среднего риска академической неуспешности. Пример перехода студентов между кластерами в процессе обучения по дисциплине приведен на рисунке 18.

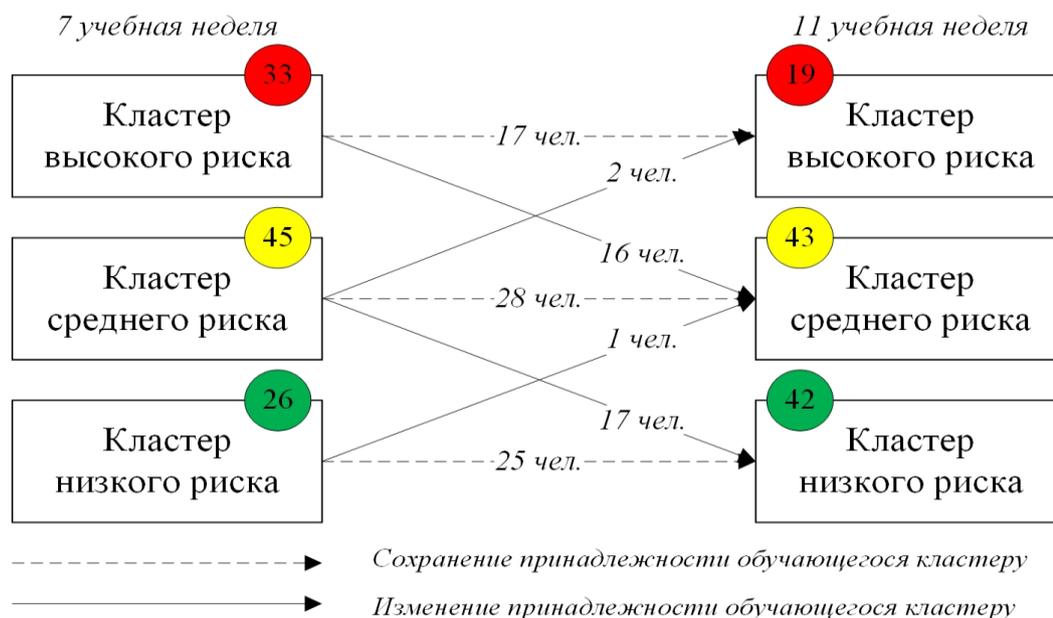


Рисунок 18 – Схематическое представление переходов обучающихся между кластерами

В соответствии с результатами прогнозирования в отношении студентов ЭГ, попавших в кластер среднего риска неуспешности обучения нами была реализована методика педагогического содействия и применен следующий сценарий.

Студентам было предложено пройти опрос с целью выявления мотивов и целей, а также последующего анализа возможных проблем и трудностей в образовательном процессе по дисциплине. В опросе приняли участие 31 студент из 45, оставшиеся 14 студентов не приняли участия в опросе, но в устной беседе пояснили, что проблем с обучением по дисциплине не имеют и обучаются в соответствии со своими способностями и запросами, от помощи в построении индивидуальной траектории обучения отказались. С данными студентам была проведена беседа, направленная на интенсификацию обучения студентов и повышение мотивации к изучению дисциплины и стимулирующая их к повышению текущей успеваемости.

Для студентов, прошедших опрос, по его результатам были сформированы индивидуальные траектории. Например, для 18 студентов были запланированы индивидуальные и групповые консультации по дисциплине в зависимости от выявленных мотивов и целей, направленные на повышение уровня знаний и обеспечение последующего перехода обучающихся в кластер низкого риска академической неуспешности по дисциплине. Для 13 обучающихся были организованы дополнительные занятия по предмету по темам и вопросам, вызывающим наибольшие затруднения.

В отношении 14 студентов, отказавшихся от участия в опросе, проводился регулярный мониторинг результатов прогнозирования успешности обучения с целью предотвращения ухудшения образовательной ситуации обучающихся и попадания их в кластер высокого риска академической неуспешности по дисциплине.

По результатам принятых мер педагогического содействия к 11 неделе обучения количество студентов, отнесенных к кластеру среднего риска неуспешности незначительно сократилось до 43 обучающихся, из них 28

обучающихся по результатам кластерной дифференциации продолжили относиться к кластеру среднего риска, 17 обучающихся перешли из кластера среднего в кластер низкого риска, 2 обучающихся перешли в кластер высокого риска, 16 обучающихся перешли в кластер среднего риска из кластера высокого риска, а 1 обучающийся перешел в кластер среднего риска из кластера низкого риска академической неуспешности.

На рисунке 19 приведен пример результатов еженедельного прогнозирования успешности предметного обучения (математического ожидания) с 7 по 18 неделю обучения. Пример представлен по 16 обучающимся, которые перешли из кластера высокого риска в кластер среднего риска к 11 неделе обучения.

В отношении студентов, отнесенных к кластеру низкого риска в течение всего периода обучения по дисциплине осуществлялся регулярный мониторинг их образовательной ситуации с целью недопущения их перехода в кластеры среднего или высокого риска академической неуспешности. В качестве дополнительных мер, направленных на повышение мотивации и поощрения студентов организована еженедельная публикация ранжированных списков обучающихся, отнесенных к кластеру низкого риска академической неуспешности в электронном обучающем курсе по дисциплине. По результатам обучения по дисциплине и комплексной оценки итогов экзаменационной сессии данным студентам было предложено участие в региональной олимпиаде по математике и работа над междисциплинарными проектами с публичным представлением результатов на студенческой конференции «Перспектив Свободный» под руководством рекомендованного научного наставника.

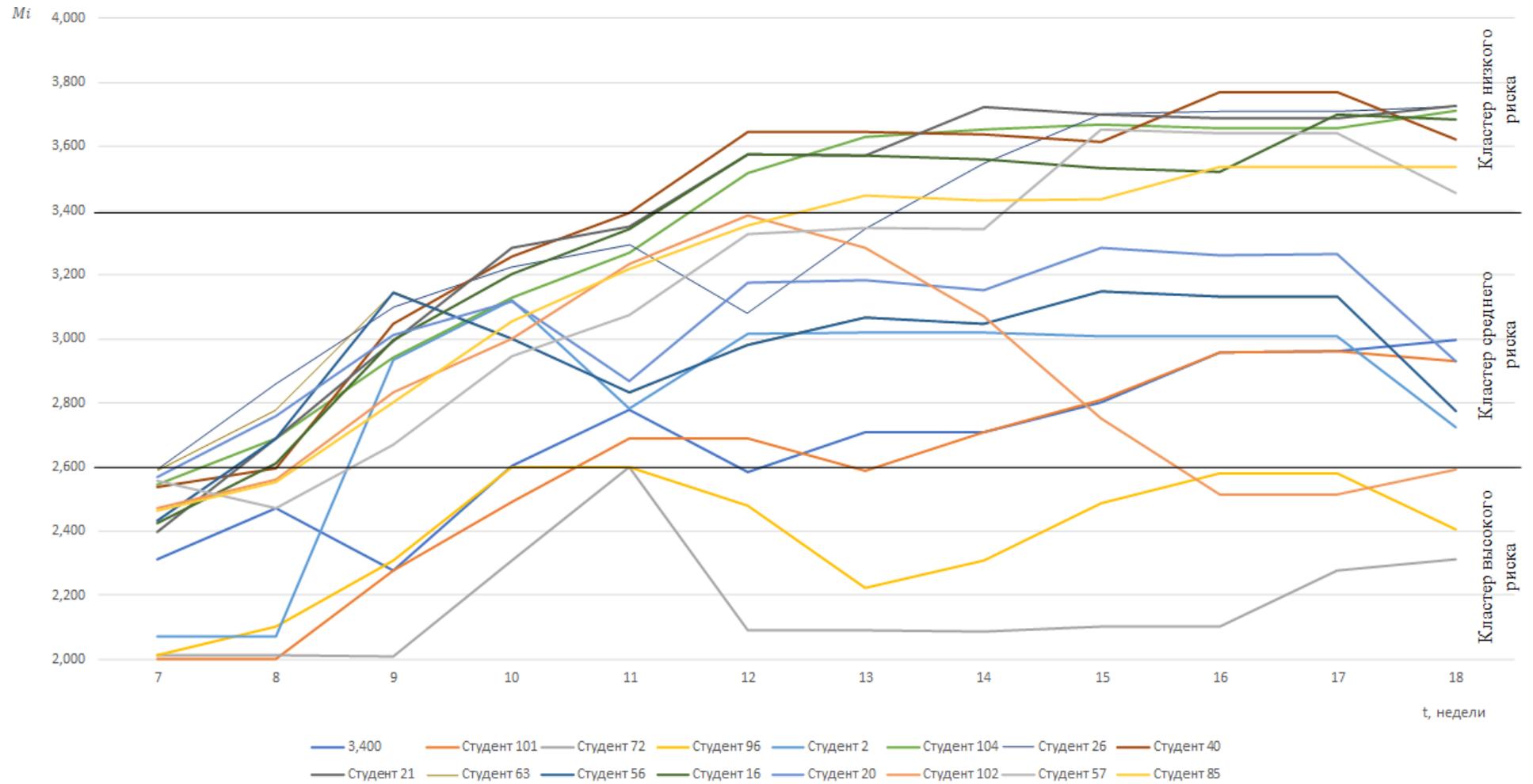


Рисунок 19 – Результаты прогнозирования успешности обучения по дисциплине «Алгебра и геометрия»

По результатам принятых мер педагогического содействия, к 11 неделе обучения количество студентов, отнесенных к кластеру низкого риска неуспешности, значительно возросло до 42 обучающихся. При этом из них 25 человек по результатам кластерной дифференциации продолжили относиться к кластеру низкого риска, 17 перешли в кластер низкого риска из кластера среднего риска, а 1 обучающийся перешел из кластера низкого риска в кластер среднего риска академической неуспешности. Динамика распределения студентов ЭГ по кластерам высокого, среднего и низкого риска академической неуспешности по дисциплине «Алгебра и геометрия», представленная на рисунке 20, позволяет визуально подтвердить эффективность принятых мер педагогического содействия.

Результаты еженедельной кластерной дифференциации студентов контрольной группы по кластерам риска академической неуспешности по дисциплине «Алгебра и геометрия» представлены на рисунке 21.

Осуществляя сравнительный визуальный анализ результатов кластерной дифференциации обучающихся по группам риска в экспериментальной и контрольной группах можно заметить увеличение количества студентов с низким риском академической неуспешности по дисциплине в ЭГ и некоторую стагнацию количественного распределения студентов КГ по группам риска, начиная с 7 недели обучения.

Отметим, что дальнейший анализ результатов обучения по дисциплине (сдачи зачета или экзамена во время сессии) и оценка точности модели прогнозирования подтверждают результаты прогнозирования.

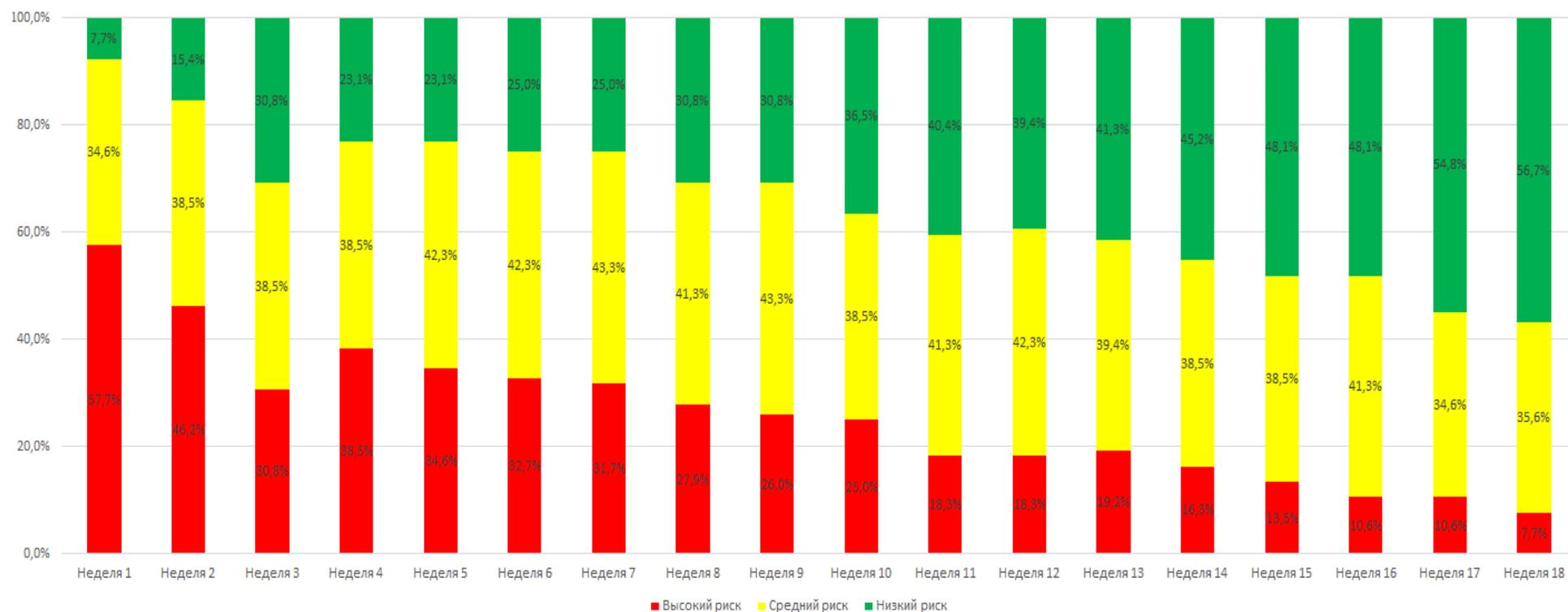


Рисунок 20 – Динамика распределения студентов ЭГ по кластерам риска академической неуспешности

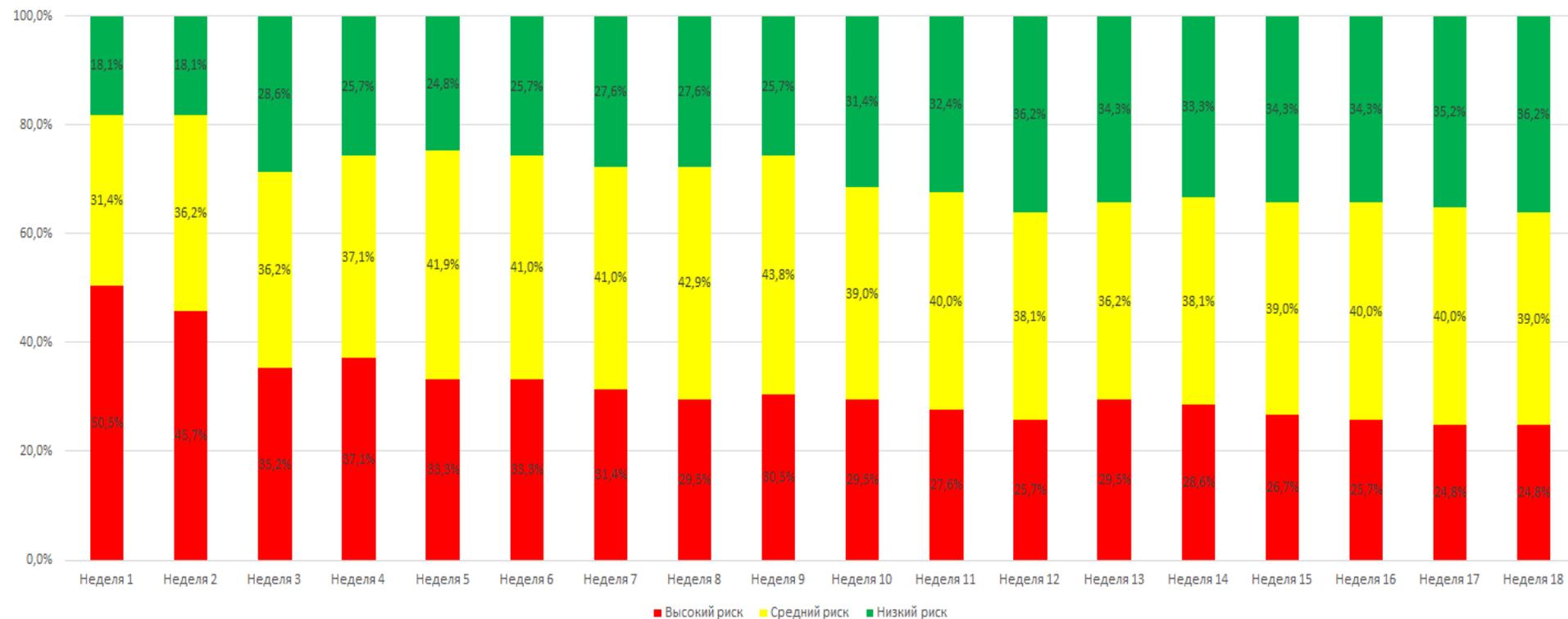


Рисунок 21 – Динамика распределения студентов КГУ по кластерам риска академической неуспешности

Качественная оценка работы предложенной в исследовании модели прогнозирования была произведена на основе расчета точности прогнозирования, а именно нахождения взвешенной абсолютной процентной ошибки прогнозирования. Взвешенная абсолютная процентная ошибка прогнозирования – *WAPE* (*Weighted Absolute Percent Error*) была рассчитана по формуле (11):

$$\text{WAPE (\%)} = \frac{\sum_{i=1}^R |\tilde{E}_i - E_i|}{\sum_{i=1}^R E_i} 100\%, \quad (11)$$

где \tilde{E}_i – прогнозируемое значение результатов экзамена или зачета по дисциплине (сдал/не сдал);

E_i – реальное значение результатов экзамена или зачета по дисциплине (сдал/не сдал);

R – количество обучающихся ЭГ.

