

На правах рукописи



Попова Виктория Валерьевна

**ФОРМИРОВАНИЕ АЛГОРИТМИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ
СТУДЕНТОВ – БУДУЩИХ ИКТ-СПЕЦИАЛИСТОВ В СИСТЕМЕ
СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ
ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ**

13.00.02 – «Теория и методика обучения и воспитания»

(математика)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата педагогических наук

Красноярск – 2019

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский федеральный университет»

Научный руководитель: доктор физико-математических наук, профессор

Носков Михаил Валерианович

Официальные оппоненты: **Дробышев Юрий Александрович**, доктор педагогических наук, профессор, Калужский филиал федерального государственного образовательного бюджетного учреждения высшего образования «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», кафедра высшей математики и статистики, профессор;

Калитина Вера Владимировна, кандидат педагогических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет», кафедра информационных технологий и математического обеспечения информационных систем, доцент.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский педагогический государственный университет»

Защита диссертации состоится 26 сентября 2019 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 999.032.03, созданного на базе ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», ФГБОУ ВО «Омский государственный педагогический университет», ФГБОУ ВО «Красноярский государственный педагогический университет имени В.П. Астафьева» по адресу: 660074, г. Красноярск, ул. Академика Киренского, 26, ауд. УЛК 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Сибирского федерального университета по адресу: www.sfu-kras.ru.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2019 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Баженова Ирина Васильевна

Общая характеристика работы

Актуальность исследования. Модернизация современного производства и внедрение передовых технологий определяют требования к повышению качества подготовки выпускников системы среднего профессионального образования (СПО), включающей колледжи и техникумы. В прогнозе долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года отмечено, что модернизация системы образования как основы экономического роста и социального развития общества является необходимым условием формирования инновационной экономики. Стратегическая цель государственной политики в области образования – повышение доступности качественного образования, соответствующего требованиям инновационного развития экономики, современным потребностям общества и каждого гражданина.

Последние годы качество образования определяется в соответствии с компетентностным подходом через сформированность компетенций, соответствующих специальности или направлению подготовки. Основная идея компетентностного подхода заключается в усилении практико-профессиональной направленности образования, что определяет новые цели профессионального образования и требования к уровню подготовки будущих специалистов.

Основные положения компетентностного подхода и пути реализации в процессе обучения представлены в работах В.А. Болотова, А.А. Вербицкого, Э.Ф. Зеера, И.А. Зимней, Е.А. Климова, Н.В. Кузьминой, В.С. Леднева, М.В. Носкова, В.В. Серикова, В.А. Сластенина, В.В. Рябова, А.В. Хуторского, В.А. Шершневой и др. Проблемам формирования профессиональных компетенций (в том числе ИКТ-компетенций) в системе начального и среднего профессионального образования посвящены исследования М.П. Лапчика, М.И. Рагулиной, Е.А. Климова, В.А. Сластенина, Ю.Г. Татура, Э.В. Бареевой, Н.А. Войновой и др.

При имеющихся возможностях для внедрения компетентностного подхода в систему СПО (практическая направленность обучения, взаимосвязь с производством, более узкая специализация, чем в ВУЗах) исследованию реализации компетентностного подхода в этой системе уделяется недостаточно внимания. Между тем, система среднего профессионального образования готовит специалистов, которые непосредственно внедряют достижения технического прогресса в производство.

Повышение качества профессионального образования обусловлено необходимостью ускорения темпов роста российской экономики и осуществления ее цифровизации, проникновением информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) во все сферы жизнедеятельности человека и, как следствие, возросшей потребностью в специалистах в области ИКТ, подготовленных в системе СПО (направления подготовки: «Информатика и вычислительная техника», «Компьютерные комплексы и системы», «Компьютерные сети»,

«Информационные системы», «Прикладная информатика», «Информационные системы и программирование» и др.) – ИКТ-специалистах (среднего звена).

Профессиональная деятельность ИКТ-специалистов предусматривает использование широкого спектра возможностей персонального компьютера, составление, комбинирование и реализацию алгоритмов, а также создание программных продуктов.

Если процесс разработки программы, ее тестирование и отладка являются объектом изучения дисциплин «Информатика», «Программирование» и др., то алгоритмизация, как подготовительный этап создания программы, используется и в других дисциплинах, прежде всего в математике. Под алгоритмизацией в настоящем исследовании понимается этап решения задачи, состоящий в нахождении, составлении или преобразовании алгоритма ее решения. Фундаментальные исследования в области алгоритмизации проведены А.А. Марковым, А.Н. Колмогоровым, М.П. Лапчиком и др.

Исследование понятия «алгоритмическая компетентность» актуализировано изучением основ алгоритмизации, анализом рядоположенных понятий: «алгоритмическая культура» (А.Н. Колмогоров, М.П. Лапчик), «программно-алгоритмическая компетентность» (В.В. Калитина, Т.П. Пушкарева), «алгоритмический подход» (В.А. Байдак, В.И. Ефимов, С.М. Мумряева), «алгоритмический стиль мышления» (А.В. Копаев, А.И. Газейкина), «алгоритмическая компетентность» (М.В. Кондурар), связывающим звеном которых является понятие алгоритмической линии (Н.Я. Виленкин, М.П. Лапчик, С.И. Шварцбурд), и исследованием требований ФГОС СПО.

Анализ общеобразовательных основ алгоритмизации в математическом образовании и информатике, в том числе в сфере СПО, и исследование содержательно-методических аспектов ее влияния на предметные дисциплины, прежде всего математику, представлены в трудах М.П. Лапчика, И.Г. Семакина, М.И. Рагулиной, Е.К. Хеннера.

Алгоритмическая культура как совокупность специфических понятий, умений и навыков, образовалась благодаря обособлению некоторых компонентов математической деятельности обучаемого (в частности операционные и алгоритмические действия) и их обогащению (с развитием компьютерных технологий) общезначимыми навыками алгоритмизации: умение составлять, применять, изменять, комбинировать и проверять алгоритмы решений задач (М.П. Лапчик).

Понятия «программно-алгоритмическая компетентность», «алгоритмический подход», «алгоритмический стиль мышления», «алгоритмическая компетентность» базируются на понятиях «алгоритмизация» и «алгоритмическая культура» и применяются в различных областях знаний (программирование, дискретная математика, линейная алгебра и др.)

Изучение вышеперечисленных понятий позволило установить, что алгоритмическая компетентность, являясь частью алгоритмической культуры и элементом ИКТ-компетентности, востребована на этапе построения алгоритма

решения задачи: поиск готового алгоритма решения или комбинирование известных алгоритмов, составление алгоритма, его преобразование и применение. Следует отметить, что большинство научных исследований по формированию ИКТ-компетентности проводятся применительно к предметной области дисциплины «Информатика» (М.П. Лапчик, М.И. Рагулина, Е.К. Хеннер).