Оценка точности прогнозирования на примере дисциплины «Алгебра и геометрия» определена нами как разница между 100% и ошибкой прогнозирования и представлена на рисунке 22 в виде графика недельной точности работы прогностической модели оценки успешности предметного обучения.

Как видно по графику точность прогнозирования составила более 90%, начиная с 7 недели обучения. Проведенная апробация предложенной в работе прогностической модели показала, что прогнозирование успеваемости студентов по дисциплине осуществляется с достаточно высокой степенью точности, что позволяет говорить о состоятельности модели.

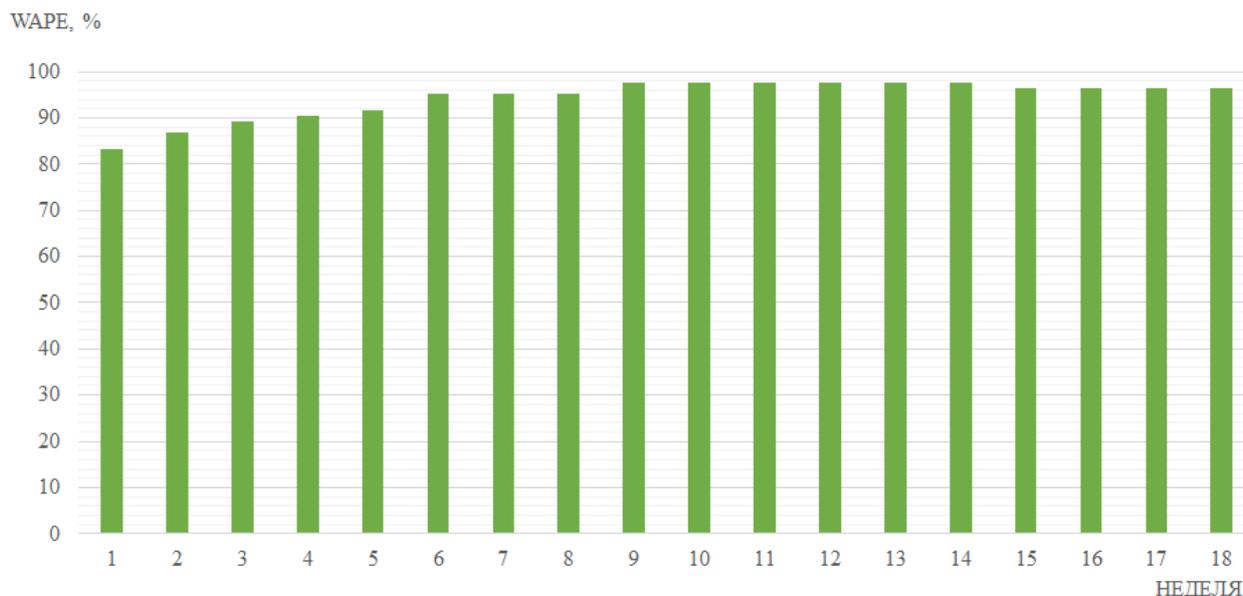


Рисунок 22 – Оценка точности прогнозирования успешности предметного обучения

Рассмотрим каким образом мы осуществляли оценку оценки точности модели и корректировку параметров математического ожидания модели, по которым мы осуществляли кластерную дифференциацию студентов.

Мы использовали следующие метрики качества классификации:

- TP (True Positives) – число обучающихся, сдавших дисциплину и верно отнесенных к кластеру низкого и среднего риска;
- FP (False Positives) – число обучающихся, не сдавших дисциплину и ошибочно отнесенных к кластерам низкого и среднего риска;
- TN (True Negative) – число обучающихся, не сдавших дисциплину и верно отнесенных к кластеру высокого риска;
- FN (False Negative) – число обучающихся, сдавших дисциплину и ошибочно отнесенных к кластеру высокого риска.

Мы осуществляли расчет следующих показателей: *accuracy*, *precision*, *recall* и агрегированный критерий качества *F*-мера, показателей, которые классически используются для оценки точности моделей [45].

Accuracy – это показатель, который описывает общую точность предсказания модели по всем классам и представляет особую значимость в ситуации равнозначной важности классов. Он рассчитывается как отношение количества правильных прогнозов к их общему количеству:

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (12)$$

Метрики *precision* (точность) и *recall* (полнота) используются для оценки качества модели на каждом из классов по отдельности:

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (13)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (14)$$

Precision можно интерпретировать как долю объектов, названных классификатором положительными и при этом действительно являющимися положительными, и рассчитывается по формуле (13), а *recall* показывает, какую долю объектов положительного класса из всех объектов положительного класса нашел алгоритм модели (14). Именно введение *precision* не позволяет нам записывать все объекты в один класс, так как в этом случае мы получаем рост уровня *False Positive*. *Recall* демонстрирует способность алгоритма обнаруживать данный класс вообще, а *precision* – способность отличать этот класс от других классов. Заметим, что *precision* и *recall* не зависят, в отличие от *accuracy*, от соотношения классов и потому применимы в условиях несбалансированных выборок.

С точки зрения объединения *precision* и *recall* в агрегированный критерий качества мы использовали *F*-меру, которая рассчитывается следующим образом:

$$F = \frac{(1+\beta^2) \cdot recall \cdot precision}{\beta^2 \cdot precision + recall}, \quad (15)$$

где β – в данном случае определяет вес точности в метрике, и при $\beta = 1$ – это среднее гармоническое. F -мера достигает максимума при полноте и точности, равными единице, и близка к нулю, если один из аргументов близок к нулю.

Результаты расчета критериев качества классификации для разных вариантов пороговых значений математического ожидания на примере 7, 11, 14 и 18 недель обучения по дисциплине представлены в таблицах 4-7.

Таблица 4 – Расчет параметра *accuracy*

Accuracy				
	Недели			
<i>M(E)</i>	7	11	14	18
2,6	0,748498	0,808594	0,861478	0,885667
2,7	0,720553	0,784706	0,849609	0,880108
2,8	0,696815	0,764724	0,836689	0,876653
2,9	0,666466	0,739784	0,821665	0,869892
3	0,633263	0,710337	0,803936	0,863131

Таблица 5 – Расчет параметра *precision*

Precision				
	Недели			
<i>M(E)</i>	7	11	14	18
2,6	0,924786	0,934127	0,940223	0,936284
2,7	0,928539	0,938449	0,945051	0,942701
2,8	0,93445	0,94372	0,94938	0,948375
2,9	0,938843	0,949725	0,952913	0,953546
3	0,942377	0,955235	0,958817	0,960186

Таблица 6 – Расчет параметра *recall*

Recall				
	Недели			
<i>M(E)</i>	7	11	14	18
2,6	0,766018	0,833274	0,893628	0,928496
2,7	0,726726	0,798761	0,873628	0,914336
2,8	0,691327	0,768673	0,853097	0,903894
2,9	0,649381	0,732212	0,830973	0,890088
3	0,604956	0,69115	0,80354	0,875044

Таблица 7 – Расчет параметра *F*-мера

F-мера ($\beta = 2$)				
	Недели			
<i>M(E)</i>	7	11	14	18
2,6	0,793255	0,851664	0,902574	0,930043
2,7	0,759751	0,82327	0,887036	0,919872
2,8	0,729276	0,798287	0,870759	0,912453
2,9	0,692055	0,767362	0,852799	0,902095
3	0,651619	0,731602	0,830437	0,890843

Анализируя полученные результаты можно сказать, что наилучший уровень прогноза мы достигнем, если установим следующие параметры математического ожидания для кластерной дифференциации обучающихся по группам риска:

- $M(E) \leq 2,6$ – вы находитесь в группе высокого риска (красный сигнал в модуле «Успешность обучения»);
- $2,6 < M(E) \leq 3,4$ – вы находитесь в группе среднего риска (желтый сигнал в модуле «Успешность обучения»);
- $3,4 < M(E)$ – вы находитесь в группе низкого риска (зеленый сигнал в модуле «Успешность обучения»).

Оценка результативности предложенной методики педагогического содействия производилась с применением критериев Стьюдента, Левене, коэффициента асимметрии и показателя эксцесса. При помощи используемых критериев и коэффициентов необходимо проверить условия их применимости: во-первых, для исследования зависимых и независимых выборок данные должны иметь нормальное распределение, во-вторых, для исследования независимых выборок необходимо, чтобы значения наблюдений имели однородную вариативность, выражающуюся в неразличимости дисперсий.

Проверка гипотезы о нормальном эмпирическом распределении проводилась с использованием двух критериальных подходов Н.А. Плохинского и Е.И. Пустыльника [114, 128], которые основаны на вычислении параметров искажения эмпирического распределения – коэффициента асимметрии (A) и показателя эксцесса (E).

Подход Н.А. Плохинского [114] позволяет отнести эмпирическое распределение к нормальному в том случае, если отношение модулей коэффициента асимметрии (20) и показателя эксцесса (21) к их ошибкам репрезентативности не превышают 3:

$$q_A = \frac{|A|}{\Delta_A} < 3, \text{ где } \Delta_A = \sqrt{\frac{6}{n}} \quad (20)$$

$$q_E = \frac{|E|}{\Delta_E} < 3, \text{ где } \Delta_E = \sqrt{\frac{6}{n}} \quad (21)$$

Согласно подходу Е.И. Пустыльника [128] для имеющегося объема экспериментальной совокупности объемом n , вычисляются критические значения $A_{кр}$ (22) и $E_{кр}$ (23) и при выполнении условий $|A_{эксн}| < A_{кр}$ и $|E_{эксн}| < E_{кр}$ можно считать, что эмпирические распределение является нормальным.

$$A_{кр} = 3 \cdot \sqrt{\frac{6 \cdot (n-1)}{(n+1) \cdot (n+3)}} \quad (22)$$

$$E_{кр} = 5 \cdot \sqrt{\frac{24 \cdot n \cdot (n-2) \cdot (n-3)}{(n+1)^2 \cdot (n+3) \cdot (n+5)}} \quad (23)$$

Расчеты коэффициента асимметрии (A) и показателя эксцесса (E) представлены в таблице 8 для экспериментальной и контрольной групп на начало эксперимента (НЭ) и окончание эксперимента (ОЭ).

Как видно из таблицы 8, оба критерия отнесения эмпирического распределения к нормальному выполняются для экспериментальной и контрольной групп на начало и конец ОЭР, т.е. распределения можно считать достоверно нормальными по обоим критериям.

Проверка на однородность дисперсий проводилась с помощью критерия Левене [207]. На основе критерия осуществлялась проверка нулевой гипотезы H_0 : «сравниваемые группы имеют одинаковую дисперсию». Если p -уровень теста Левене меньше уровня значимости $\alpha = 0,05$, то дисперсии сравниваемых распределений значений, согласно критерию, статистически достоверно различаются, и нулевая гипотеза H_0 отклоняется.

Таблица 8 – Результаты проверки гипотезы о нормальном эмпирическом распределении в ЭГ и КГ студентов на начало и окончание ОЭР

Группа	Этап ОЭР	$A_{эксн}$	$E_{эксн}$	q_A	q_E	$A_{кр}$	$E_{кр}$
Экспериментальная группа ($n_1 = 104$)	НЭ	-0,352	-0,417	1,467	0,868	0,704	2,236
	ОЭ	-0,483	-0,572	2,010	1,191		
Контрольная группа ($n_2 = 105$)	НЭ	-0,045	-0,993	0,188	2,077	0,700	2,227
	ОЭ	-0,140	-1,233	0,585	2,580		

Результаты проверки теста Левене приведены в таблице 9, откуда мы видим, что значения p -уровня для всех наблюдаемых F -статистик критерия

Левене значительно превосходят уровень значимости α , таким образом на основе проведенного анализа нет оснований не принимать гипотезу об однородности дисперсий.

Таблица 9 – Результаты проверки однородности дисперсий в экспериментальной и контрольной группах на начало и окончание ОЭР

Этап ОЭР	F -статистика	p -уровень	α -уровень значимости
НЭ	0,073	0,945	0,05
ОЭ	0,112	0,738	

Так как экспериментальные данные имеют нормальное распределение, удовлетворяют условиям нормальности и однородности для дальнейшей проверки доказательства результативности разработанной методики педагогического содействия обучающимся по дисциплине можно применять параметрические критерии для нормально распределенных случайных величин. Используем t -критерий Стьюдента для сравнения средних значений двух независимых между собой выборок в экспериментальной и контрольной группах на начало эксперимента, для проверки гипотезы H_0 : «отсутствуют достоверные различия в средних значениях уровня знаний студентов экспериментальной и контрольной групп, определяемым при входном тестировании по дисциплине», при альтернативе H_1 : «существуют достоверные различия в средних значениях уровня знаний студентов экспериментальной и контрольной групп, определяемым при входном тестировании по дисциплине».

Анализ результатов, представленных в таблице 10, показал отсутствие статистически значимых различий двух средних величин на начало опытно-экспериментальной работы среди студентов контрольной и экспериментальной групп. Так как расчетное значение t -статистики меньше критического t -значения ($t_{cm} < t_{кр}$), а также p -уровень больше уровня значимости α ($p > \alpha$),

принимая гипотезу об отсутствии статистически значимых различий между группами на начало эксперимента.

Таблица 10 – Результаты обработки экспериментальных данных на начало эксперимента

t -статистика	0,734
t -критическое	1,971
p -уровень	0,464
α -уровень значимости	0,05
Гипотеза	H_0

Проверим аналогичные гипотезы H_0 и H_1 для контрольной и экспериментальной групп в конце опытно-экспериментальной работы. Проведенный анализ результатов, представленных в таблице 11, показывает, что в конце эксперимента между контрольной и экспериментальной группой присутствуют статически значимые различия, т.е. $t_{cm} > t_{кр}$ и $p < \alpha$.

Таблица 11 – Результаты обработки экспериментальных данных в конце эксперимента

t -статистика	4,069
t -критическое	1,972
p -уровень	$7 \cdot 10^{-5}$
α -уровень значимости	0,05
Гипотеза	H_1

Таким образом, после применения разработанной методики появились достоверные различия в средних значениях уровня знаний студентов экспериментальной и контрольной групп, определяемым при выходном тестировании по дисциплине. Этих данных недостаточно, чтобы определить направление изменений (в сторону увеличения или уменьшения средних

значений показателей) и их разницу между контрольной и экспериментальной группами. Для ответов на данные вопросы воспользуемся t -критерием Стьюдента для зависимых выборок, чтобы сравнить средние значения уровня знаний студентов на моменты начала и окончания опытно-экспериментальной работы для контрольной и экспериментальной групп. Результаты t -теста проверки результативности применения методики педагогического содействия обучающимся на основе модели прогнозирования успешности обучения по дисциплине «Алгебра и геометрия» приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Результаты обработки данных на начало и окончание ОЭР

	ЭГ	КГ
df -количество степеней свободы	103	104
t -статистика	-10,439	-2,192
t -критическое	1,98326	1,98303
p -уровень	$7,8 \cdot 10^{-18}$	0,031
α -уровень значимости	0,05	

Анализ полученных результатов показывает, что значение p -уровня значительно меньше уровня значимости α , это свидетельствует о статистически значимых различиях на начало и окончание эксперимента в экспериментальной группе. При этом значение p -уровня в контрольной группе незначительно меньше уровня значимости α . Учитывая, что значения t -статистики отрицательные для контрольной и экспериментальной групп, можно говорить о статистически значимых различиях в них на момент окончания эксперимента. Значения t -критического при уровне значимости α отличаются для исследуемых объемов выборок на 0,00023. Абсолютные эмпирические значения t -статистики экспериментальной группы превосходят t -критическое, также, как и аналогичные значения t -статистики контрольной группы превосходят t -критическое ($|t_{cm}| > t_{kp}$). Однако полученные значения

t -статистики в экспериментальной группе намного больше отличаются от критического значения t -теста относительно значений в контрольной группе, поэтому констатируем, что применение методики педагогического содействия обучающимся на основе результатов работы модели прогнозирования успешности обучения на примере дисциплины «Алгебра и геометрия» в условиях развитой ЭИОС вуза результативно.

ВЫВОДЫ ПО ВТОРОЙ ГЛАВЕ

Проведенный анализ отечественных и зарубежных исследований в области разработки моделей и подходов к прогнозированию результатов обучения показал необходимость создания новой модели прогнозирования успешности обучения по дисциплине. Выявлено, что создаваемая модель должна на ранних этапах обучения позволять регулярно осуществлять прогнозирование образовательных результатов обучающихся с возможностью своевременного оказания им мер помощи и поддержки.

Обоснован выбор марковской модели и системы уравнений Колмогорова в качестве основы для разработки математической модели прогнозирования успешности предметного обучения. Введена функция персонификации процесса обучения студента, которая определена на всем промежутке времени изучения дисциплины, лежит в интервале от 0 до 1 и характеризует образовательное поведение студента по данной дисциплине. Выявлены требования, которым должны удовлетворять предикторы модели прогнозирования успешности предметного обучения и обоснован их выбор.

Предложена формула для расчета функции персонификации процесса обучения студента по дисциплине и конкретизирована формула для расчета вероятностей получения обучающимся той или иной оценки по дисциплине на текущем этапе образовательного процесса. В исследовании обоснован подход кластерной дифференциации обучающихся по группам риска на основе расчетных показателей математического ожидания предложенной модели прогнозирования успешности предметного обучения.

Разработана методика педагогического содействия обучающимся на основе результатов работы модели прогнозирования успешности предметного обучения. Определены роли участников образовательного процесса и классифицированы виды педагогического содействия обучающимся. Предложена схема взаимодействия субъектов

персонифицированного образовательного процесса, отражающая виды педагогического содействия обучающимся.

Разработаны сценарии педагогического содействия студентам, соответствующие выделенным в исследовании кластерам высокого, среднего и низкого риска академической неуспешности обучающихся по дисциплине.

Разработанная модель прогнозирования успешности предметного обучения реализована в спроектированном модуле «Успешность обучения» автоматизированной системы управления ИКИТ СФУ, который выступает компонентом ЭИОС вуза и позволяет осуществлять еженедельную визуализацию результатов кластерной дифференциации обучающихся в разрезе учебных дисциплин по принципу «светофора», где красный цвет соответствует кластеру высокого риска, желтый – среднего, а зеленый – низкого риска академической неуспешности.

Представлено описание и результаты опытно-экспериментальной работы, проведенной для проверки результативности разработанной методики педагогического содействия обучающимся на основе модели прогнозирования успешности обучения для бакалавров направлений подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» и 09.03.02 «Информационные системы и технологии» по дисциплине «Алгебра и геометрия». Подведены итоги педагогического эксперимента, показывающие, что разработанные и внедренные методическая модель персонифицированного образовательного процесса, модель прогнозирования успешности предметного обучения и методика педагогического содействия обучающимся в условиях электронной информационно-образовательной среды способствуют повышению результативности обучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования полностью подтвердилась его гипотеза, решены поставленные задачи, получены следующие результаты и выводы.

Конкретизировано понятие *персонифицированного обучения* как образовательного процесса, направленного на максимальное развитие личностного потенциала обучающихся на основе стремления к самоактуализации и саморазвитию с учетом их интересов, потребностей, возможностей и обеспечивающий постоянный контроль, и самоконтроль образовательных результатов в условиях электронной среды вуза.

Выявлены свойства и функции управления персонифицированным образовательным процессом на основе данных раннего прогнозирования предметного обучения в ЭИОС вуза и сформулированы его организационные принципы, а также конкретизированы принципы построения электронной информационно-образовательной среды вуза.

Создана методическая модель персонифицированного образовательного процесса на основе результатов прогнозирования успешности предметного обучения в условиях электронной информационно-образовательной среды вуза, представленная целевым, концептуальным, содержательно-технологическим и результативно-прогностическим блоками.

Разработана модель прогнозирования успешности предметного обучения, построенная на основе марковских процессов и обладающая свойствами универсальности, масштабируемости, гибкости и адаптируемости. Предложенная модель на основе данных цифрового следа обучающихся, включающих сведения об успеваемости, дисциплинированности и вовлеченности обучающихся в образовательный процесс, позволяет динамически осуществлять прогнозирование успешности обучения по дисциплинам и производить кластерную дифференциацию студентов по

группам высокого, среднего и низкого риска академической неуспешности для оказания им своевременных мер педагогического содействия.

Предложена и обоснована методика педагогического содействия обучающимся на основе прогнозирования успешности предметного обучения, представленная сценариями, разработанными для кластеров обучающихся высокого, среднего и низкого риска академической неуспешности обучения по дисциплине.

Экспериментально подтверждена результативность предложенной педагогической методики с применением модели прогнозирования, реализованной в программном модуле «Успешность обучения» автоматизированной системы управления ИКИТ СФУ. Результаты опытно-экспериментальной работы показывают, что разработанные и внедренные методическая модель, прогностическая модель и методика педагогического содействия обучающимся способствуют повышению результативности студентов в образовательном процессе.

Результаты исследования в настоящее время положены в основу создания цифрового сервиса прогнозирования академической успеваемости обучающихся, реализуемого в Сибирском федеральном университете, а методика педагогического содействия масштабируется на обучающихся бакалавриата и специалитета. Дальнейшее исследование может быть связано с развитием прогностической модели успешности обучения, включения в нее социально-психологических предикторов и созданием методической системы комплексного управления образовательным процессом на основе данных цифрового следа обучающихся.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенова, А.Ю. Сущностные характеристики персонификации обучения: средовый подход / А.Ю. Аксенова, Н.В. Примчук // Человек и образование. – 2020. – № 4(65). – С. 43-49. – DOI 10.54884/S181570410020462-3.
2. Александрова, Е.А. Индивидуализация образования: учиться для себя // Народное образование. – 2008. – № 7(1380). – С. 243-250.
3. Александрова, Е.А. Педагогическое сопровождение старшеклассников в процессе разработки и реализации индивидуальных образовательных траекторий: автореф. дис. ... докт. пед. наук: 13.00.01. – Тюмень, 2006. – 42 с.
4. Алябышева, Ю.А. Цифровой след вопрошающей активности авторов школьных учебников / Ю.А. Алябышева, А.А. Веряев // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: Материалы IV Международной научной конференции. Том Часть 2. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2020. – С. 12-19.
5. Ананьев, Б.Г. Психология педагогической оценки // Избранные психологические труды. – М.: Педагогика, В 2-х тт. Т. 2. – 1980. – С. 128-265.
6. Анохина, Т.В. Педагогическая поддержка как реальность современного образования // Новые ценности образования: Забота – поддержка – консультирование. – М.: Инноватор, 1996. – Вып. 6. – С. 71–90.
7. Байбородова, Л.В. Принципы организации индивидуальной образовательной деятельности студентов в педагогическом вузе // Ярославский педагогический вестник. – 2016. – № 2. – С. 35-41.
8. Байбородова, Л.В. Индивидуализация и сопровождение в образовательном процессе педагогического вуза / Л.В. Байбородова, Л.Н.

Князькова, М. П. Кривунь. – Ярославль: Изд-во «Канцлер», 2014. – 260 с. – ISBN 978-5-91730-400-7.

9. Безызвестных, Е.А. Электронный портфолио как средство формирования ИКТ-компетентности будущих педагогов-тьюторов / дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Е.А. Безызвестных. – Красноярск: СФУ, 2019. – 290 с.

10. Белова, Е.С. Организационные условия педагогической поддержки социализации студента в образовательном процессе вуза // Дискуссия. – 2015. – № 7(59). – С. 116-121.

11. Белоножко, П.П. Анализ образовательных данных: направления и перспективы применения / П.П. Белоножко, А.П. Карпенко, Д.А. Храмов // Интернет-журнал «Науковедение». – 2017. – Т. 9. – № 4. – С. 57.

12. Бессонова, Е.А. Персонификация образования как тенденция трансформации современного образования / Е.А. Бессонова, С.В. Ривкина // Человек и образование. – 2021. – № 1(66). – С. 4-10. – DOI 10.54884/S181570410020321-8.

13. Блауберг, И.В. Системный подход: предпосылки, проблемы, трудности / И.В. Блауберг, В.Н. Садовский, Э.Г. Юдин. – М.: Знание, 1968. – 48 с.

14. Богомоллов, А.И. Прогнозирование успеваемости обучающихся по специальным дисциплинам на основе регрессионных уравнений / А.И. Богомоллов, В.Н. Деркаченко, Т.А. Арюткина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Гуманитарные науки. – 2009. – № 1(9). – С. 124-132.

15. Богуславский, М.В. Реализация потенциала гуманистической педагогики в контексте образовательной реальности цифровой эпохи // Гуманитарные исследования Центральной России. – 2020. – № 4(17). – С. 46-53. – DOI 10.24411/2541-9056-2020-13004.

16. Бодалев, А.А. Человек и цивилизация в зеркале акмеологии (и акме как интегральная формула здоровья, самопознания, самоопределения и творческого самоутверждения человека / А.А. Бодалев, В.Т. Ганжин, А.А. Деркач // Мир психологии. – 2000. – №1. – С. 89-108.

17. Бондаревская, Е.В. Теория и практика личностно-ориентированного образования. – Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского педагогического университета, 2000. – 352 с.

18. Бороненко, Т.А. Методика обучения информатике (теоретические основы). – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 1997. – 100 с.

19. Борытко, Н.М. Система профессионального воспитания в вузе: учебно-методическое пособие. – Москва: ФГАОУ ДПО «Академия повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников образования», 2005. – 120 с. – ISBN 5-7087-0043-2.

20. Быстрова, Т.Ю. Учебная аналитика MOOK как инструмент прогнозирования успешности обучающихся / Т.Ю. Быстрова, В.А. Ларионова, Е.В. Сеницын, А.В. Толмачев // Вопросы образования. – 2018. – № 4. – С. 139-166. – DOI 10.17323/1814-9545-2018-4-139-166.

21. Ваганова, В.И. Технология смешанного обучения физике студентов технического университета в электронной информационно-образовательной среде вуза / В.И. Ваганова, В.Г. Ваганова // Ученые записки Забайкальского государственного университета. – 2017. – Т. 12. – № 6. – С. 62-66. – DOI 10.21209/2308-8796-2017-12-6-62-66.

22. Вайнштейн, Ю.В. Обучение дискретной математике в условиях реализации всемирной идеологии CDIO / Ю.В. Вайнштейн, В.А. Шершнева, К.В. Сафонов // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева (Вестник КГПУ). – 2015. – № 4(34). – С. 27-30.

23. 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.

24. Вайнштейн, Ю.В. Педагогическое проектирование персонализированного адаптивного предметного обучения студентов вуза в условиях цифровизации: дисс. ... д-р. пед. наук: 5.8.2. – Красноярск: СФУ, 2021. – 425 с.

25. Велединская, С.Б. Смешанное обучение: секреты эффективности / С.Б. Велединская, М.Ю. Дорофеева // Высшее образование сегодня. – 2014. – № 8. – С. 8-13.

26. Вентцель, Е.С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения: учебное пособие для студентов высших технических учебных заведений / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – Москва: КноРус, 2014. – 448 с. – ISBN 978-5-406-03549-8.

27. Войтович, И.К. Специфика создания электронных образовательных курсов // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2015. – № 1(154). – С. 138-143.

28. Волгушева, А.О. Особенности формирования учебной мотивации студентов как личностно значимого вида деятельности / А.О. Волгушева, С.А. Воробьева, А.С. Веремчук, Н.А. Завершинская // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 2. – С. 26. – DOI 10.17513/spno.29642.

29. Воронина, Т.В. Психолого-педагогическая поддержка студентов в вузе [Электронный ресурс] / Т.В. Воронина, О.В. Воронина // Материалы VIII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». – Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2016/article/2016029172?ysclid=lf0vy75u189428485>.

30. Газман, О.С. Педагогическая поддержка детей в образовании как инновационная проблема // Новые ценности образования: десять концепций и эссе. – М.: Инноватор, 1995. Вып. 3. – 58 с.

31. Газман, О.С. Воспитание и педагогическая поддержка детей в образовании. – Зеленоград: УВЦ «Инноватор», 1996. – 72 с. – ISBN 5-900936-05-8.

32. Гамезо, М.В. Возрастная и педагогическая психология: учебное пособие для студентов всех специальностей педагогических вузов / М.В. Гамезо, Е.А. Петрова, Л.М. Орлова. – Москва: Общественная организация «Педагогическое общество России», 2003. – 512 с. – ISBN 5-93134-195-1.

33. Гильмутдинов, А.Х. Электронное образование на платформе Moodle / А.Х. Гильмутдинов, Р.А. Ибрагимов, И.В. Цивильский. – Казань: Казанский гос. ун-т, 2009. – 186 с. – ISBN 978-5-98180-711-4.

34. Глоссарий ЮНЕСКО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dmz-ibe2-vm.unesco.org/en/glossary-curriculumterminology/p/personalized-learning>.

35. Границкая, А.С. Научить думать и действовать: Адаптивная система обучения в школе: Кн. для учителя. – Москва: Просвещение, 1991. – 172 с. – ISBN 5-09-003080-4.

36. Гриншкун, В.В. Отечественный и зарубежный опыт организации образовательного процесса на основе построения индивидуальных образовательных траекторий / В.В. Гриншкун, А.А. Заславский // Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования. – 2020. – № 1(51). – С. 8-15.

37. Гущина, О.М. Структурный анализ и проектирование систем управления образовательным процессом: учеб. пособие / О.М. Гущина, С.В. Лаптева. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2013 – 188 с.

38. Двинянинова, Е.Н. Акмеологический подход к изучению человека как субъекта развития и саморазвития // Материалы Всероссийской юбилейной научной конференции, посвященной 120-летию со дня рождения С.Л. Рубинштейна. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2009. – 400 с.

39. Деркач, А.А. Акмеология: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальностям психологии / А.А. Деркач, В.Г. Зазыкин. – М. [и др.]: Питер, 2003. – 252 с. – ISBN 5-314-00082-2.

40. Деркач, А.А. Акмеология: личностное и профессиональное развитие человека. Методолого-прикладные основы акмеологических исследований. – Москва, 2000. – 391 с. – ISBN 5-7729-0054-4.

41. Долганов, Д.Н. Модель оценки и прогнозирования успешности обучения // Вестник экспериментального образования. – 2018. – № 1(14). – С. 40-54.

42. Дьяконов, Б.П. Новые профессиональные роли педагога в современной информационно-образовательной среде / Б.П. Дьяконов, Б.М. Игошев // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. – 2014. – № 5. – С. 59-69.

43. Дьяченко, М.И., Психологические проблемы готовности к деятельности / М.И. Дьяченко, Л.А. Кандыбович. – Минск: Изд-во БГУ, 1976. – 175 с.

44. Егоров, В.В. Педагогика высшей школы: учебное пособие / В.В. Егоров, Э.Г. Скибицкий, В.Г. Храпченков. – Новосибирск: САФБД, 2008. – 260 с.

45. Едакин, Н.В. Влияние входных параметров алгоритмов дактилоскопии на качество идентификации личности / Н.В. Едакин, Н. Н. Минакова // Проблемы правовой и технической защиты информации. – 2019. – № 7. – С. 9-18.

46. Ермаков, Д.С. Персонализированная модель образования с использованием цифровой платформы. [Электронный ресурс] / Д.С. Ермаков, П.Н. Кириллов, Н.И. Корякина, С.А. Янкевич; под редакцией Е.И. Казаковой. Москва, 2020. – Режим доступа: <https://vbudushee.ru/upload/lib/%D0%9F%D0%9C%D0%9E.pdf>

47. Есаулова, М.Б. Развитие высшего профессионально-педагогического образования: аспект персонификации // Человек и образование. – 2012. – №4. – С. 25-29.

48. Есаулова, М.Б. Персонификация высшего профессионального образования: на пути к самоуправляемому обучению / М.Б. Есаулова, Г.С. Сухобская, Т.В. Шадрина // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 4: Промышленные технологии. – 2009. – № 3(18). – С. 3-10.

49. Есин, Р.В. Формирование математической компетентности бакалавров направления подготовки «Информатика и вычислительная техника» в электронной среде: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – Красноярск: СФУ, 2019. – 232 с.

50. Ефимов, П.П. Интерактивные методы обучения – основа инновационных педагогических технологий / П.П. Ефимов, И.О. Ефимова // Инновационные педагогические технологии: Материалы Международной научной конференции: Бук, 2014. – С. 286-290.

51. Загвязинский, В.И. Теория обучения: Современная интерпретация: учеб. пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений. – М.: Издат. центр «Академия», 2001. – 192 с.

52. Залесова, Н.В. К вопросу о формировании академической успешности студентов // Вестник Шадринского государственного педагогического института. – 2014. – № 2 (22). – С. 34–39.

53. Захарова, И.Г. Информационные технологии в образовании: учебное пособие. – 7-е изд., перераб. и доп. – Москва: Изд. центр «Академия», 2011. – 188 с. – ISBN 978-5-7695-7976-9.

54. Зеер, Э.Ф. Персонализированное образование в проекции профессионального будущего: методология, прогнозирование, реализация. – Екатеринбург: Российский государственный профессионально-педагогический университет, 2021. – 120 с. – ISBN 978-5-8295-0791-6.