Вопросам формирования ИКТ-компетентности как компонента профессиональной компетентности выпускников системы СПО в процессе изучения общеобразовательных дисциплин, в частности математики, уделено недостаточно внимания. В математической подготовке будущих ИКТ-специалистов в системе СПО целесообразно формирование алгоритмической компетентности как компонента профессиональной компетентности этих специалистов, в котором алгоритмизация представлена как этап решения математической задачи. Настоящая диссертация посвящена исследованию этого вопроса.

Анализ нормативных документов, научной, учебной и методической литературы, диссертационных исследований, а также опыт обучения студентов математике в системе СПО позволили выявить следующие противоречия:

– *на социально-педагогическом уровне:*

между потребностью современного производства в компетентных ИКТ-специалистах среднего звена, способных к построению и реализации алгоритмов, созданию программных продуктов и недостаточным уровнем сформированности алгоритмической компетентности выпускников СПО;

– *на научно-педагогическом уровне:*

между разработанностью общих положений компетентностного подхода и слабой изученностью теоретических основ формирования алгоритмической компетентности будущих ИКТ-специалистов в системе СПО;

– *на научно-методическом уровне:*

между существующим потенциалом математических дисциплин для формирования алгоритмической компетентности будущих ИКТ-специалистов системы СПО и недостаточной разработанностью соответствующей методики обучения.

Выявленные противоречия определяют актуальность и обозначают **проблему исследования**, состоящую в поиске путей использования потенциала математики в обучении ИКТ-специалистов системы СПО для обеспечения формирования алгоритмической компетентности.

В контексте решения данной проблемы определена тема исследования: «Формирование алгоритмической компетентности студентов – будущих ИКТ-специалистов в системе среднего профессионального образования в процессе обучения математике».

Цель исследования: теоретически обосновать, разработать и экспериментально апробировать методику формирования алгоритмической компетентности будущих ИКТ-специалистов в системе СПО в процессе обучения математике.

Объект исследования: процесс обучения математике студентов в системе среднего профессионального образования.

Предмет исследования: методика формирования алгоритмической компетентности студентов – будущих ИКТ-специалистов в системе среднего профессионального образования в процессе обучения математике.

Гипотеза исследования: формирование алгоритмической компетентности студентов – будущих ИКТ-специалистов в системе СПО будет результативным, если в математической подготовке использовать специальную методику, в которой:

– теоретико-методологической основой выступают идеи компетентностного, системного, деятельностного, задачного, контекстного, личностно-ориентированного подходов;

– выделена содержательно-методическая линия, предоставляющая возможность поэтапного формирования у студентов алгоритмической компетентности;

– обоснован и разработан комплекс разноуровневых профессионально направленных задач, отражающих логику алгоритмизации.

Исходя из обозначенной проблемы, в соответствии с поставленной целью и выдвинутой гипотезой, поставлены следующие **задачи исследования:**

1. Уточнить сущность и содержание понятия «алгоритмическая компетентность» в рамках компетентностного подхода, выявить ее структуру и роль в подготовке ИКТ-специалистов системы СПО.

2. Определить потенциал дисциплины «Математика» в контексте формирования алгоритмической компетентности будущих ИКТ-специалистов и выявить соответствующую содержательно-методическую линию в обучении математике.

3. Разработать диагностический инструментарий оценки уровня сформированности алгоритмической компетентности, состоящий из апробированных валидных методик, позволяющих покомпонентно и интегративно оценить уровень сформированности алгоритмической компетентности.

4. Обосновать и создать комплекс специальных разноуровневых профессионально направленных задач, сконструированных на основе принципов задачного подхода, процесс решения которых отражает логику алгоритмизации, как средство формирования алгоритмической компетентности.

5. Разработать и апробировать методику формирования алгоритмической компетентности будущих ИКТ-специалистов в системе СПО на основе построенной модели процесса формирования этой компетентности.

Методологической основой данного исследования явились:

системный подход (В.П. Беспалько, А.А. Вербицкий, Б.Г. Ананьев, К.Н. Лунгу, А.М. Новиков и др.), позволивший исследовать алгоритмическую компетентность как целостную структуру взаимосвязанных компонентов;

компетентностный подход к организации учебного процесса (В.А. Болотов, А.А. Вербицкий, Э.Ф. Зеер, И.А. Зимняя, В.В. Рябов, Г.К. Селевко,

Н.А. Селезнева, В.В. Сериков, Ю.Г. Татур, А.В. Хуторской и др.), позволивший рассмотреть алгоритмическую компетентность в структуре профессиональной компетентности как результат образования;

деятельностный подход в обучении (Л.С. Выготский, П.Я. Гальперин, В.В. Давыдов, Л.В. Шкерина, Д.Б. Эльконин и др.), определивший приоритетное использование активных форм обучения для формирования элементов алгоритмической компетентности;

задачный подход (Г.А. Балл, М.Е. Бершадский, Г.Д. Бухарова, В.В. Давыдов, В.В. Краевский, Л.М. Фридман, П.М. Эрдниев, Д.Б. Эльконин и др.), применяемый для разработки содержания методики формирования алгоритмической компетентности;

контекстный подход (А.А. Вербицкий, О.Г. Ларионова, В.А. Шершнева и др.), использующийся для выявления междисциплинарного характера процесса обучения математике, способствующего формированию алгоритмической компетентности, и определения его практико-направленности в контексте профессиональной деятельности;

лично – ориентированный подход (Л.С. Выготский, В.В. Краевский, А.Н. Леонтьев и др.), рассматривающий обучающегося как субъекта образовательной деятельности.

Теоретической основой исследования выступили:

теория деятельности (Л.С. Выготский, А.Н. Леонтьев, С.Л. Рубинштейн),
теория поэтапного формирования умственных действий (П.Я. Гальперин, Н.Ф. Талызина),

концепции применения ИКТ в обучении математике (А.А. Андреев, С.А. Бешенков, А.П. Ершов, И.Г. Захарова, Т.В. Капустина, А.А. Кузнецов, В.В. Лаптев, М.П. Лапчик, М.И. Рагулина, Е.А. Ракитина, Н.И. Пак, А.Ю. Уваров и др.).

Для решения поставленных задач в ходе исследования были использованы следующие **методы**:

– *теоретические*: изучение и анализ научно-методической, психолого-педагогической и учебной литературы, анализ ФГОС СПО, изучение и анализ диссертационных исследований;

– *эмпирические*: наблюдение, анкетирование студентов и преподавателей, организация и проведение эксперимента, анализ результатов;

– *статистические*: статистическая обработка результатов педагогического эксперимента.

Этапы исследования. Исследование проводилось в течение 2012-2018 гг. в несколько этапов. На первом этапе (2012-2013гг.) изучалась и анализировалась психолого-педагогическая и научно-методическая литература, учебные программы по математике для СПО, материалы ФГОС СПО, было проанализировано состояние проблемы профессиональной направленности обучения математике, поставлена цель исследования, выдвинута гипотеза, проведено анкетирование студентов и преподавателей, проведен констатирующий эксперимент по установлению недостаточной профессиональной направленности

обучения математике в системе среднего профессионального образования. На втором этапе (2012-2016 гг.) был проведен поисковый эксперимент, разработана методика формирования алгоритмической компетентности студентов СПО и учебно-методические материалы для внедрения этой методики, определены критерии сформированности алгоритмической компетентности, уровни и методы ее оценивания, разработан диагностический комплекс. На третьем этапе (2016-2018 гг.) проведено обобщение полученных результатов, сформулированы итоги работы и сделаны выводы.

Экспериментальная база исследования:

Опытно-поисковая работа проводилась на базе Краевого государственного автономного профессионального образовательного учреждения «Ачинский техникум нефти и газа».

Научная новизна исследования состоит в том, что:

1. Уточнено понятие алгоритмической компетентности, которая определяется как интегративное, динамическое качество личности, раскрывающееся в способности использовать готовые алгоритмы для решения определенного круга задач, комбинировать их, составлять новые и выбирать оптимальный алгоритм, а также в готовности осуществлять алгоритмизацию при решении различных задач профессиональной сферы; и конкретизирована ее структура как система взаимосвязанных компонентов: аксиологического, когнитивного, праксиологического и рефлексивного.

2. Выявлен потенциал дисциплины «Математика» в контексте формирования алгоритмической компетентности ИКТ-специалистов, заключающийся:

– в абстрактно-логической сущности дисциплины «Математика», позволяющей осваивать способы разработки алгоритмов посредством логики решения математических задач;

– в предметном содержании математики, ставшим источником развития основ информатики как науки и определившим общую тенденцию использования символьных обозначений и множество межпредметных задач;

– в применении компьютерных программ и математических пакетов на занятиях математикой, способствующем переходу процесса обучения математики на качественно новый уровень.

3. Доказана перспективность использования математических задач в рамках методической алгоритмической линии, отвечающих логике алгоритмизации и определяющая процесс перехода мыслительной деятельности студента от понимания алгоритма как предписания к действию к пониманию алгоритма как мыслительного действия и промежуточного этапа написания программы.

4. Разработаны и охарактеризованы этапы формирования алгоритмической компетентности: ознакомительно-ориентирующий, с приоритетным формированием аксиологического компонента алгоритмической компетентности; этап приобщения, на котором доминирует формирование когнитивного и праксиологического компонентов; этап закрепления навыков, обеспечивающий формирование праксиологического и рефлексивного компонентов.

5. Разработана методика формирования алгоритмической компетентности будущих ИКТ-специалистов в системе СПО в соответствии с концепцией компетентностного подхода, с опорой на требования ФГОС СПО к результатам освоения программы подготовки специалистов среднего звена и с учетом особенностей обучения математике в системе СПО на основе построенной модели процесса формирования алгоритмической компетентности.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что на основе проведенных исследований обогащена теория методики обучения и воспитания дисциплине «Математика» в части развития компетентностного подхода за счет:

- уточнения содержания понятия «алгоритмическая компетентность» как важной составляющей математического образования будущего ИКТ-специалиста;
- обоснования целесообразности и разработки содержательной базы поэтапного формирования алгоритмической компетентности путем обогащения содержания обучения математике разноуровневыми задачами с профессиональным контекстом (I-го и II-го типов), составляющими непрерывную методическую алгоритмическую линию, которая обеспечивается использованием элементов активных методов обучения, направленных на приобретение личностного опыта обучаемых и повышение активности учебной деятельности;
- обоснования и разработки критериально-диагностического аппарата для оценивания уровня сформированности алгоритмической компетентности, в виде задач и тематических тестов, содержащий аксиологический, когнитивный, праксиологический и рефлексивный критерии.

Практическая значимость исследования состоит в том, что:

- разработан и внедрен в образовательный процесс учебно-методический материал, включающий в себя задания I-го и II-го типов с профессиональным контекстом для практических занятий, работы в группах, задания для лабораторных работ, а также для самостоятельной работы студентов;
- разработаны методические рекомендации для преподавателей по применению данной методики.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечены:

- методологической базой исследования на основе системного, компетентностного, деятельностного, личностно-ориентированного, задачного, контекстного подходов и концепций ИКТ в обучении, использованием достижений передовых педагогических теорий и концепций;
- соответствием методов исследования целям и задачам исследования;
- анализом проведенного педагогического эксперимента, репрезентативностью выборки респондентов, использованием для обработки результатов эксперимента методов математической статистики;
- воспроизводимостью результатов исследования для разных групп студентов.

Апробация результатов исследования. Основные положения исследования обсуждались на X Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 80-летию образования Красноярского края «Молодежь и наука»

(г. Красноярск: Сиб. федер. ун-т., 2014 г.), на научных семинарах Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева (КГПУ, Красноярск, 2014-2016гг.), в журнале «Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева» (Красноярск, 2015), в научно-методическом журнале «Информатика и образование» (Москва, 2013гг.), на I Международной научной конференции «Информатизация образования и методика электронного обучения» в рамках IV Международного научно - образовательного форума «Человек, семья и общество: история и перспективы развития» (Красноярск, 2016), на конференции «Информатизация образования: теория и практика» (Омск, 2016), на Международной научно-методической конференции «Преподавание математики и компьютерных наук в высшей школе» (Пермь, 2017), на IX Международной научно-практической конференции преподавателей, аспирантов и студентов «Непрерывное профессиональное образование: теория и практика» (Новосибирск, 2018), на Международной научно-практической конференции «Развивающий потенциал образовательных Web-технологий» (Арзамас, 2018), на II Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы теории и практики обучения математике, информатике и физике в современном образовательном пространстве» (Курск, 2018), на XIX Международной научно-практической конференции «Российская наука в современном мире» (Москва, 2018).

Практическая реализация разработанной методики проводилась в Краевом автономном профессиональном образовательном учреждении «Ачинский техникум нефти и газа».