55. Злоказов, К.В. Низкая успеваемость, обусловленная деструктивностью личности // Психопедагогика в правоохранительных органах. – 2010. – № 4(43). – С. 27-32.

56. 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.

57. Иванова, И.В. Педагогическая поддержка как современная образовательная практика // Педагогическое образование в России. – 2015. – № 12. – С. 108-112.

58. Ильясова, К.Х. Роль образования в развитии человеческого капитала / К.Х. Ильясова, Р.М. Никаева // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2019. – Т. 9. – № 9-1. – С. 226-232. – DOI 10.34670/AR.2019.91.9.026.

59. Инструкция по работе с системой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=945>.

60. Исаева, Е.Р. Поиск прогностических критериев академической успеваемости студентов / Е.Р. Исаева, О.В. Тюсова, А.В. Тишков [и др.] // Университетское управление: практика и анализ. – 2017. – Т. 21. – № 2(108). – С. 163-175.

61. Казаков, И.С. Научно-методическое обеспечение формирования у студентов педагогических вузов информационной компетенции на основе персонифицированной модели обучения: учебное пособие. – Сочи: СГУ, 2011. – 106 с. – ISBN 978-5-88702-380-9.

62. Калюжный, А.С. Психология и педагогика: учеб. пособие. – Н.Новгород, 2010. – 312 с.

63. Канин, Д.М. Мировые информационные образовательные ресурсы: учебное пособие / Д.М. Канин, Е.Д. Федорков; ГОУ ВПО «Воронежский гос. технический ун-т». – Воронеж: Воронежский гос. технический ун-т, 2007. – 199 с.

64. Каргина, З.А. Индивидуализация, персонализация, персонификация – ведущие тренды развития образования в XXI веке: обзор современных научных исследований // Наука и образование: современные тренды. – 2015. – № 2(8). – С. 172-187.

65. Кирсанов, А.А. Индивидуализация учебной деятельности как педагогическая проблема. – Казань: Изд-во КГУ, 1982. – 224 с.

66. Ключевые ориентиры для разработки и реализации образовательных программ в предметной области «Информационно-коммуникационные технологии» / И.Ю. Петрова, В.М. Зарипова, Е.Г. Ишкина [и др.]. – Бильбао: Университет Деусто, 2013. – 87 с.

67. Коджаспирова, Г.М. Педагогический словарь / Г.М. Коджаспирова, А.Ю. Коджаспиров. – М.: Академия, 2000. – 176 с.

68. Коджаспирова, Г.М. Словарь по педагогике / Г.М. Коджаспирова, А.Ю. Коджаспиров. – Москва: Издательский центр «МарТ», 2005. – 448 с. – ISBN 5-241-00477-4.

69. Компетентностный подход в педагогическом образовании: коллектив. монография / В. А. Козырев [и др.]. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2004. – 391 с. – ISBN 5-8064-0824-8.

70. Компетенции «4К»: формирование и оценка на уроке: Практические рекомендации / авт.-сост. М.А. Пинская, А.М. Михайлова. – М.: Корпорация «Российский учебник», 2019. – 76 с.

71. Конаржевский, Ю.А. Менеджмент и внутришкольное управление / Ю.А. Конаржевский; гл. ред. В.М. Лизинский. – Москва: Педагогический поиск, 2000. – 222 с. – ISBN 5-901030-23-0.

72. Кондратенко, С.В. Введение в педагогическую психологию: учебн. издание. – 2008. – 104 с.

73. Корнев, М.Н. Перевернутое обучение – путь интенсификации современного урока // Вестник "Орлея" - kst. – 2016. – № 2(12). – С. 56-61.

74. Коротенков Ю.Г. Информационная образовательная среда основной школы: учебное пособие [Электронный ресурс]. – [Б. м.]: Академия Айти, 2011. – Режим доступа: <http://e-lib.dulaty.kz/elib/document/7954651>.

75. Краевский, В.В. Методология педагогического исследования: пособие для педагога-исследователя. – Самара: Изд-во СамГПИ, 1994. – 165 с. – ISBN 5-8428-0038-1.

76. Крылова, Н.Б. Педагогическая, психологическая и нравственная поддержка как пространство личностных изменений ребенка и взрослого // Классный руководитель. – 2000. – № 3. – С. 96-108.

77. Кузьмина, Н.В. Акмеологическая концепция развития профессиональной компетентности в вузе: монография / Н.В. Кузьмина, В.Н. Софьина. – Санкт-Петербург: Центр стратегических исслед., 2012. – 199 с. – ISBN 978-5-98994-041-7.

78. Кузьмина, Н.В. Методы исследования педагогической деятельности. – Л.: – 1970. – 114 с.

79. Курапова, Т.Ю. Теоретический анализ понятий "успеваемость" и "успешность обучения" в психолого-педагогической литературе / Т.Ю. Курапова, Т.И. Ежевская // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. – 2010. – № 9(51). – С. 54-58.

80. Курапова, Т.Ю. Критерии успешности обучения учащихся общеобразовательных школ // Психология в России и за рубежом: материалы Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, октябрь 2011 г.). – СПб.: Изд-во Реноме, 2011. – С. 106-109.

81. Куринин, И.Н. Электронный журнал учета учебных достижений студента / И.Н. Куринин, В.И. Нардюжев, И.В. Нардюжев // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. – 2013. – № 4. – С. 79-89.

82. Кустицкая, Т.А. Развитие учебной аналитики в России / Т.А. Кустицкая, М.В. Носков // Информатизация образования и методика

электронного обучения: цифровые технологии в образовании: Материалы V Международной научной конференции. В 2-х частях. Том Часть 1. – Красноярск: СФУ, 2021. – С. 273-278.

83. Кутузов, А.В. Сущность индивидуализации образования в современной школе // Ученые записки Забайкальского государственного гуманитарно-педагогического университета им. Н.Г. Чернышевского. – 2012. – № 5(46). – С. 183-190.

84. Лаптев, В.В. Учет времени решения при оценивании результатов автоматизированного контроля / В.В. Лаптев, В.И. Сербин // Известия Волгоградского государственного технического университета. Сер. Актуальные проблемы управления вычислительной техники и информатики в технических системах. – 2010. – № 11. – С. 102-105.

85. Леонтьев, А.Н. Деятельность, сознание, личность / А.А. Леонтьев, Д.А. Леонтьев, Е.Е. Соколова. – Москва: Смысл, 2005. – 431 с. – ISBN 5-89357-113-4.

86. Липатова, С.Д. Технология формирования навыков командной работы в условиях проектного обучения студентов вуза / С.Д. Липатова, Е.А. Хохолева // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки. – 2021. – Т. 18, № 1. – С. 57-70. – DOI 10.17673/vsgtu-pps.2021.1.5.

87. Лисовский В.Т. Советское студенчество: социол. очерки. – Москва: Высш. шк., 1990. – 302 с. – ISBN 5-06-002097-5.

88. Ломаско, П.С. Роль интерактивного цифрового контента при реализации онлайн-обучения в современном университете // Современное образование. – 2017. – № 4. – С. 143-151.

89. Луман, Н. Проблемы теоретической социологии. – Санкт-Петербург: Петрополис, 1994. – С. 4355.

90. Ляликова, В.И. Прогнозирование успешности обучения студентов в вузе на основании данных вступительных испытаний / В.И. Ляликова, Г.А.

Хацкевич // Вестник Гродненского государственного университета имени Янки Купалы. – 2014. – № 2 (177). – С. 70-73.

91. Мануйлов, Ю.С. Концептуальные основы средового подхода в воспитании // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. Серия: Педагогика. Психология. Социальная работа. Ювенология. Социокинетика. – 2008. – Т. 14. – № 4. – С. 21-27.

92. Марковская математическая модель динамического адаптивного тестирования активного агента / Н.В. Бровка, П.П. Дьячук, М.В. Носков, И.П. Перегудова // Информатика и образование. – 2018. – № 10(299). – С. 29-35. – DOI 10.32517/0234-0453-2018-33-10-29-35.

93. Махмутов, М.И. Проблемное обучение: основные вопросы теории. – Москва: Педагогика, 1975. – 364 с.

94. Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утв. Минобрнауки России 08.04.2014 № АК-44/05вн) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/70680520>.

95. Методические рекомендации по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов (утв. Минобрнауки России 22.01.2015 № ДЛ-1/05вн) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/70884816>.

96. Мовчан, И.Н. Информационно-образовательная среда образовательного учреждения // Электротехнические системы и комплексы. – 2015. – № 3(28). – С. 55-58.

97. Мовчан, И.Н. Особенности формирования единой информационно-образовательной среды образовательного учреждения / И.Н. Мовчан // Новые

информационные технологии в образовании: Материалы VII международной научно-практической конференции. – Екатеринбург, , 2014. – С. 347-350.

98. Мокрый, В.Ю. Формирование информационной культуры обучающихся образовательных учреждений в условиях современного общества / В.Ю. Мокрый, Р.Л. Седов // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2021. – № 5(217). – С. 144-151. – DOI: 10.23951/1609-624X-2021-5-144-151.

99. Напалков, С.В. О методических особенностях организационной работы по выполнению учащимися заданий тематического образовательного Web-квеста по математике // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2014. – № 1-2. – С. 42-50.

100. 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. – DOI: 10.26170/ro18-08-15.

101. Носков, М.В. Анализ образовательных данных в активных информационно-обучающих системах / М.В. Носков, Ю.В. Вайнштейн, Т.А. Кустицкая // Современные проблемы прикладной математики и информационных технологий: Материалы международной научно-практической конференции, Бухара, 11–12 мая 2022 года. – Бухара: Бухарский государственный университет, 2022. – С. 544-545.

102. Озерова, Г.П. Прогнозирование успешности студентов при смешанном обучении с использованием данных учебной аналитики / Г.П. Озерова, Г.Ф. Павленко // Science for Education Today. – 2019. – Т. 9, № 6. – С. 73-87. – DOI: 10.15293/2658-6762.1906.05.

103. 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.

104. Осмоловская, И.М. Организация дифференцированного обучения в современной общеобразовательной школе. – Москва: Изд-во Моск. психол.-соц. ин-та, 2005. – 214 с. – ISBN 5-89502-521-8.

105. Остапенко, А.В. Особенности педагогической поддержки личностно-профессионального развития будущих юристов в условиях вуза // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. – 2018. – № 2(50). – С. 151-156.

106. Оценка результатов обучения в адаптивных электронных обучающих курсах / Ю. В. Вайнштейн, В. А. Шершнева, В. И. Вайнштейн, И. Ф. Космидис // Информатизация непрерывного образования. – Материалы Международной научной конференции «Информатизация непрерывного образования». Том 2. – Москва: Российский университет дружбы народов, 2018. – С. 10-14.

107. Пакулова, В.М. Методика преподавания природоведения: учебник для пед. ин-тов / В.М. Пакулова, В.И. Кузнецова. – Москва: Просвещение, 1990. – 191 с. – ISBN 5-09-000913-9.

108. Педагогическая концепция: методологические аспекты построения / Е.В. Яковлев, Н.О. Яковлева. – М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2006. – 239 с. – ISBN 5-691-01523-0.

109. Педагогическая энциклопедия: [В 4 т.]. – Москва: Сов. энциклопедия, 1964-1968. – 4 т.

110. Педагогические технологии дистанционного обучения: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по педагогическим специальностям / Е.С. Полат [и др.]. – 2-е изд., стер. – Москва: Академия, 2008. – 391 с. – ISBN 978-5-7695-5407-0.

111. Педагогический энциклопедический словарь. – Москва: Большая рос. энцикл., 2002. – 527 с. – ISBN 5-85270-230-7.

112. Перетятыко, Г.И. Теоретические аспекты личностно-ориентированного обучения // Евразийский союз ученых. – 2014. – № 8-4. – С. 35-37.

113. Персонализированное образование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Персонализированное_образование.

114. Плохинский, Н.А. Биометрия: учеб. пособие для студентов биол. специальностей ун-тов. – Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 367 с.

115. Подгайский, Н.Е. Психолого-педагогическое прогнозирование успешности обучения первоклассников: дисс. ... канд. психол. наук: 19.00.07. – Нижний Новгород, 2011. – 189 с.

116. Подласый, И.П. Педагогика: новый курс. – М.: Владос, 2000. – 255 с. – ISBN 5-691-00176-0.

117. Положение о реализации электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в СФУ [Электронный ресурс]. – Красноярск, 2021. – 31 с. – Режим доступа: <http://about.sfu-kras.ru/docs/9739/pdf/926831>.

118. Положение об ЭИОС МПГУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mpgu.su/wp-content/uploads/2021/05/16.2.19.Положение-об-ЭИОС-МПГУ-приказ-227-от-28.02.2020.pdf>

119. Положение об ЭИОС РЭУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kirsute.ru/content/files/2069f83adb8fd750f1114da434326273.pdf>.

120. Положение об электронном обучении, дистанционных образовательных технологиях в НИ ТГУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ido.tsu.ru/normdocs/elearning/elearning2016.pdf>.

121. Польшин, О.В. Прогнозирование успеваемости в вузе по результатам ЕГЭ // Прикладная эконометрика. – 2011. – № 1(21). – С. 56-69.

122. Помян, С.В. Прогноз результатов успеваемости студентов вуза на основе марковских процессов / С.В. Помян, О.С. Белоконь // Вестник Вятского государственного университета. – 2020. – № 4(138). – С. 63-73. – DOI: 10.25730/VSU.7606.20.057.

123. Попков, В.А. Дидактика высшей школы / В.А. Попков, А.В. Коржуев. – М.: Академия, 2004. – 190 с.

124. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402518156>.

125. Приказ Министерства науки и высшего образования РФ и Министерства просвещения РФ от 05.08.2020 № 885/390 «О практической подготовке обучающихся» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/74626874>.

126. Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/71770012>.

127. Профессиональные стандарты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://profstandart.rosmintrud.ru>.

128. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. – М.: Наука, 1968. – 185 с.

129. 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.

130. Пышкало А.М. Методическая система обучения геометрии в начальной школе: автореф. дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02. АПН СССР. Науч.-исслед. ин-т содержания и методов обучения. – Москва: [б.и.], 1975. – 60 с.

131. Ранних, В.Н. Электронные обучающие курсы как эффективное средство обучения в вузе // Известия Тульского государственного университета. Гуманитарные науки. – 2014. – № 4-2. – С. 210-215.

132. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. – Москва: Учпедгиз, 1946. – 704 с.

133. Рудаков В.Н. Качество вуза, успеваемость и занятость во время обучения как детерминанты заработной платы выпускников вузов на начальном этапе карьеры: дисс. ... канд. экон. наук: 08.00.05. – Москва. – 2016. – 180 с.

134. Рудинский, И.Д. Гибридные образовательные технологии: анализ возможностей и перспективы применения / И.Д. Рудинский, А.В. Давыдов // Вестник науки и образования Северо-Запада России. – 2021. – Т. 7. – № 1. – С. 44-52.

135. Русаков, С.В. Нейросетевая модель прогнозирования группы риска по успеваемости студентов первого курса / С.В. Русаков, О.Л. Русакова, К.А. Посохина // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2018. – Т. 14, № 4. – С. 815-822. – DOI: 10.25559/SITITO.14.201804.815-822.

136. Саяпина, Н.Н. Педагогическое сопровождение развития студентов профессионального образования / Н.Н. Саяпина, Д.Д. Каримов. – Санкт-Петербург: Астерион, 2016. – 80 с. – ISBN 978-5-00045-396-4.

137. СберУниверситет. Словарь-справочник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://sberuniversity.ru/edutech-club/lab/glossary/?sphrase_id=95719&ysclid=lp9akkzb2n193885694.

138. Семушина, Л.Г. Содержание и технологии обучения в средних специальных учебных заведениях: учеб. пособие для преп. учреждений сред. проф. образования / Л.Г. Семушина, Н.Г. Ярошенко. – М.: Мастерство, 2001. – 272 с.

139. Сербин, В.И. Повышение эффективности управления процессом обучения с помощью марковской модели // Вестник РАЕН. – 2019. – Т. 19. – № 2. – С. 138-141.

140. Сербин, В.И. Метод расчета параметров автоматизированной обучающей системы // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2012. – № 2(18). – С. 66-71.

141. Сербин, В.И. Повышение эффективности процесса обучения с помощью марковской модели // Итоги науки и техники. Современная математика и ее приложения. Тематические обзоры. – 2020. – Т. 186. – С. 116-122. – DOI: 10.36535/0233-6723-2020-186-116-122.

142. Слостенин, В.А. Педагогика/ В.А. Слостенин, Е.Н. Шиянов, И.Ф. Исаев. – М.: Академия, 2016. – 496 с.

143. Слободчиков, В.И. Психология человека: введение в психологию субъективности: учебное пособие / В.И. Слободчиков, Е.И. Исаев. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во ПСТГУ, 2014. – 359 с. – ISBN 978-5-7429-0940-8.

144. Слюсарев, Ю.В. Психологическое сопровождение как фактор активизации саморазвития личности: автореф. дис. ... канд. психол. наук. – СПб.: СанктПетербург. гос. ун-т, 1992. – 23 с.