На защиту выносятся следующие положения:

1. Алгоритмическая компетентность будущего ИКТ-специалиста среднего звена представляет собой интегративное, динамическое качество личности, раскрывающееся в способности использовать готовые алгоритмы для решения определенного круга задач, комбинировать их, составлять новые и выбирать оптимальный алгоритм, а также в готовности осуществлять алгоритмизацию при решении различных задач профессиональной сферы. Структура алгоритмической компетентности включает аксиологический, когнитивный, праксиологический и рефлексивный компоненты.

2. Дисциплина «Математика», содержание которой позволяет спроектировать методическую алгоритмическую линию, имеет достаточный дидактический потенциал для формирования алгоритмической компетентности студентов системы СПО – будущих ИКТ-специалистов.

3. Поэтапное формирование алгоритмической компетентности будущих ИКТ-специалистов в процессе обучения математике достигается за счет обогащения содержания обучения задачами разного уровня сложности с профессиональным контекстом, процесс решения которых отражает логику алгоритмизации, и организации процесса обучения с применением элементов активных форм обучения.

4. Методика формирования алгоритмической компетентности, определяемая требованиями ФГОС СПО, отвечающая личностным потребностям

обучаемых, результативна, если ее компоненты соответствуют разработанной модели процесса формирования алгоритмической компетентности, а именно:

- целевой – отражает направленность целей математической подготовки в системе СПО на развитие алгоритмической компетентности;

- методологическую основу методики составляют системный, компетентностный, деятельностный, контекстный, задачный, личностно-ориентированный подходы;

- содержательный – включает комплекс математических задач в рамках методической алгоритмической линии, определяющей процесс перехода мыслительной деятельности студента от понимания алгоритма как предписания к действию к пониманию алгоритма как мыслительного действия и промежуточного этапа написания программы;

- процессуально-технологический – включает совокупность средств, форм и методов обучения математике, направленных на формирование готовности применения студентами алгоритмизации в профессиональной сфере;

- результативно-оценочный – содержит диагностические методики и процедуры оценивания уровня сформированности компонентов алгоритмической компетентности, на основе уточненных в контексте настоящего исследования аксиологического, когнитивного, праксиологического и рефлексивного критериях оценки.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, двух глав, заключения, списка литературы и приложений. Текст диссертации содержит 25 рисунков, 32 таблицы и 8 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность темы исследования, установлены цель, объект, предмет, задачи, раскрыта научная новизна, представлены теоретическая и практическая значимость исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту.

В Главе 1 «Теоретические предпосылки исследования проблемы формирования алгоритмической компетентности в условиях системы среднего профессионального образования направлений подготовки ИКТ-специалистов» представлена траектория теоретического анализа проблемы, в логике которой конкретизированы базовые понятия, обоснован диагностический инструментарий и методика.

В параграфе 1.1 *«Алгоритмическая компетентность обучающегося как объект педагогического анализа»* проведен анализ работ А.А. Вербицкого, Э.Ф. Зеера, И.А. Зимней, А.К. Марковой, Э.Э. Сыманюка, Ю.Г. Татура, А.В. Хуторского и др. по изучению основополагающих для настоящего исследования понятий «компетенция» и «компетентность». По основанию «общее» – «личное» установлено различие сущности этих понятий. В настоящем исследовании будем понимать под понятием «компетенция» набор требований к человеку, освоение которых необходимо для выполнения продуктивной деятельности, а «компетентность» – интегративное динамическое качество

личности, проявляющееся в способности и готовности человека реализовать свой потенциал в этой деятельности.

На основе анализа родовых понятий «компетенция» и «компетентность» (И.А. Зимняя, А.К. Маркова, Ю.Г. Татур, А.В. Хуторской и др.), исследования базовых понятий «алгоритмизация» и «алгоритмическая культура» (А.Н. Колмогоров, А.П. Ершов, М.П. Лапчик, М.И. Рагулина, Е.К. Хеннер), анализа понятия «алгоритм» (Ю.А. Макаренков, А.А. Марков, Н.М. Нагорный, А.А. Столяр) и рядоположенных понятий («программно – алгоритмическая компетентность» (В.В. Калитина, Т.П. Пушкарева), «алгоритмический подход» (В.А. Байдак, В.И. Ефимов, С.М. Мумряева, Ю.В. Корчемкина), «алгоритмический стиль мышления» (А.В. Копаев, А.И. Газейкина), связывающим звеном которых является понятие алгоритмической линии (В.Я. Виленкин, М.П. Лапчик, С.И. Шварцбурд), с учетом требований ФГОС СПО уточнено понятие «алгоритмическая компетентность». *Алгоритмическая компетентность будущего ИКТ-специалиста представляет собой интегративное, динамическое качество личности, раскрывающееся в способности использовать готовые алгоритмы для решения определенного круга задач, комбинировать их, составлять новые и выбирать оптимальный алгоритм, а также в готовности осуществлять алгоритмизацию при решении различных задач профессиональной сферы.*

В процессе анализа содержания методических линий школьной математической подготовки, содержания алгоритмической линии в обучении информатике, программы по математике для специальности 09.02.04 установлено, что наиболее перспективной содержательно-методической линией в контексте формирования алгоритмической компетентности в обучении математике является алгоритмическая линия, содержание которой определяется понятиями: «алгоритм», «вспомогательный алгоритм», «свойства алгоритма», «реализация алгоритма».

Формирование алгоритмической компетентности целесообразно осуществлять в соответствии с этапами обучения алгоритмизации (А.П. Ершов): сообщение готовых алгоритмов (их применение), комбинирование готовых и создание новых алгоритмов; предполагающими в учебной деятельности обучаемых реализацию последовательности действий по применению алгоритмов от алгоритма в смысле предписания к алгоритму в смысле выполнения мыслительных действий.

Выявленные характеристики алгоритмической компетентности (многофункциональность, надпредметность и межпредметность, многомерность, наличие определенного уровня интеллектуального развития у обучающегося) согласно исследованиям И.А. Зимней, Ю.Г. Татура и А.В. Хуторского позволили отнести алгоритмическую компетентность к разряду ключевых компетентностей студентов – будущих ИКТ-специалистов среднего звена.

Путем конкретизации классической структуры компетентности (И.А. Зимняя, Н.А. Мещерякова, С.В. Тришина, А.П. Тряпицына, А.В. Хуторской) в контексте настоящего исследования определены и содержательно описаны компоненты

алгоритмической компетентности: аксиологический, когнитивный, праксиологический, рефлексивный и определены проекции составляющих компетенций алгоритмической компетентности на общие и профессиональные компетенции студентов колледжей – будущих ИКТ-специалистов.

В параграфе 1.2 *«Теоретическое обоснование диагностического инструментария оценки уровня сформированности алгоритмической компетентности»* на основе анализа работ Б.С. Гершунского, В.И. Звонникова, В.И. Михеева, П.И. Пидкасистого, А.А. Реана и др. выявлены и конкретизированы в рамках исследования диагностики сформированности алгоритмической компетентности основные теоретические положения педагогической диагностики.

Адаптированы в аспекте настоящего исследования критерии оценивания уровня сформированности алгоритмической компетентности: аксиологический, позволяющий оценить характер и уровень мотивации учебной деятельности студента; когнитивный, позволяющий оценить объем и уровень усвоения алгоритмических знаний; праксиологический, направленный на оценивание алгоритмических умений и их применения в практической деятельности; рефлексивный, ориентированный на оценку действий студентами, направленных на свою алгоритмическую деятельность.

Представлены показатели сформированности алгоритмической компетентности, сопоставимые компонентам этой компетентности: аксиологический, когнитивный, праксиологический и рефлексивный. Для оценки сформированности компонентов алгоритмической компетентности на основе требований к диагностическому аппарату (надежность, валидность, объективность, репрезентативность и достоверность) обоснована целесообразность использования апробированных методик (К. Замфир в модификации А.А. Реана, В.В. Пономаревой и стандартизированные тесты по информатике), позволяющих покомпонентно и интегративно оценить уровень сформированности алгоритмической компетентности. Выявлены уровни сформированности алгоритмической компетентности будущих ИКТ-специалистов путем анализа степени проявления показателей ее сформированности: низкий, средний и высокий.

В параграфе 1.3 *«Потенциал дисциплины «Математика» в контексте формирования алгоритмической компетентности будущих ИКТ-специалистов»* на основе анализа работ А.Н. Колмогорова, М.П. Лапчика, А.П. Ершова по исследованию фундаментальных основ информатики и изучению влияния ИКТ на математическое образование выявлен потенциал дисциплины «Математика» в контексте формирования алгоритмической компетентности ИКТ-специалистов, который заключается:

1. в абстрактно-логической сущности дисциплины «Математика», позволяющей осваивать способы разработки алгоритмов посредством логики решения математических задач;

2. в предметном содержании математики, ставшим источником развития основ информатики как науки и определившим общую тенденцию использования символьных обозначений, и множество межпредметных задач;

3. в применении компьютерных программ и математических пакетов на занятиях математикой, способствующем переходу процесса обучения математики на качественно новый уровень.

Установлено, что профессиональная направленность обучения математике будущих ИКТ-специалистов в системе СПО состоит, в частности, в актуализации процесса формирования алгоритмической компетентности, являющейся элементом профессиональной подготовки этих специалистов, и позволяет определить задачный подход как ведущий подход в отборе содержания обучения математике, способствующем формированию алгоритмической компетентности.

На основе исследования потенциала дисциплины «Математика», анализа содержания учебного материала, предлагаемого для изучения математики в колледже, исследования основных положений задачного подхода в трудах Г.А. Балла, М.Е. Бершадского, В.В. Давыдова, В.В. Краевского, Л.М. Фридмана, П.М. Эрдниева, Д.Б. Эльконина адаптированы некоторые элементы содержания обучения математике в аспекте формирования алгоритмической компетентности: лекционный учебный материал пополнен алгоритмами решения типовых алгоритмизируемых задач и их блок-схемами, изложением материала актуального в контексте настоящего исследования содержания, элементами теоретических знаний с профессиональным контекстом.

Практическая часть содержания обучения математике, способствующего формированию алгоритмической компетентности, в соответствии с этапами алгоритмизации обогащена заданиями, предполагающими действия по известному алгоритму (задачи I-го типа), и заданиями, предполагающими разработку алгоритма решения (или комбинирование известных алгоритмов) и реализацию найденного алгоритма (задачи II-го типа).

Пример задачи I-го типа:

Написать алгоритм нахождения нормального вектора плоскости, проходящей через точки $A(x_1, y_1, z_1), B(x_2, y_2, z_2), C(x_3, y_3, z_3)$. Используя написанный алгоритм, найти нормальный вектор плоскости, проходящей через точки $(3; -1; 2), (2; 4; -3)$ и $(4; 0; -2)$.

Пример задачи II-го типа:

Написать алгоритм, позволяющий установить возможность построения треугольника с вершинами в точках $A(x_1, y_1, z_1), B(x_2, y_2, z_2), C(x_3, y_3, z_3)$ и, в случае возможности построения, определить вид треугольника (остроугольный, прямоугольный, тупоугольный). Используя написанный алгоритм, определить, можно ли построить треугольник с вершинами в точках $(-4; -1; 0), (2; 1; -5), (1; -1; -2)$. В случае возможности построения определить его вид.

Проектирование задач I-го и II-го типов предполагает в соответствии с положениями задачного подхода выполнение нескольких содержательно-методических задач:

– предметной (разработку комплекса математических алгоритмизируемых задач);

– учебной (формирование определенных умений и навыков для применения алгоритмических знаний: выделение существенных признаков, осуществление переноса деятельности в другие сферы и т.д.);

– методической (организация обучения математике, способствующего формированию алгоритмической компетентности, повышение заинтересованности студентов к обучению).

На основе исследований П.Я. Гальперина, Н.Ф. Талызиной выявлено соответствие этапов решения задач I-го и II-го типа теории поэтапного усвоения предметных действий (ориентировочная часть предметного действия включает в себя постановку задачи, определение типа задачи, выбор алгоритма решения; исполнительная часть – создание алгоритма решения задачи, построение математической модели решения, реализация алгоритма).

В соответствии с этапами алгоритмизации (с опорой на исследования М.П. Лапчика) и принципами задачного подхода определены и обогащены основные аспекты алгоритмической линии в обучении математике, способствующем формированию алгоритмической компетентности, в двух направлениях: содержание и методическое обеспечение.

Содержание

Содержание обучения пополнено задачами с усложнением структуры алгоритмов решений:

– задачи I-типа – задачи с применением готовых алгоритмов, не содержащих обратной связи, (вычисления по формулам, применение готовых линейных алгоритмов, операционные действия, алгоритмы построения и преобразования графиков, с использованием исходных и окончательных данных);

– задачи II-го типа – задачи с применением вспомогательных, ветвящихся и циклических алгоритмов с наличием обратной связи (задачи с проверкой условий, задачи, решение которых требует разбиение на подзадачи, задачи с применением вспомогательных алгоритмов с использованием исходных, промежуточных и окончательных данных).

Таким образом, выстроена последовательность задач алгоритмической линии:

- задачи на применение готовых алгоритмов;
- задачи на составление линейных алгоритмов;
- задачи с использованием ветвлений в алгоритмах;
- задачи с использованием вспомогательных алгоритмов;
- задачи, требующие разбиения на подзадачи;
- задачи с использованием циклов.