145. Современная "цифровая" дидактика: монография / И.М. Реморенко, Е.Д. Патаракин, В.В. Гриншкун [и др.]. – Москва: ООО "ГринПринт", 2022. – 136 с.

146. Сомова, М.В. 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.

147. Сомова, М.В. Интерфейс личного кабинета студента в активной информационной среде вуза // Материалы I Международной научной конференции «Информатизация образования и методика ЭО». – Красноярск: СФУ, 2016. С. 449-454.

148. Сомова, М.В. Личный кабинет как персонифицированная территория развития студента в вузе / М.В. Сомова, Е.С. Ковалева // Инновационные подходы в решении научных проблем: Сборник трудов по материалам V Международного конкурса научно-исследовательских работ. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр «Вестник науки», 2021. – С. 172-180.

149. Сомова, М.В. Личный кабинет студента как инструмент формирования компетентности в электронной среде / М.В. Сомова, М.В. Носков, Р.А. Барышев, М. В. Сомова // Информатизация образования: теория и практика: Сборник материалов международной научно-практической конференции. – Омск: ООО «Полиграфический центр КАН», 2015. – С. 45-48.

150. Сомова, М.В. Методическая модель построения персонализированного образовательного процесса на основе прогнозирования успешности предметного обучения // Современные наукоемкие технологии. – 2023. – № 12.

151. Сомова, М.В. Особенности применения информационных технологий в деятельности куратора в вузе / М.В. Сомова, Е.С. Ковалева // Прогрессивные научные исследования – основа современной инновационной системы: Сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью «ОМЕГА САЙНС», 2022. – С. 185-189.

152. Сомова, М.В. Педагогическое содействие и помощь студентам на основе раннего прогнозирования успешности предметного обучения / М.В. Сомова, Ю.В. Вайнштейн, М.В. Носков // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: Материалы VII Международной научной конференции. – Красноярск: КГПУ им. В.П. Астафьева, 2023. – С. 123-126.

153. Сомова, М.В. Прогнозирование сохранности контингента студентов на основе мониторинга текущей успеваемости в электронных обучающих курсах / М.В. Носков, М.В. Сомова // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева (Вестник КГПУ). – 2014. – № 3(29). – С. 84-87.

154. Сомова, М.В. Прогностическая модель оценки успешности предметного обучения в условиях цифровизации образования / М.В. Носков, Ю.В. Вайнштейн, М.В. Сомова, И.М. Федотова // Вестник Российского

университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. – 2023. – Т. 20. – № 1. – С. 7-19. – DOI: 10.22363/2312-8631-2023-20-1-7-19.

155. Сомова, М.В. Роль куратора в условиях информатизации образования / М.В. Сомова, Е.С. Ковалева // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: Материалы V Международной научной конференции. В 2-х частях. Том Часть 1. – Красноярск: СФУ, 2021. – С. 470-475.

156. Сомова, М.В. Сервисы личного кабинета в активной информационной среде вуза / М.В. Сомова, Д.Ю. Сомов, А.В. Иевлева // Сфера знаний: вопросы продуктивного взаимодействия наук в XXI веке. – Казань: ООО «СитИвент», 2018. – С. 202-207.

157. Сомова, М.В. Тьюторство в современном вузе / М.В. Сомова, Е.С. Ковалева // Актуальные вопросы гуманитарных и социальных наук: от теории к практике: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Чебоксары: Общество с ограниченной ответственностью «Издательский дом «Среда», 2023. – С. 199-202. – DOI: 10.31483/r-105246.

158. Сомова, М.В. Управление успешностью обучения студента на основе марковской модели / М.В. Носков, М.В. Сомова, И.М. Федотова // Информатика и образование. – 2018. – № 10(299). – С. 4-11. – DOI: 10.32517/0234-0453-2018-33-10-4-11.

159. Столбов, В.Ю. Междисциплинарность как важный компонент современного инженерного образования // Вестник ПНИПУ. Культура. История. Философия. Право. – 2015. – № 2. – С. 12-20.

160. Сэкулич, Н.Б. Электронная информационно-образовательная среда университета: принципы построения и структура // Вестник Бурятского государственного университета. – 2016. – № 4. – С. 114-120. – DOI: 10.18101/1994-0866-2106-4-114-120.

161. Тагунова, И.А. Мировые тенденции развития школьного образования // Педагогика. – 2019. – №6. – С. 106-113.

162. Тестов, В.А. Электронные технологии в обучении математике: проблема понимания // Математический вестник педвузов и университетов Волго-Вятского региона. – 2019. – № 21. – С. 53-60.

163. Тестов, В.А. Фундаментальность образования: современные подходы // Педагогика. – 2006. – № 4. – С. 3-7.

164. Токтарова, В.И. Анализ образовательных данных взаимосвязи успешности обучения и поведения студентов в цифровой образовательной среде вуза / В.И. Токтарова, О.Г. Попова // Информатика и образование. – 2022. – Т. 37. – № 4. – С. 54-63. – DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-54-63.

165. Токтарова, В.И. Предиктивная аналитика в цифровом образовании: анализ и оценка успешности обучения студентов / В.И. Токтарова, Ю.А. Пашкова // Сибирский педагогический журнал. – 2022. – № 1. – С. 97-106. – DOI: 10.15293/1813-4718.2201.09.

166. Третьяков, П.И. Управление школой по результатам: Практика пед. менеджмента. – Москва: Новая шк., 1998. – 283 с. – ISBN 5-7301-0280-1.

167. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования / А.Ю. Уваров, Э.Гейбл, И.В. Дворецкая и др.; под ред. А.Ю. Уварова, И.Д. Фрумина. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2019. – 343 с.

168. Унт, И.Э. Индивидуализация и дифференциация обучения. – М.: Педагогика, 1990. – 192 с.

169. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fgosvo.ru/fgosvo/index/24>.

170. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174.

171. Филатова, О.М. Типология форм обучения // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского. – 2008. – № 11. – С. 154-158.

172. Фиофанова, О.А. Методы анализа образовательных данных и способы их применения в педагогической и управленческой практике в сфере образования // Школьные технологии. – 2020. – № 1. – С. 117-127.

173. Харитонов, И.М. Прогнозирование качества обучения в вузе с помощью методов регрессионного анализа / И.М. Харитонов, Е.Г. Крушель, О.О. Привалов [и др.] // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). – 2021. – № 56(82). – С. 72-80. – DOI: 10.36807/1998-9849-2020-56-82-72-80.

174. Христидис, Т.В. Психолого-педагогическое сопровождение студентов в вузе // Вестник Московского государственного университета культуры и искусств. – 2015. – № 1(63). – С. 172-176.

175. Цуканова, Е.В. Нормативные требования к созданию электронной информационно-образовательной среды вуза // Современные образовательные технологии в мировом учебно-воспитательном пространстве. – 2016. – № 9. – С. 147–151.

176. Шадриков, В.Д. Индивидуализация содержания образования: монография. – М.: Логос, 2012. – 199 с. – ISBN 978-5-98704-635-7.

177. Шапоров, А.М. Педагогические условия академической успешности обучающихся: дисс. ... канд. пед. наук: 5.8.1. – Ярославль, 2022. – 381 с.

178. Шаталов, В.Ф. Эксперимент продолжается. – М.: Педагогика, 1986. – 334 с. – ISBN 5-7155-0089-3.

179. Шершнева, В.А. Адаптивная система обучения в электронной среде / В.А. Шершнева, Ю.В. Вайнштейн, Т.О. Кочеткова // Программные системы: теория и приложения. – 2018. – Т. 9, № 4(39). – С. 159-177. – DOI: 10.25209/2079-3316-2018-9-4-3-159-177.

180. Шершнева, В.А. Как оценить междисциплинарные компетентности студента // Высшее образование в России. – 2007. – № 10. – С. 48-50.

181. Шлюбуль, Е.Ю. Педагогическая поддержка студента в образовательном пространстве вуза: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.08 [Электронный ресурс]. – Краснодар, 2005. – 164 с. – Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/pedagogicheskaya-podderzhka-studenta-v-obrazovatelnom-prostranstve-vuza>.

182. Юсупова, А.М. Проектная методика как новая педагогическая личностно-ориентированная технология // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2017. – № 4-2. – С. 112-118.

183. Ядровская, М.В. Модели в педагогике / М.В. Ядровская // Вестник Томского государственного университета. – 2013. – №. 366. – С. 139-143.

184. Якиманская, И.С. Личностно-ориентированное обучение в современной школе. – Москва: Изд. фирма «Сентябрь», 1996. – 95 с. – ISBN 5-88753-007-3.

185. Якиманская И.С. Изучение личности ученика в образовательном процессе / И.С. Якиманская, Е.П. Рябоштан; отв. ред. М.А. Ушакова. – Москва: Сентябрь, 2010. – 159 с. – ISBN 978-5-88753-125-0.

186. Яковлева, Н.М. Педагогическое управление: сущность, значение и содержание / Н.М. Яковлева, Н.О. Яковлева // Современная высшая школа: инновационный аспект. – 2011. – № 4. – С. 34-44.

187. Яковлева, Н.О. Педагогическое проектирование: учеб.-практ. пособие. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2001. – 123 с. – ISBN 5-85716-395-1.

188. Ямских, Т.Н. Геймификация как средство повышения мотивации студентов и ее реализация в системе электронного образования на платформе LMS Moodle / Т.Н. Ямских, Т.М. Лабушева, Н.Н. Слепченко // Филологические науки. Вопросы теории и практики. – 2017. – № 8-1(74). – С. 188-190.

189. Bean J.P. Student Attrition, Intentions, and Confidence: Interaction Effects in a Path Model [Электронный ресурс] / J.P. Bean // Research in Higher

Education. – 1982. – vol. 17. – No. 4. – Режим доступа: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00977899>.

190. Binbin, Z. The impact of learner-, instructor-, and course-level factors on online learning / Z. Binbin, L. Chin-Hsi Lin, K. Jemma Bae // *Computers & Education*. – 2020. – 150 p. – DOI: 10.1016/j.compedu.2020.103851.

191. Birina O.V. The concept of successful learning in modern pedagogical and psychological theories / O.V. Birina. *Fundamental Research*. – 2014. – No. 8-2. – pp. 438-443.

192. Bonk, C.J. Innosight Institute. Handbook of Blended Learning [Электронный ресурс] / C.J. Bonk, C.R. Graham; Global Perspectives, Local Designs. – San Francisco, CA: Pfeiffer Publishing, 2005. – Режим доступа: www.innosightinstitute.org.

193. Breiter, A. Assessment information systems for decision support in schools a case study from Hungary / A. Breiter, E. Stauke // *Knowledge Management for Educational Innovation*. – 2006. – vol. 230. – pp. 9-17. – DOI: 10.1007/978-0-387-69312-5_2.

194. Buckley, D. The Personalization by Pieces Frame work: A Framework for the Incremental Transformation of Pedagogy Towards Greater Learner Empowerment in Schools / D. Buckley, L. Wilson. Cambridge: CEA Publishing, 2006.

195. Burnham K.P, Anderson D.R. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach / K.P. Burnham, D.R. Anderson. – N.Y.: Springer-Verlag, 2002. – 496 p.

196. Cagliero, L. Predicting Student Academic Performance by Means of Associative Classification / L. Cagliero, L. Canale, L. Farinett, E. Baralis, E. Venuto // *Appl. Sci*. – 2021. – vol. 11(4). – pp. 14-20. – DOI: 10.3390/app11041420.

197. Conijn, R. Predicting student performance from LMS data: A comparison of 17 blended courses using Moodle / R. Conijn, C. Snijders, A. Kleingeld, U. Matzat // *IEEE Transactions on Learning Technologies*. – 2017. – vol. 10. – pp. 17-

29. – DOI: 10.1109/TLT.2016.2616312.

198. Conijn, R. Predicting student performance in a blended MOOC / R. Conijn, A. Van den Beemt, P. Cuijpers // *Journal of Computer Assisted Learning*. – 2018. – vol. 34. – pp. 615–628. – DOI: 10.1111/jcal.12270.

199. Draper, N.R. *Applied Regression Analysis*, 3rd Edition / N.R. Draper, H. Smith // *Applied Regression Analysis*. – 2014. – pp. 327-368. – DOI: 10.1002/9781118625590.ch15.

200. Eldose, K.K. Markov analysis of academic performance of students in higher education: a case study of an engineering institution / K.K. Eldose, B.D. Mayureshwar, K.R. Kumar, R. Sridharan // *International Journal of Services and Operations Management*. – 2022. – vol. 41. – № 1-2. – pp. 59-81. DOI: 10.1504/IJSOM.2022.121696.

201. Ellis, R.A. Quality in blended learning environments – significant differences in how students approach learning collaborations / R.A. Ellis, A. Pardo, F. Han // *Computers and Education*. – 2016. – vol. 102. – pp. 90-102. – DOI: 10.1016/j.compedu.2016.07.006.

202. Fei, M. Temporal models for predicting student dropout in massive open online courses / M. Fei, D. Yeung // *International Conference on Data Mining Workshop*. – 2015. – pp. 256-263. – DOI: 10.1109/ICDMW.2015.174.

203. González, J. Modeling of university dropout using Markov chains / J. González, C.M. Carvajal-Muquillaza, J. Aspeé // *Uniciencia*. – 2020. – vol. 34(1). – pp. 129-146. – DOI: 10.15359/ru.34-1.8.

204. Kabathova, J. Towards Predicting Student's Dropout in University Courses Using Different Machine Learning Techniques [Электронный ресурс] / J. Kabathova, M. Drlik, J. Pecuchova // *Appl. Sci.* – 2021. – vol. 11(7). – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/350563786_Towards_Predicting_Student's_Dropout_in_University_Courses_Using_Different_Machine_Learning_Techniques.

205. Kennedy, J.V. Investigating Metacognitive Strategies and Exam Performance: A Cross-Sectional Survey Research Study / J.V. Kennedy, A.R. David // Education. Sci. – 2023. – vol. 13(11). – pp. 11-32. – DOI: 10.3390/educsci13111132.

206. Laveti, R.N. Implementation of learning analytics framework for MOOCs using state-of-the-art in-memory computing / R.N. Laveti, S. Kuppili, J. Ch, S.N. Pal, N.S. Babu // 5th National Conference on E-Learning & E-Learning Technologies (ELELTECH). – 2017. – pp. 1-6. – DOI: 10.1109/ELELTECH.2017.8074997.

207. Levene, H. Robust Tests for Equality of Variances / H. Levene// eds. in I. Olkin [et al.]; Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling. – Vol. 2. Stanford University Press, Palo Alto, 1960. – pp. 278-292.

208. Maraza-Quispe, B. Predictive Model Implemented in KNIME Based on Learning Analytics for Timely Decision Making in Virtual Learning Environments / B. Maraza-Quispe, E.D. Valderrama-Chauca, L.H. Cari-Mogrovejo, J.M. Apaza-Huanca, J.A. Sanchez-Ilabaca J.A. // I. Journal of Information and Education Technology. – 2022. – vol. 12. – № 2. – pp. 91-99. – DOI: 10.18178/ijiet.2022.12.2.1591.

209. Oladokun, V.O. Predicting Students' Academic Performance using Artificial Neural Network: A Case Study of an Engineering Course / V.O. Oladokun, A.T. Adebajo, O.E. Charles-Owaba // The Pacific Journal of Science and Technology. – 2008. – vol. 9. – № 1. – pp. 72-79.

210. Peng, H. Personalized adaptive learning: an emerging pedagogical approach enabled by a smart learning environment / H. Peng, S. Ma, J.M. Spector // Foundations and Trends in Smart Learning. – 2019. – pp. 171-176.

211. Personalized learning in iSTART: Past modifications and future design / K.S. McCarthy, M. Watanabe, J. Dai, D.S. McNamara // Journal of research on technology in education. – 2020. – vol. 52(3). – pp. 301–321. – DOI: 10.1080/15391523.2020.1716201.

212. Qi, L. Design and Application of Hybrid Learning Platform Based on Joomla / L. Qi, A. Tian // *Advances in Computer Science and Education Applications*. In M. Zhou, & H. Tan (Ed.). – 2011. – pp. 549-556. – DOI: 10.1007/978-3-642-22456-0_79.

213. Riestra-Gonzalez, M. Massive LMS log data analysis for the early prediction of course-agnostic student performance / M. Riestra-Gonzalez M., M. Paule-Ruíz, F. Ortin // *Computers & Education*. – 2020. – vol. 163(1). – pp. 104-108. – DOI: 10.1016/j.compedu.2020.104108.

214. Roberts-Mahoney, H. Netflixing human capital development: personalized learning technology and the corporatization of K-12 education / H. Roberts-Mahoney, A. Means, M. Garrison // *Journal of Education Policy*. – 2016. – vol. 31(4). – pp. 1-16. – DOI: 10.1080/02680939.2015.1132774.

215. Robinson Ken, Aronica Lou: *Creative Schools. The Grassroots Revolution That's Transforming Education* / M. Zupanic Benic. – London: Penguin Books, 2016. – 320 p. – DOI: 10.21464/mo43.231.8993.