Методическое обеспечение

Дидактические приемы по реализации алгоритмической линии, конкретизированные в аспекте формируемой компетентности включают:

- применение математических пакетов при решении задач;
- визуализацию математических объектов, построение графиков, графическую иллюстрацию и т.д.;
- альтернативные решения с использованием математических пакетов;

- проверку решений;
- построение математической модели и реализацию алгоритма решения;
- создание проблемных ситуаций и проектирование квазипрофессиональных задач;
- организацию индивидуальной, самостоятельной и коллективной работы студентов,

В параграфе 1.4 «Теоретическое обоснование методики формирования алгоритмической компетентности на занятиях математикой в системе среднего профессионального образования» конкретизирована классическая структура методики обучения, состоящая из целевого, методологического, содержательного, процессуально-технологического и результативно-оценочного компонентов, в контексте формирования алгоритмической компетентности.

Разработана модель (Рис.1) процесса формирования алгоритмической компетентности студентов – будущих ИКТ-специалистов системы СПО.

На основе требований ФГОС СПО, требований работодателей и профессионального стандарта определена и конкретизирована в виде группы целей основная цель методики формирования алгоритмической компетентности, заключающаяся в формировании алгоритмической компетентности студентов системы СПО направлений подготовки ИКТ-специалистов.

Конкретизированы в рамках настоящего исследования (с опорой на исследования В.В. Краевского, Ю.К. Бабанского и В.А. Шершневой) общедидактические принципы: научности, целесообразности, непрерывности и преемственности, системности, поэтапности, наглядности, доступности; и критерии отбора содержания учебного материала: научной и практической значимости, дифференцированности, целесообразности, сбалансированности, соответствия сложности содержания учебного материала реальным возможностям обучаемых, соответствия объема содержания отведенному времени.

В содержании методики формирования алгоритмической компетентности представлена алгоритмическая методическая линия, «пронизывающая» все этапы формирования алгоритмической компетентности: I этап – ознакомительно-ориентирующий, направленный на формирование мотивационного и когнитивного компонентов, II этап – приобщения, формирующий когнитивный и праксиологический компоненты, III этап – закрепления навыков, формирующий праксиологический и рефлексивный компоненты и позволяющая студенту в своей алгоритмической деятельности продвинуться от использования готовых алгоритмов к разработке сложных и многоходовых алгоритмов.

На каждом этапе формирования алгоритмической компетентности конкретизированы функции задач алгоритмической линии (обучающая, воспитывающая и развивающая), практическая реализация которых осуществляется с помощью решения педагогических задач (повышение мотивации к изучению математики, обогащение личностного опыта алгоритмизации в учебной деятельности студентов и повышение самостоятельности, формирование способности к переносу алгоритмических знаний, развитие рефлексивной деятельности) в условиях применения элементов

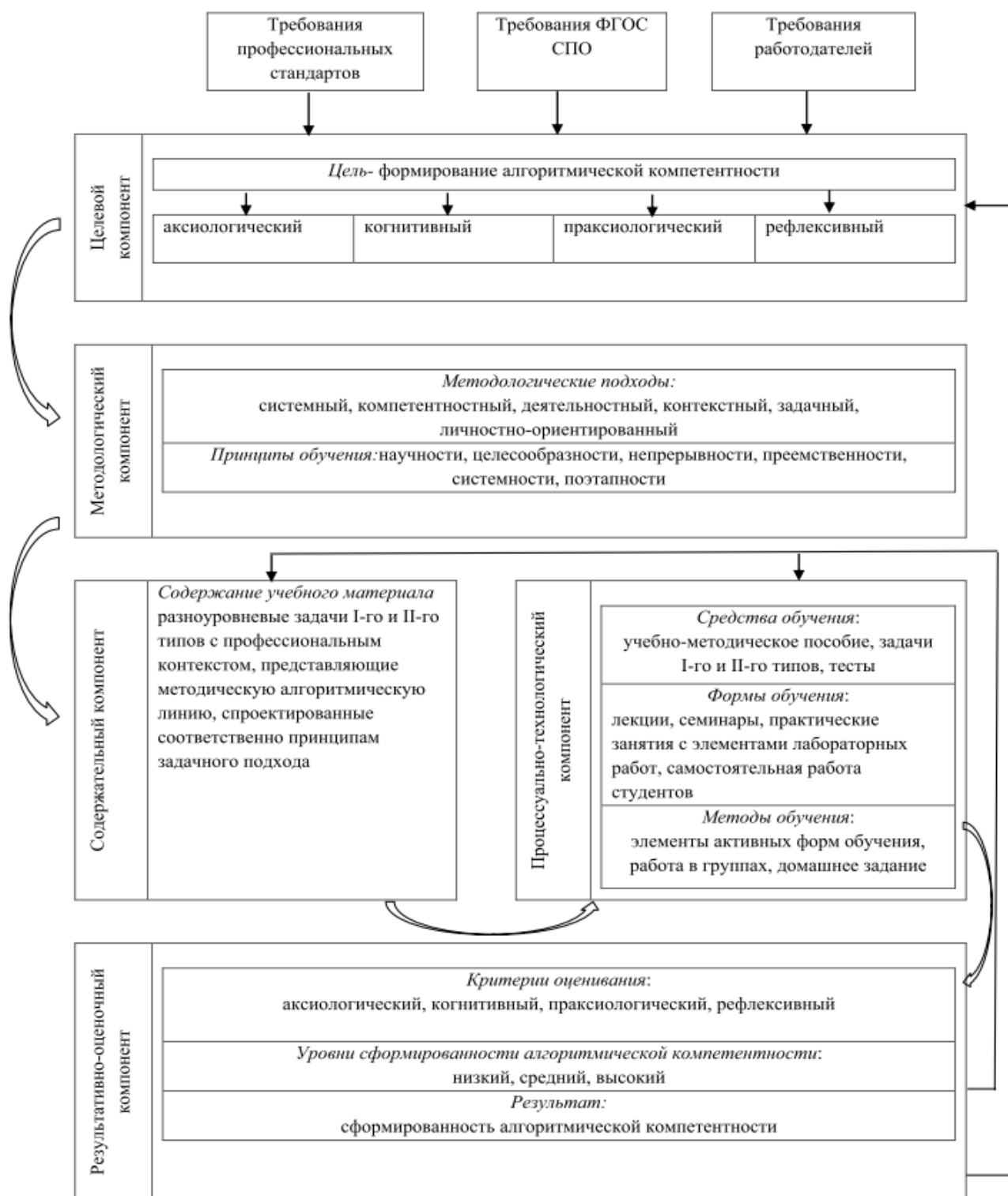


Рисунок 1 – Модель процесса формирования алгоритмической компетентности студентов – будущих ИКТ-специалистов системы СПО

активного обучения в учебной деятельности: организация самостоятельной работы студентов, предоставление возможности практического применения алгоритмических знаний, создание проблемных ситуаций, совместное обсуждение со студентами математических понятий, блок-схем, алгоритмов решений задач, способов проверки правильности решения.

Глава 2 «Реализация методики формирования алгоритмической компетентности студентов системы СПО – будущих ИКТ-специалистов» посвящена объективной проверке результативности методики формирования алгоритмической компетентности студентов – будущих ИКТ-специалистов.

В параграфе 2.1 *«Организация опытно-экспериментальной работы по реализации методики формирования алгоритмической компетентности будущих ИКТ-специалистов»* адаптированы теоретические основы педагогического эксперимента, разработанные педагогами В.С. Аванесовым, И.П. Подласым и другими, к настоящему исследованию.

Содержанием опытно-экспериментальной работы явилась разработка, обоснование и реализация диагностического комплекса, включающего диагностические средства для покомпонентной оценки уровня сформированности алгоритмической компетентности студентов системы СПО – будущих ИКТ-специалистов.

Таблица 1 – Диагностический инструментарий оценки сформированности компонентов алгоритмической компетентности будущих ИКТ-специалистов

| Компонент компетентности | Методика оценки |
|---------------------------------|--|
| Аксиологический | Методика оценки мотивации профессиональной деятельности К. Замфир в модификации А.А. Реана |
| Когнитивный и праксиологический | Модифицированные материалы ОГЭ (ГИА) И ЕГЭ по дисциплине «Информатика и ИКТ» |
| Рефлексивный | Методика определения уровня рефлексивности В.В. Пономаревой |

Определены и охарактеризованы этапы опытно-экспериментальной работы:

- подготовительный этап, состоящий из изучения научно-педагогической литературы, разработки содержания методики формирования алгоритмической компетентности, проектирования диагностического инструментария, формирования экспериментальных и контрольных групп;

- констатирующий этап, предполагающий первичную диагностику уровня сформированности алгоритмической компетентности у студентов контрольной и экспериментальной групп на начало эксперимента и обоснование однородности этих групп;

- формирующий этап, включающий реализацию разработанной методики формирования алгоритмической компетентности в экспериментальной группе;

- обобщающий этап, состоящий из обработки и сравнения результатов опытно-экспериментальной работы и подведения итогов.

В эксперименте приняли участие 100 студентов Краевого государственного автономного профессионального образовательного учреждения «Ачинский техникум нефти и газа», обучающихся по специальности 09.02.04 «Информационные системы (по отраслям)». Организация опытно-экспериментальной работы осуществлялась с 2012 г. по 2016 г. в рамках

требований к этому этапу педагогического исследования, заключающихся в репрезентативности выборки, обеспечивающейся достаточным количеством испытуемых и воспроизводимости результатов, обеспечивающейся многолетними исследованиями (5 лет).

Представлены и проанализированы результаты диагностики начального уровня сформированности компонентов алгоритмической компетентности в контрольных и экспериментальных группах, продемонстрировавшая низкий уровень их сформированности. Статистическая обработка табличных значений с применением φ^* – критерия Фишера (уровень значимости 0,05), полученных в результате начальной диагностики выявила отсутствие значимых различий между уровнями сформированности компонентов алгоритмической компетентности в контрольных и экспериментальных группах и позволила установить однородность выборки.

В параграфе 2.2 *«Практическая реализация методики формирования алгоритмической компетентности будущих ИКТ-специалистов в процессе обучения математике»* с учетом подведенных итогов подготовительного и констатирующего этапов опытно-экспериментальной работы в логике настоящего исследования показана практическая реализация содержательного компонента, представленного алгоритмической линией на основе поэтапного применения задач I-го и II-го типов, и процессуально-технологического компонента методики формирования алгоритмической компетентности, который обеспечивается педагогическими технологиями, стимулирующими активную деятельность студентов.

Содержание обучения математике по разработанной методике соотнесено с этапами формирования алгоритмической компетентности: ознакомительно-ориентирующий, приобщения и закрепления навыков. На каждом этапе формирования алгоритмической компетентности студентов – будущих ИКТ-специалистов продемонстрировано и охарактеризовано практическое применение содержания обучения математике, обогащенного в контексте формируемой компетентности, которое сопровождается набором валидных диагностических процедур для оценки уровня сформированности компонентов алгоритмической компетентности.

В параграфе 2.3 *«Анализ результатов опытно-экспериментальной работы по реализации методики формирования алгоритмической компетентности будущих ИКТ-специалистов»* проведен сравнительный анализ сформированности алгоритмической компетентности студентов контрольных и экспериментальных групп, предложено теоретическое истолкование полученных результатов, представлены выводы о результативности разработанной методики.

Опытно-экспериментальная работа позволила выявить динамику развития компонентов алгоритмической компетентности студентов образовательной организации «Ачинский техникум нефти и газа», представленную на следующих диаграммах (Рис.2, Рис.3).

С помощью применения G критерия знаков установлена положительная динамика алгоритмической компетентности как интегративной характеристики

студентов экспериментальных групп при положительной динамике сформированности ее компонентов. Полученные результаты позволяют сделать вывод о результативности методики формирования алгоритмической компетентности будущих ИКТ-специалистов в процессе обучения математике.