216. Romero, C. Educational data mining: A survey from 1995 to 2005 / C. Romero, S. Ventura // *Expert Syst. Appl.* – 2007. – vol. 33(1). – pp. 135-146. – DOI:10.1016/j.eswa.2006.04.005.

217. Tinto, V. Dropout from Higher Education: A Theoretical Synthesis of Recent Research [Электронный ресурс] / V. Tinto // *Review of Educational Research*. – 1975. – vol. 45. – No. 1. – DOI: 10.2307/1170024. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/236026224_Drop-Outs_From_Higher_Education_A_Theoretical_Synthesis_of_Recent_Research.

218. Tomlinson, B. *Blended Learning in English Language Teaching: Course Design and Implementation* / B. Tomlinson, C. Whittaker // London: British Council, 2013. – 252 p. ISBN: 978-0-86355-706-4.

219. Topirceanua, A. Decision tree learning used for the classification of student archetypes in online courses/ A. Topirceanua, G. Grosseckb // *Procedia Computer Science*. – 2017. – vol. 112. – pp. 51–60. – DOI:

10.1016/j.procs.2017.08.021.

220. Xing, W. Temporal predication of dropouts in MOOCs: Reaching the low hanging fruit through stacking generalization / W. Xing, X. Chen, J. Stein // Computers in Human Behavior. – 2016. – vol. 58. – pp. 119-129. DOI: 10.1016/j.chb.2015.12.007.

221. Zhu, D. Academic performance and financial forecasting performance: A survey study [Электронный ресурс] / D. Zhu, I. Hodgkinson, Q. Wang // Journal of Behavioral and Experimental Finance. – 2018. – vol. 20. – DOI: 10.1016/j.jbef.2018.07.002. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/326662806_Academic_performance_and_financial_forecasting_performance_A_survey_study.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А. Примеры расчета вероятностей для различных уровней начальной подготовки студентов и соотношений λ/μ

Пример расчета для $\lambda/\mu = 1/3$. Предположим, что получение информации происходит преимущественно на лекциях, а усвоение – на практических, семинарских и лабораторных занятиях, а также в процессе самостоятельной работы. Заметим, что согласно общепринятой практике в большинстве образовательных организаций самостоятельная работа занимает не менее 50% трудоемкости дисциплины. Далее мы будем приравнивать это значение к 50%. Таким образом, при соотношении часов лекционных и практических занятий 1:1 отношение λ/μ можно положить равным $1/3$, так как одному часу аудиторных практических занятий надо прибавить два часа внеаудиторной самостоятельной работы. Имея ввиду, что сумма $p_1(t) + p_2(t) + p_3(t) + p_4(t) = 1$ для любого момента времени t имеем для студента, который в начальный момент времени $t = 0$ находился в состоянии S_k , $k = 1, \dots, 4$, распределение вероятностей $p_j(t) = 1$, если $k = j$ и $p_j(t) = 0$, если $k \neq j$.

Тогда для студента с начальным уровнем знаний – 80 баллов графики функций $p_k(t)$, где t изменяется от 0 до 18 (число недель в семестре), приведены на рисунке 23 (решение системы уравнений (2) осуществлено в пакете MAPLE). Такой студент, выполняя полностью учебный план, получит устойчивую оценку «отлично» (100 баллов) в конце семестра с вероятностью, большей 0,6. Однако, этого показателя он фактически достигнет в конце второй недели, что для студента с хорошими начальными показателями вполне допустимо при изучении дисциплины с низкой трудоемкостью.

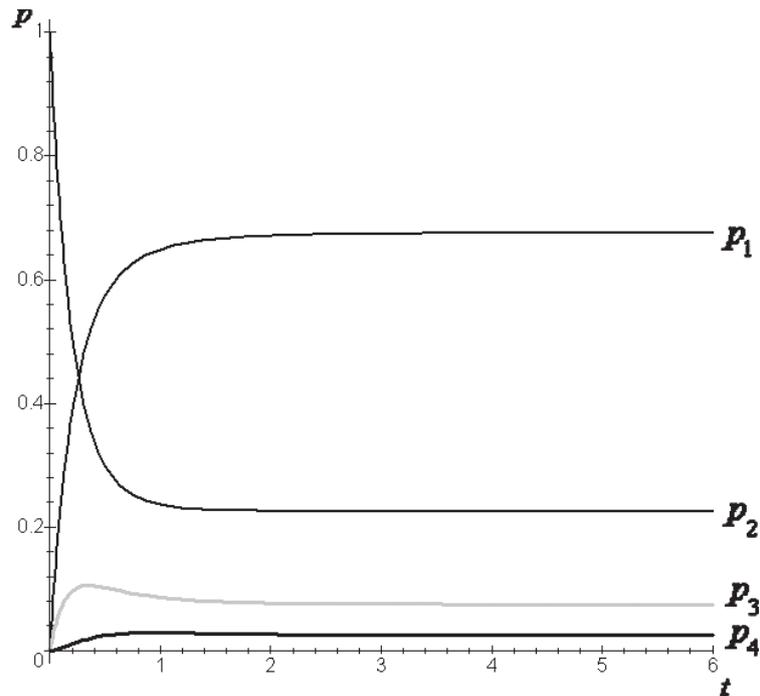


Рисунок 23 – Графики функций $p_k(t)$ для студента с начальным уровнем знаний 80 баллов при $\lambda/\mu = 1/3$

Анализируя распределение вероятностей успешности обучения при тех же предположениях для студента с низким начальным уровнем знаний – 40 баллов, можно сделать вывод, что такой студент, полностью освоив учебный план, также должен получить устойчивую оценку «отлично» (100 баллов) с той же вероятностью, но к концу третьей недели, что вызывает определенные сомнения (рисунок 24).

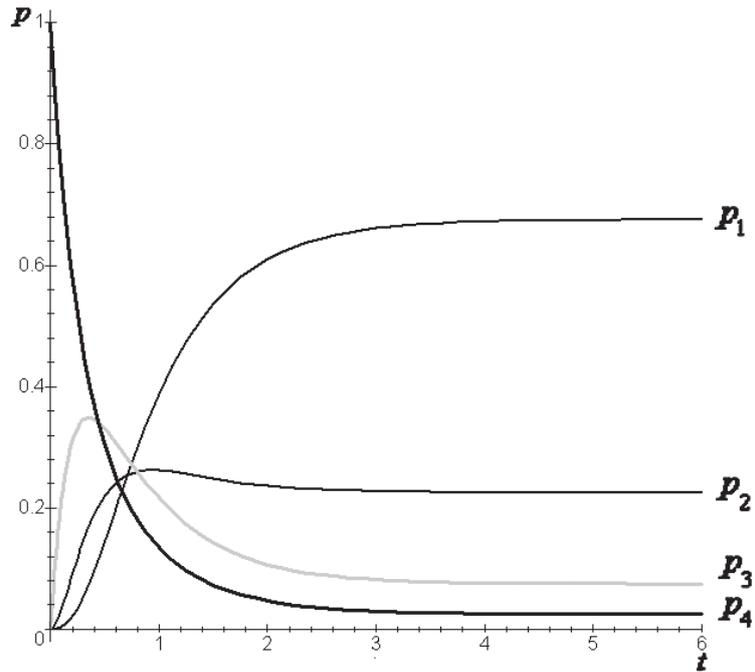


Рисунок 24 – Графики функций $p_k(t)$ для студента с начальным уровнем знаний 40 баллов при $\lambda/\mu = 1/3$

Пример расчета для $\lambda = 1$, $\mu = 3/2$. Графики функций $p_k(t)$, где t изменяется от 0 до 18 недель при $\lambda = 1$, $\mu = 3/2$ имеют вид, представленный на рисунке 25.

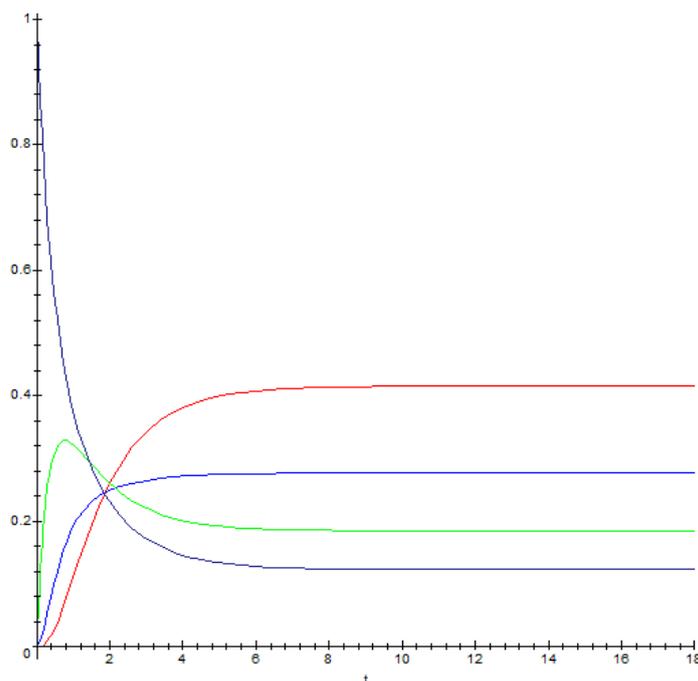


Рисунок 25 – Графики функций $p_k(t)$ при $\lambda = 1$, $\mu = 3/2$

Из графика на рисунке 25 можно сделать вывод, что вероятность оценки выше 60 баллов (то есть оценок «хорошо» и «отлично») к четвертой неделе превышает 0,5, т.е. можно полагать с высокой вероятностью, что академической задолженности у такого студента не возникнет. Напоминаем, что мы рассматриваем студента, который отрабатывает материал каждой двухчасовой лекции на двухчасовом практическом занятии и, кроме того, как минимум один час занимается самостоятельно, при этом выполняя все требования учебного плана. Легко понять, что при начальном условии входного контроля выше 40 баллов либо при больших трудозатратах на выполнение самостоятельной работы вероятность успешного обучения такого студента становится еще выше.

Осуществляя расчеты для случая $\lambda = 1$, $\mu = 3/2$ были построены графики функции $p_k(t)$ при $U_i(t) = 0,9, U_i(t) = 0,7, U_i(t) = 0,5$ соответственно для студента с уровнем знаний 80 баллов при $t = 0$ или, иначе говоря, при начальных условиях для системы (2) $p_1(t) = 0, p_2(t) = 1, p_3(t) = 0, p_4(t) = 0$, представленные на рисунках 26-28 соответственно.

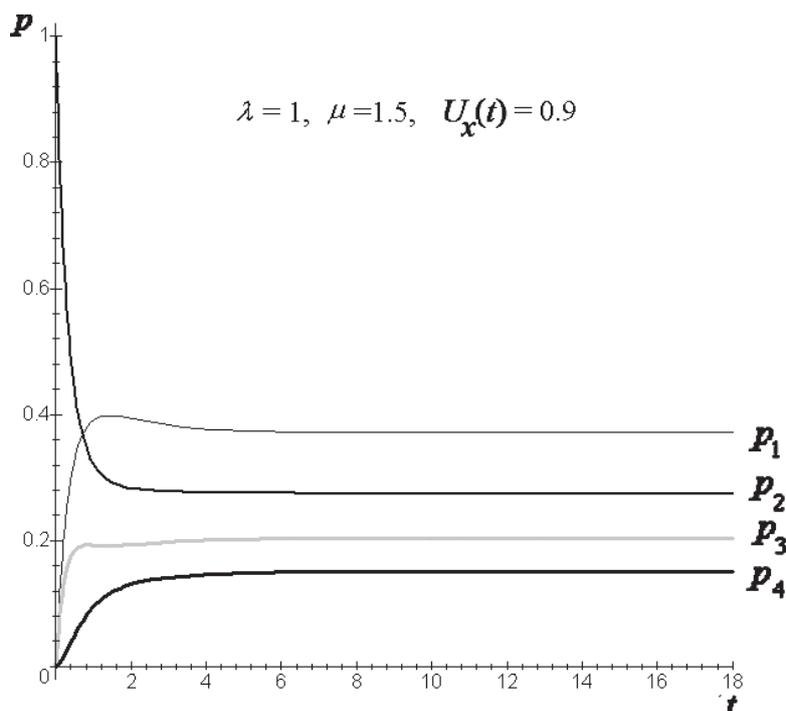
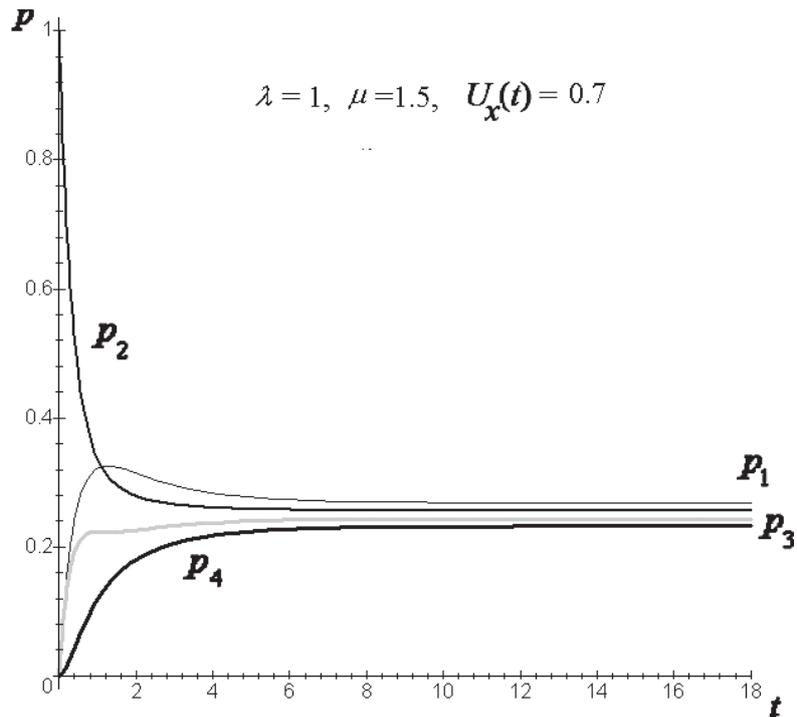
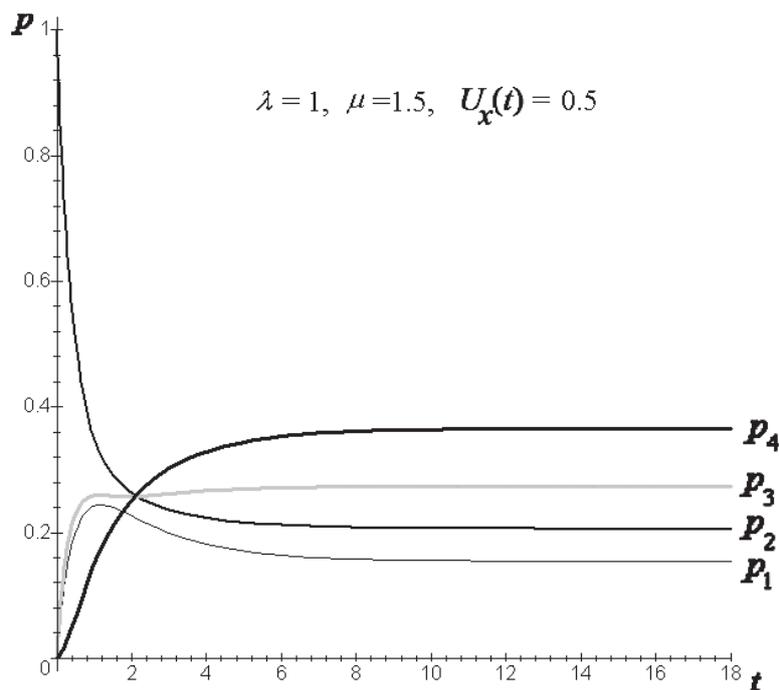


Рисунок 26 – Графики функций $p_k(t)$ при $U_i(t) = 0,9, \lambda = 1, \mu = 3/2$

Рисунок 27 – Графики функций $p_k(t)$ при $U_i(t) = 0,7, \lambda = 1, \mu = 3/2$ Рисунок 28 – Графики функций $p_k(t)$ при $U_i(t) = 0,5, \lambda = 1, \mu = 3/2$

Из рисунков 26-28 видно, что при $U_i(t) = 0,9$ успешность обучения студента гарантирована, при $U_i(t) = 0,7$ – есть вероятность получения как положительной, так и отрицательной оценки, а при $U_i(t) = 0,5$ преобладает

вероятность получения неудовлетворительной оценки. Из рисунков также видно, что функции $p_k(t)$ стабилизируются примерно на седьмой неделе. Этот период образовательного процесса по дисциплине можно принять за период раннего прогнозирования успешности обучения студента.

Приложение Б. Описание анкетирования преподавателей и полученных результатов

В рамках проведения исследования для получения экспертного мнения при определении ряда показателей преподавателям, обеспечивающих организацию образовательного процесса студентам Сибирского федерального университета, было предложено пройти опрос:

1. Взяв за основу предложенные характеристики студента, попробуйте определить на какую категорию Вы в основном рассчитываете при подготовке материалов по дисциплине:

а) для прочтения лекций

- отличник
- хорошист
- ударник
- двоечник

б) для проведения практических занятий

- отличник
- хорошист
- ударник
- двоечник

в) для выполнения самостоятельной работы

- отличник
- хорошист
- ударник
- двоечник

Отличник. Учится отлично, обладает развитыми способностями, активен в познании нового, выполняет все требования учебного плана по дисциплине.

Хорошист. Учится хорошо, обладает средними способностями, старателен, старается выполнить все требования учебного плана по дисциплине.

Ударник. Учится удовлетворительно, обладает средними способностями, выполняет требования учебного плана по дисциплине несвоевременно и без должного стараний.

Двоечник. Учится как придется, обладает средними способностями, пренебрегает требованиями учебного плана по дисциплине.

2. Можно ли считать, что в процессе обучения происходят два процесса: процесс получения новой информации и процесс усвоения полученной информации обучающимся?

да

нет

свой ответ: _____

3. Если считать, что при проведении каждого вида занятий происходят два процесса: получение новой информации и усвоение полученной информации обучающимся, попробуйте оценить соотношение времени, необходимое студенту на каждый из этих процессов по каждому виду занятий в среднем по дисциплине за весь семестр.

Например, если считать, что получение новой информации происходит только на лекциях, а усвоение этой информации только на практических занятиях и самостоятельной работе, то согласно стандарту, соотношение по всей совокупности видов занятий будет 1/3. Но на практике это, очевидно, не так и, тем более, не для каждого вида занятий.

Вид занятий	Получение новой информации	Усвоение полученной информации обучающимся
Лекции		
Практические занятия		
Самостоятельная работа		

4. Каждый предмет имеет неравномерности по трудоемкости восприятия студентами. Пытаетесь ли Вы на лекциях сделать изложение по возможности равномерным по трудоемкости?

- да
- нет
- свой ответ: _____

5. Какой минимальный уровень начальных знаний студентов Вы считаете удовлетворительным при входном контроле (по 100-балльной шкале) по своей дисциплине?

6. Какое время, по Вашему мнению, потребуется, чтобы студент, имеющий этот минимальный уровень начальных знаний или ниже, выполняя все требования учебной программы по дисциплине, достиг устойчивых знаний, умений и навыков, чтобы в период промежуточной аттестации он мог рассчитывать на получения положительной оценки?

Попробуйте оценить этот срок отдельно для всех категорий студентов:

Категория студента	Время
отличник	
хорошист	
ударник	
двоечник	

7. Какими средствами Вы пользуетесь для оценки начальных знаний студентов и проведении входного контроля по дисциплине?

- опрос студентов
- контрольный срез (решение задач, ответы на теоретические вопросы)
- входное тестирование штатными средствами Moodle
- свой ответ: _____

8. Какими средствами Вы пользуетесь для оценки знаний, умений и навыков студентов в течении семестра по дисциплине?

- устный опрос
- работа «у доски»
- контрольный срез/контрольная работа (решение задач и пр.)
- рефераты, эссе, доклады, проекты (индивидуальные и групповые)
- штатные средства Moodle (форум, опрос, тест, задание, вики, база данных, лекция, семинар, обратная связь)
- свой ответ: _____

9. Как Вы считаете, влияет ли посещаемость аудиторных занятий студентом на его успеваемость по дисциплине?

- да
- если да, то почему? _____
- нет
- если нет, то почему? _____
- свой ответ: _____

Отметим, что характеристики студента были нами сформулированы, опираясь на разработанную В.Т. Лисовским [87] типологию студентов, где мы опирались только на характеристики, касающиеся учебной деятельности.

Усредняя данные опроса, полученные от 221 эксперта по третьему вопросу, получим следующее:

Вид занятий	Получение новой информации	Усвоение полученной информации обучающимся
Лекции	86,9%	5,4%
Практические занятия	4,5 %	53,7 %
Самостоятельная работа	8,6 %	40,9 %

Что подтвердило наши рассуждения и позволило принять значения интенсивностей встречных потоков персонифицированного образовательного процесса $\lambda=1, \mu=3/2$.

Средний допустимый минимальный балл из указанных в анкетах ответов на пятый вопрос, оказался равным 42.

Шестой вопрос вызвал наибольшие расхождения у экспертов: от 3 до 11 недель, однако откидывая крайние оценки получаем среднее время для качественного изменения в понимании и владении материалом предмета составляет 4-5 недель.

**Приложение В. Пример решения системы дифференциальных уравнений
Колмогорова**

$$\begin{aligned}
 p_1(t) = & \left(\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} \right)^3 \\
 & - \frac{\left(\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} \right)^2 \left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} \right)^2 \left(e^{-\left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} + \sqrt{3\tilde{U}_i(t^*)}\right)t} + e^{-\left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} - \sqrt{3\tilde{U}_i(t^*)}\right)t} \right)}{4} \\
 & - \frac{\left(\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} \right)^{\frac{5}{2}} \sqrt{2} \left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} \right) \left(e^{-\left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} + \sqrt{3\tilde{U}_i(t^*)}\right)t} - e^{-\left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} - \sqrt{3\tilde{U}_i(t^*)}\right)t} \right)}{4} \\
 & + \frac{\left(\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} \right)^2 \left(1 + \left(\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} \right)^2 \right) e^{-\left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2}\right)t}}{2} \\
 & / \left(\left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} \right) \left(1 + \left(\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} \right)^2 \right) \right)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p_2(t) = & \left(\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} \right)^2 \\
 & - \frac{\left(\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} \right)^2 \left(1 - \left(\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} \right)^2 \right) \left(e^{-\left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} + \sqrt{3\tilde{U}_i(t^*)}\right)t} + e^{-\left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} - \sqrt{3\tilde{U}_i(t^*)}\right)t} \right)}{4} \\
 & + \frac{\left(\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} \right)^{\frac{3}{2}} \sqrt{2} \left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} \right) \left(e^{-\left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} + \sqrt{3\tilde{U}_i(t^*)}\right)t} - e^{-\left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} - \sqrt{3\tilde{U}_i(t^*)}\right)t} \right)}{4} \\
 & - \frac{\left(\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} \right)^2 \left(1 + \left(\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} \right)^2 \right) e^{-\left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2}\right)t}}{2} \\
 & / \left(\left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} \right) \left(1 + \left(\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} \right)^2 \right) \right)
 \end{aligned}$$

$$p_3(t) = \frac{\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} - \frac{\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} \left(1 - \left(\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2}\right)^2\right) \left(e^{-\left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} + \sqrt{3\tilde{U}_i(t^*)}\right)t} + e^{-\left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} - \sqrt{3\tilde{U}_i(t^*)}\right)t}\right)}{4}}{\frac{\left(\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2}\right)^{\frac{5}{2}} \sqrt{2} \left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2}\right) \left(e^{-\left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} + \sqrt{3\tilde{U}_i(t^*)}\right)t} - e^{-\left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} - \sqrt{3\tilde{U}_i(t^*)}\right)t}\right)}{4} - \frac{\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} \left(1 + \left(\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2}\right)^2\right) e^{-\left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2}\right)t}}{2}}) / \left(\left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2}\right) \left(1 + \left(\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2}\right)^2\right)\right)$$

$$p_4(t) = \left(1 + \frac{\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} \left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2}\right)^2 \left(e^{-\left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} + \sqrt{3\tilde{U}_i(t^*)}\right)t} + e^{-\left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} - \sqrt{3\tilde{U}_i(t^*)}\right)t}\right)}{4} - \frac{\left(\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2}\right)^{3/2} \sqrt{2} \left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2}\right) \left(e^{-\left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} + \sqrt{3\tilde{U}_i(t^*)}\right)t} - e^{-\left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} - \sqrt{3\tilde{U}_i(t^*)}\right)t}\right)}{4} + \frac{\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2} \left(1 + \left(\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2}\right)^2\right) e^{-\left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2}\right)t}}{2}\right) / \left(\left(1 + \frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2}\right) \left(1 + \left(\frac{3\tilde{U}_i(t^*)}{2}\right)^2\right)\right)$$

Приложение Г. Данные расчета модели прогнозирования успешности предметного обучения

Рассмотрим расчетные данные модели прогнозирования успешности обучения по дисциплине «Алгебра и геометрия» на примере 20 человек из ЭГ.

Текущая успеваемость студентов по дисциплине представлена в таблице 13. В таблице 14 приведены рассчитанные значения текущей накопленной успеваемости студентов. Рассчитанная относительная текущая накопленная успеваемость студентов по дисциплине представлена в таблице 15. Рассчитанные значения относительной накопленной посещаемости аудиторных занятий и относительное накопленное количество эффективных входов в ЭОК по дисциплине представлены в таблице 16 и таблице 17 соответственно. Таблица 18 содержит результаты расчетов функции персонификации процесса обучения. Результаты расчетов математического ожидания представлены в итоговой таблице 19.

Таблица 13 – Текущая успеваемость студентов по дисциплине

Студент	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя	5 неделя	6 неделя	7 неделя	8 неделя	9 неделя	10 неделя	11 неделя	12 неделя	13 неделя	14 неделя	15 неделя	16 неделя	17 неделя	18 неделя
Студент 1	2	0	2	3	14	0	8,7	0	89	16	0	0	0	0	3	11,1	0	158
Студент 2	1,8	0	0	0	0	0	0	0	80	24,3	0	0	0	0	0	0	0	50
Студент 3	2	3	3	0	21	0	0	0	92	14	3	2,3	3	0	5,6	0	0	183
Студент 4	4	0	3	3	21	0	2,7	0	96	16	3	2,7	3	6,5	0	0	0	142
Студент 5	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	15	22,5	0	67
Студент 6	0	0	0	2	5	6	0	0	58,5	0	2,6	0	5,7	0	7,7	0	0	17
Студент 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	30	0	0	0
Студент 8	5	0	0	3	3	18	0	6	86	20	0	3	6	2,6	3	0	0	175
Студент 9	2	6	0	0	14	0	0	3	68,5	16	0	0	0	7,3	8,1	0	0	184
Студент 10	2	0	0	0	5	18	0	0	118	20	0	0	0	0	0	13,8	0	141
Студент 11	4	0	0	6	3	16	0	0	70	32	0	2,8	2,7	0	0	0	6	153
Студент 12	2	3	3	0	19	0	0	2,7	83	22	3	0	5,3	2,6	3	0	0	125
Студент 13	0	0	2	6	3	16	0	0	83	26,8	0	0	9	4,7	0	0	0	175
Студент 14	0	4	0	0	0	23	0	6	90	22	0	0	9	5,1	0	0	0	192
Студент 15	0	4	0	3	5,4	16	0	0	76	18	0	0	0	0	0	19,8	0	125
Студент 16	2	0	3	2	0	16	0	0	102,4	16	0	0	0	0	0	0	13,7	167
Студент 17	3,3	0	0	0	14	0	0	0	99	16	0	0	0	0	25,7	0	0	117
Студент 18	0	0	3	6	0	18	0	0	73	25	0	3	0	0	0	0	0	192
Студент 19	0	2	0	3	18	0	0	0	110	16	0	3	0	0	0	12	0	134
Студент 20	0	0	4	0	6	0	0	3	45,2	18	0	6	0	0	9,6	0	0	25

Таблица 14 – Текущая накопленная успеваемость студентов по дисциплине

Студент	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя	5 неделя	6 неделя	7 неделя	8 неделя	9 неделя	10 неделя	11 неделя	12 неделя	13 неделя	14 неделя	15 неделя	16 неделя	17 неделя	18 неделя
Студент 1	2	2	4	7	21	21	29,7	29,7	118,7	134,7	134,7	134,7	134,7	134,7	137,7	148,8	148,8	306,8
Студент 2	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	81,8	106,1	106,1	106,1	106,1	106,1	106,1	106,1	106,1	156,1
Студент 3	4	7	10	10	31	31	31	31	123	137	140	142,3	145,3	145,3	150,9	150,9	150,9	333,9
Студент 4	4	4	7	10	31	31	33,7	33,7	129,7	145,7	148,7	151,4	154,4	160,9	160,9	160,9	160,9	302,9
Студент 5	0	0	0	0	0	0	0	0	30	30	30	30	30	30	45	67,5	67,5	134,5
Студент 6	0	0	0	2	7	13	13	13	71,5	71,5	74,1	74,1	79,8	79,8	87,5	87,5	87,5	104,5
Студент 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	6	6	6	36	36	36	36
Студент 8	7	7	7	10	13	31	31	37	123	143	143	146	152	154,6	157,6	157,6	157,6	332,6
Студент 9	4	10	10	10	24	24	24	27	95,5	111,5	111,5	111,5	111,5	118,8	126,9	126,9	126,9	310,9
Студент 10	2	2	2	2	7	25	25	25	143	163	163	163	163	163	163	163	176,8	317,8
Студент 11	4	4	4	10	13	29	29	29	99	131	131	133,8	136,5	136,5	136,5	136,5	142,5	295,5
Студент 12	4	7	10	10	29	29	29	31,7	114,7	136,7	139,7	139,7	145	147,6	150,6	150,6	150,6	275,6
Студент 13	2	2	4	10	13	29	29	29	112	138,8	138,8	138,8	147,8	152,5	152,5	152,5	152,5	327,5
Студент 14	0	4	4	4	4	27	27	33	123	145	145	145	154	159,1	159,1	159,1	159,1	351,1
Студент 15	0	4	4	7	12,4	28,4	28,4	28,4	104,4	122,4	122,4	122,4	122,4	122,4	122,4	142,2	142,2	267,2
Студент 16	4	4	7	9	9	25	25	25	127,4	143,4	143,4	143,4	143,4	143,4	143,4	143,4	157,1	324,1
Студент 17	3,3	3,3	3,3	3,3	17,3	17,3	17,3	17,3	116,3	132,3	132,3	132,3	132,3	132,3	158	158	158	275
Студент 18	4	4	7	13	13	31	31	31	104	129	129	132	132	132	132	132	132	324
Студент 19	0	2	2	5	23	23	23	23	133	149	149	152	152	152	152	164	164	298
Студент 20	0	0	4	4	10	10	10	13	58,2	76,2	76,2	82,2	82,2	82,2	91,8	91,8	91,8	116,8

Таблица 15 – Относительная текущая накопленная успеваемость студентов по дисциплине

Студент	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя	5 неделя	6 неделя	7 неделя	8 неделя	9 неделя	10 неделя	11 неделя	12 неделя	13 неделя	14 неделя	15 неделя	16 неделя	17 неделя	18 неделя
Студент 1	0,286	0,200	0,400	0,538	0,636	0,636	0,881	0,803	0,830	0,826	0,802	0,802	0,802	0,802	0,765	0,827	0,827	0,845
Студент 2	0,257	0,180	0,180	0,138	0,055	0,055	0,053	0,049	0,572	0,651	0,632	0,632	0,632	0,632	0,589	0,589	0,589	0,430
Студент 3	0,571	0,700	1,000	0,769	0,939	0,939	0,920	0,838	0,860	0,840	0,833	0,847	0,865	0,865	0,838	0,838	0,838	0,920
Студент 4	0,571	0,400	0,700	0,769	0,939	0,939	1,000	0,911	0,907	0,894	0,885	0,901	0,919	0,958	0,894	0,894	0,894	0,834
Студент 5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,210	0,184	0,179	0,179	0,179	0,179	0,250	0,375	0,375	0,371
Студент 6	0,000	0,000	0,000	0,154	0,212	0,394	0,386	0,351	0,500	0,439	0,441	0,441	0,475	0,475	0,486	0,486	0,486	0,288
Студент 7	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,037	0,036	0,036	0,036	0,036	0,200	0,200	0,200	0,099
Студент 8	1,000	0,700	0,700	0,769	0,394	0,939	0,920	1,000	0,860	0,877	0,851	0,869	0,905	0,920	0,876	0,876	0,876	0,916
Студент 9	0,571	1,000	1,000	0,769	0,727	0,727	0,712	0,730	0,668	0,684	0,664	0,664	0,664	0,707	0,705	0,705	0,705	0,856
Студент 10	0,286	0,200	0,200	0,154	0,212	0,758	0,742	0,676	1,000	1,000	0,970	0,970	0,970	0,970	0,906	0,982	0,982	0,875
Студент 11	0,571	0,400	0,400	0,769	0,394	0,879	0,861	0,784	0,692	0,804	0,780	0,796	0,813	0,813	0,758	0,758	0,792	0,814
Студент 12	0,571	0,700	1,000	0,769	0,879	0,879	0,861	0,857	0,802	0,839	0,832	0,832	0,863	0,879	0,837	0,837	0,837	0,759
Студент 13	0,286	0,200	0,400	0,769	0,394	0,879	0,861	0,784	0,783	0,852	0,826	0,826	0,880	0,908	0,847	0,847	0,847	0,902
Студент 14	0,000	0,400	0,400	0,308	0,121	0,818	0,801	0,892	0,860	0,890	0,863	0,863	0,917	0,947	0,884	0,884	0,884	0,967
Студент 15	0,000	0,400	0,400	0,538	0,376	0,861	0,843	0,768	0,730	0,751	0,729	0,729	0,729	0,729	0,680	0,790	0,790	0,736
Студент 16	0,571	0,400	0,700	0,692	0,273	0,758	0,742	0,676	0,891	0,880	0,854	0,854	0,854	0,854	0,797	0,797	0,873	0,893
Студент 17	0,471	0,330	0,330	0,254	0,524	0,524	0,513	0,468	0,813	0,812	0,788	0,788	0,788	0,788	0,878	0,878	0,878	0,758
Студент 18	0,571	0,400	0,700	1,000	0,394	0,939	0,920	0,838	0,727	0,791	0,768	0,786	0,786	0,786	0,733	0,733	0,733	0,893
Студент 19	0,000	0,200	0,200	0,385	0,697	0,697	0,682	0,622	0,930	0,914	0,887	0,905	0,905	0,905	0,844	0,911	0,911	0,821
Студент 20	0,000	0,000	0,400	0,308	0,303	0,303	0,297	0,351	0,407	0,467	0,454	0,489	0,489	0,489	0,510	0,510	0,510	0,322

Таблица 16 – Относительная накопленная посещаемость аудиторных занятий студентов по дисциплине

Студент	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя	5 неделя	6 неделя	7 неделя	8 неделя	9 неделя	10 неделя	11 неделя	12 неделя	13 неделя	14 неделя	15 неделя	16 неделя	17 неделя	18 неделя
Студент 1	0,099	0,095	0,157	0,190	0,249	0,310	0,628	0,566	0,545	0,562	0,531	0,463	0,452	0,372	0,377	0,392	0,394	0,375
Студент 2	0,129	0,124	0,097	0,082	0,069	0,066	0,063	0,055	0,040	0,034	0,031	0,027	0,046	0,035	0,033	0,029	0,029	0,133
Студент 3	0,406	0,543	0,567	0,595	0,635	0,655	0,667	0,715	0,830	0,840	0,878	0,854	0,906	0,731	0,812	0,733	0,739	0,740
Студент 4	0,366	0,476	0,507	0,532	0,656	0,640	0,681	0,723	0,690	0,763	0,801	0,817	0,875	0,811	0,813	0,729	0,731	0,740
Студент 5	0,030	0,029	0,022	0,019	0,021	0,020	0,019	0,017	0,019	0,023	0,022	0,021	0,020	0,015	0,181	0,284	0,291	0,277
Студент 6	0,198	0,190	0,149	0,329	0,444	0,437	0,522	0,464	0,446	0,371	0,445	0,388	0,371	0,286	0,311	0,276	0,276	0,288
Студент 7	0,000	0,000	0,000	0,000	0,048	0,046	0,092	0,081	0,059	0,129	0,124	0,108	0,104	0,080	0,074	0,066	0,065	0,059
Студент 8	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,858	0,820	0,837	0,798	0,863	0,698	0,711	0,632	0,638	0,572
Студент 9	0,238	0,229	0,179	0,190	0,296	0,284	0,271	0,417	0,508	0,503	0,467	0,406	0,430	0,422	0,547	0,487	0,489	0,431
Студент 10	0,178	0,200	0,187	0,158	0,254	0,305	0,295	0,260	0,192	0,402	0,383	0,335	0,339	0,288	0,272	0,361	0,373	0,367
Студент 11	0,277	0,286	0,246	0,380	0,418	0,442	0,435	0,400	0,350	0,577	0,565	0,583	0,633	0,522	0,528	0,511	0,541	0,571
Студент 12	0,455	0,733	0,687	0,633	0,630	0,645	0,633	0,664	0,588	0,642	0,758	0,692	0,747	0,660	0,728	0,665	0,671	0,706
Студент 13	0,178	0,171	0,246	0,335	0,392	0,442	0,425	0,417	0,427	0,549	0,517	0,465	0,580	0,531	0,507	0,456	0,464	0,483
Студент 14	0,000	0,181	0,172	0,146	0,122	0,279	0,266	0,315	0,229	0,289	0,270	0,235	0,295	0,251	0,281	0,258	0,258	0,229
Студент 15	0,040	0,238	0,254	0,354	0,418	0,447	0,430	0,409	0,368	0,441	0,443	0,446	0,434	0,351	0,325	0,391	0,394	0,352
Студент 16	0,327	0,390	0,433	0,411	0,344	0,376	0,357	0,315	0,449	0,469	0,440	0,388	0,382	0,308	0,305	0,271	0,344	0,303
Студент 17	0,198	0,200	0,194	0,165	0,175	0,173	0,164	0,145	0,155	0,180	0,167	0,148	0,161	0,137	0,238	0,211	0,210	0,182
Студент 18	0,317	0,333	0,351	0,468	0,423	0,447	0,425	0,438	0,319	0,265	0,246	0,215	0,235	0,194	0,185	0,176	0,175	0,237
Студент 19	0,277	0,590	0,485	0,557	0,635	0,650	0,662	0,660	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Студент 20	0,079	0,124	0,313	0,304	0,481	0,492	0,507	0,638	0,706	0,716	0,675	0,588	0,618	0,477	0,547	0,486	0,499	0,495

Таблица 17 – Относительное накопленное количество эффективных входов в ЭОК студентов по дисциплине

Студент	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя	5 неделя	6 неделя	7 неделя	8 неделя	9 неделя	10 неделя	11 неделя	12 неделя	13 неделя	14 неделя	15 неделя	16 неделя	17 неделя	18 неделя
Студент 1	0,250	0,200	0,250	0,375	0,444	0,444	1,000	0,917	0,875	0,833	0,789	0,750	0,714	0,625	0,516	0,656	0,656	0,656
Студент 2	0,250	0,200	0,125	0,125	0,111	0,111	0,091	0,083	0,063	0,222	0,211	0,200	0,190	0,167	0,129	0,125	0,125	0,125
Студент 3	1,000	1,000	0,875	0,875	1,000	1,000	0,818	0,917	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,917	0,935	0,906	0,906	0,906
Студент 4	0,500	0,400	0,375	0,500	0,667	0,667	0,636	0,667	0,688	0,667	0,737	0,750	0,762	0,833	0,710	0,688	0,688	0,688
Студент 5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,355	0,656	0,656	0,656
Студент 6	0,000	0,000	0,000	0,500	0,889	0,889	0,909	0,833	0,813	0,722	0,737	0,700	0,762	0,667	0,645	0,625	0,625	0,625
Студент 7	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,167	0,158	0,150	0,143	0,125	0,452	0,438	0,438	0,438
Студент 8	1,000	0,800	0,750	0,875	0,889	1,000	0,818	1,000	0,875	0,833	0,789	0,800	0,857	0,792	0,677	0,656	0,656	0,656
Студент 9	0,500	0,400	0,250	0,250	0,556	0,556	0,455	0,583	0,625	0,611	0,579	0,550	0,524	0,625	0,645	0,625	0,625	0,625
Студент 10	0,250	0,200	0,125	0,125	0,333	0,444	0,364	0,333	0,250	0,611	0,579	0,550	0,524	0,458	0,355	0,531	0,531	0,531
Студент 11	0,500	0,400	0,250	0,500	0,667	0,778	0,636	0,583	0,438	0,778	0,737	0,750	0,810	0,708	0,581	0,563	0,656	0,688
Студент 12	0,750	1,000	0,875	0,875	1,000	1,000	0,818	0,833	0,688	0,778	0,842	0,800	0,905	0,958	0,968	0,938	0,938	0,938
Студент 13	0,250	0,200	0,250	0,500	0,667	0,778	0,636	0,583	0,563	0,778	0,737	0,700	1,000	1,000	0,774	0,750	0,750	0,750
Студент 14	0,000	0,400	0,250	0,250	0,222	0,667	0,545	0,667	0,500	0,667	0,632	0,600	0,714	0,625	0,581	0,563	0,563	0,563
Студент 15	0,000	0,400	0,250	0,375	0,556	0,667	0,545	0,500	0,500	0,556	0,526	0,500	0,476	0,417	0,323	0,563	0,563	0,563
Студент 16	0,750	0,800	0,625	0,750	0,667	0,778	0,636	0,583	0,875	0,833	0,789	0,750	0,714	0,625	0,484	0,469	0,688	0,688
Студент 17	0,500	0,400	0,250	0,250	0,333	0,333	0,273	0,250	0,313	0,389	0,368	0,350	0,381	0,333	0,581	0,563	0,563	0,563
Студент 18	0,500	0,400	0,375	0,625	0,556	0,667	0,545	0,500	0,438	0,611	0,579	0,600	0,571	0,500	0,387	0,375	0,375	0,375
Студент 19	0,000	0,600	0,375	0,500	0,667	0,667	0,545	0,500	0,813	0,833	0,789	0,800	0,762	0,667	0,516	0,719	0,719	0,719
Студент 20	0,000	0,000	0,375	0,375	0,667	0,667	0,545	0,583	0,688	0,667	0,632	0,900	0,857	0,750	0,742	0,719	0,719	0,719

Таблица 18 – Расчет функции персонификации процесса обучения студентов по дисциплине

Студент	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя	5 неделя	6 неделя	7 неделя	8 неделя	9 неделя	10 неделя	11 неделя	12 неделя	13 неделя	14 неделя	15 неделя	16 неделя	17 неделя	18 неделя
Студент 1	0,212	0,165	0,269	0,368	0,443	0,463	0,836	0,762	0,750	0,741	0,707	0,671	0,656	0,600	0,553	0,625	0,626	0,626
Студент 2	0,212	0,168	0,134	0,115	0,078	0,077	0,069	0,062	0,225	0,302	0,291	0,286	0,289	0,278	0,250	0,248	0,248	0,229
Студент 3	0,659	0,748	0,814	0,746	0,858	0,865	0,802	0,823	0,897	0,894	0,904	0,900	0,924	0,837	0,862	0,826	0,828	0,855
Студент 4	0,479	0,425	0,527	0,600	0,754	0,749	0,773	0,767	0,762	0,774	0,808	0,823	0,852	0,867	0,806	0,770	0,771	0,754
Студент 5	0,010	0,010	0,007	0,006	0,007	0,007	0,006	0,006	0,076	0,069	0,067	0,066	0,066	0,065	0,262	0,438	0,441	0,435
Студент 6	0,066	0,063	0,050	0,328	0,515	0,573	0,606	0,550	0,586	0,511	0,541	0,510	0,536	0,476	0,481	0,462	0,462	0,400
Студент 7	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,015	0,031	0,027	0,020	0,111	0,106	0,098	0,094	0,080	0,242	0,234	0,234	0,198
Студент 8	1,000	0,833	0,817	0,881	0,761	0,980	0,913	1,000	0,864	0,843	0,826	0,822	0,875	0,803	0,755	0,721	0,723	0,715
Студент 9	0,436	0,543	0,476	0,403	0,526	0,522	0,479	0,577	0,600	0,599	0,570	0,540	0,539	0,585	0,632	0,606	0,606	0,637
Студент 10	0,238	0,200	0,171	0,146	0,266	0,502	0,467	0,423	0,481	0,671	0,644	0,619	0,611	0,572	0,511	0,625	0,629	0,591
Студент 11	0,450	0,362	0,299	0,550	0,493	0,699	0,644	0,589	0,493	0,720	0,694	0,710	0,752	0,681	0,622	0,611	0,663	0,691
Студент 12	0,592	0,811	0,854	0,759	0,836	0,841	0,771	0,785	0,693	0,753	0,811	0,774	0,838	0,832	0,844	0,813	0,815	0,801
Студент 13	0,238	0,190	0,299	0,535	0,484	0,699	0,641	0,595	0,591	0,726	0,693	0,664	0,820	0,813	0,710	0,684	0,687	0,712
Студент 14	0,000	0,327	0,274	0,234	0,155	0,588	0,537	0,624	0,530	0,615	0,588	0,566	0,642	0,608	0,582	0,568	0,568	0,586
Студент 15	0,013	0,346	0,301	0,423	0,450	0,658	0,606	0,559	0,533	0,582	0,566	0,558	0,546	0,499	0,442	0,581	0,582	0,550
Студент 16	0,549	0,530	0,586	0,618	0,428	0,637	0,579	0,525	0,738	0,727	0,694	0,664	0,650	0,595	0,528	0,512	0,635	0,628
Студент 17	0,390	0,310	0,258	0,223	0,344	0,343	0,317	0,287	0,427	0,460	0,441	0,428	0,443	0,419	0,565	0,551	0,550	0,501
Студент 18	0,463	0,378	0,475	0,698	0,458	0,684	0,630	0,592	0,495	0,556	0,531	0,533	0,531	0,493	0,435	0,428	0,428	0,502
Студент 19	0,092	0,463	0,353	0,481	0,666	0,671	0,630	0,594	0,914	0,916	0,892	0,902	0,889	0,857	0,787	0,877	0,877	0,847
Студент 20	0,026	0,041	0,363	0,329	0,484	0,487	0,450	0,524	0,600	0,617	0,587	0,659	0,655	0,572	0,600	0,572	0,576	0,512

Таблица 19 – Расчет математического ожидания

Студент	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя	5 неделя	6 неделя	7 неделя	8 неделя	9 неделя	10 неделя	11 неделя	12 неделя	13 неделя	14 неделя	15 неделя	16 неделя	17 неделя	18 неделя
Студент 1	2,545	2,372	2,766	2,962	2,977	2,992	3,497	3,489	3,643	3,637	3,308	3,527	3,525	3,510	3,517	3,645	3,645	3,632
Студент 2	2,502	2,344	2,305	2,203	2,076	2,076	2,072	2,072	2,935	3,123	2,784	3,017	3,022	3,019	3,009	3,007	3,007	2,725
Студент 3	3,451	3,637	3,906	3,491	3,539	3,543	3,517	3,556	3,745	3,730	3,470	3,706	3,742	3,727	3,806	3,786	3,787	3,838
Студент 4	3,233	2,925	3,401	3,425	3,493	3,489	3,575	3,598	3,714	3,709	3,435	3,698	3,735	3,806	3,797	3,779	3,779	3,690
Студент 5	2,005	2,005	2,003	2,003	2,003	2,003	2,003	2,003	2,278	2,239	2,161	2,213	2,213	2,211	2,555	2,960	2,962	2,930
Студент 6	2,031	2,029	2,023	2,341	2,494	2,761	2,789	2,779	3,146	3,002	2,833	2,982	3,068	3,046	3,149	3,132	3,132	2,774
Студент 7	2,000	2,000	2,000	2,000	2,008	2,008	2,012	2,012	2,009	2,099	2,086	2,092	2,092	2,088	2,489	2,479	2,479	2,305
Студент 8	3,985	3,647	3,630	3,565	2,904	3,603	3,572	3,780	3,726	3,733	3,421	3,673	3,742	3,744	3,754	3,736	3,738	3,739
Студент 9	3,204	3,730	3,676	3,318	3,137	3,135	3,113	3,299	3,365	3,387	3,065	3,275	3,280	3,399	3,519	3,501	3,501	3,643
Студент 10	2,565	2,396	2,358	2,243	2,337	3,158	3,139	3,135	3,648	3,756	3,393	3,645	3,645	3,637	3,617	3,770	3,772	3,623
Студент 11	3,213	2,877	2,789	3,395	2,709	3,399	3,375	3,371	3,318	3,599	3,273	3,543	3,596	3,577	3,561	3,550	3,630	3,640
Студент 12	3,360	3,668	3,921	3,497	3,472	3,476	3,443	3,556	3,575	3,652	3,401	3,615	3,693	3,741	3,802	3,785	3,785	3,684
Студент 13	2,565	2,389	2,789	3,385	2,702	3,399	3,373	3,373	3,493	3,652	3,314	3,543	3,707	3,762	3,724	3,709	3,709	3,741
Студент 14	2,000	2,848	2,769	2,514	2,174	3,273	3,251	3,508	3,541	3,630	3,269	3,517	3,628	3,655	3,668	3,658	3,658	3,712
Студент 15	2,006	2,864	2,789	3,004	2,658	3,360	3,335	3,333	3,393	3,453	3,120	3,358	3,356	3,337	3,312	3,570	3,570	3,461
Студент 16	3,333	3,099	3,484	3,327	2,509	3,238	3,208	3,202	3,696	3,682	3,344	3,575	3,573	3,561	3,534	3,523	3,700	3,684
Студент 17	3,029	2,727	2,647	2,425	2,769	2,769	2,756	2,751	3,419	3,445	3,073	3,329	3,348	3,342	3,653	3,643	3,643	3,457
Студент 18	3,222	2,887	3,369	3,714	2,686	3,453	3,427	3,431	3,363	3,489	3,137	3,417	3,421	3,413	3,387	3,381	3,381	3,568
Студент 19	2,044	2,696	2,555	2,805	3,197	3,199	3,174	3,176	3,806	3,796	3,489	3,741	3,741	3,741	3,717	3,842	3,842	3,726
Студент 20	2,012	2,018	2,869	2,578	2,591	2,593	2,568	2,758	3,012	3,116	2,869	3,176	3,183	3,151	3,284	3,260	3,264	2,932