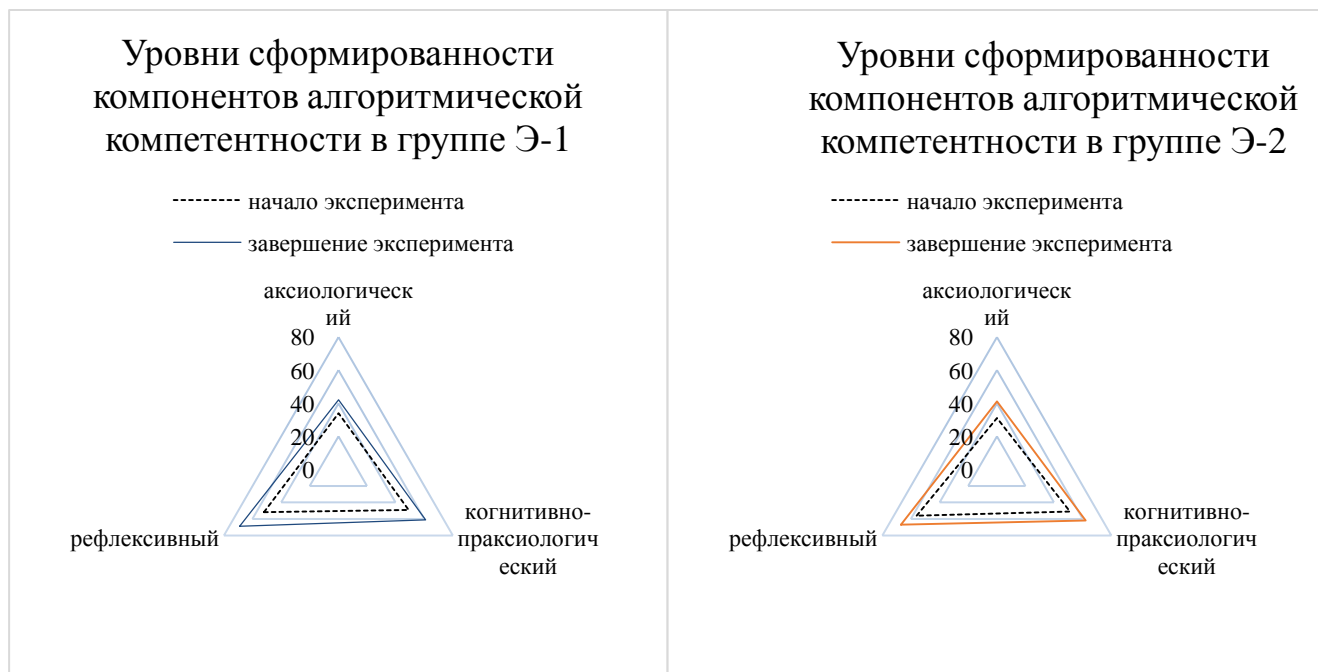


Рисунок 2 – Уровни сформированности компонентов алгоритмической компетентности в экспериментальных группах

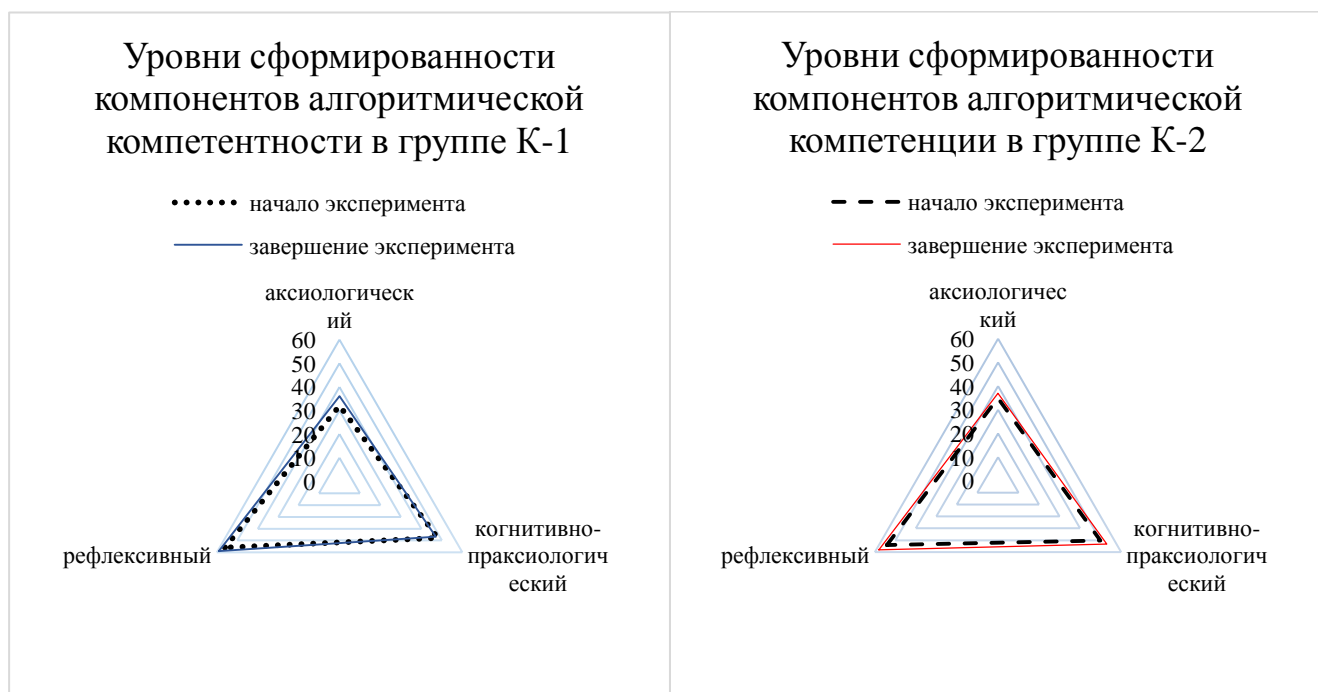


Рисунок 3 – Уровни сформированности компонентов алгоритмической компетентности в контрольных группах

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

В заключении диссертации подведены итоги проведенного исследования и сделаны выводы:

1. Конкретизировано понятие «алгоритмическая компетентность» студентов системы СПО направлений подготовки ИКТ-специалистов как важной составляющей математической подготовки путем изучения содержания родовых и рядоположенных понятий в исследованиях, предлагаемых учеными педагогами.

2. Определены и содержательно описаны компоненты алгоритмической компетентности: аксиологический, когнитивный, праксиологический и рефлексивный; критерии ее сформированности, определяемые структурой компетентности, охарактеризованы уровни сформированности алгоритмической компетентности: низкий, средний и высокий.

3. Разработаны и охарактеризованы этапы формирования алгоритмической компетентности: ознакомительно-ориентирующий, характеризующийся приоритетным формированием аксиологического компонента алгоритмической компетентности; этап приобщения, на котором доминирует формирование когнитивного и праксиологического компонентов; и этап закрепления навыков, обеспечивающий формирование праксиологического и рефлексивного компонентов.

4. Разработана методика формирования алгоритмической компетентности будущих ИКТ-специалистов в условиях обучения математике, усиливающая профессиональную направленность процесса обучения за счет обогащения содержания обучения математике разноуровневыми задачами алгоритмической линии I-го и II-го типов с профессиональным контекстом, процесс решения которых отражает логику алгоритмизации.

5. Доказана результативность методики формирования алгоритмической компетентности с использованием методов математической статистики в процессе опытно-экспериментальной работы. Значимые положительные изменения уровня сформированности алгоритмической компетентности будущих ИКТ-специалистов экспериментальных групп позволяют подтвердить гипотезу и признать задачи исследования решенными.

Основные положения и результаты исследования отражены в следующих публикациях соискателя:

Работы, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Попова, В.В. Об оценке качества профессиональных компетенций / М.В. Носков, В.В. Попова // Информатика и образование. – 2013. – №5. – С.34-36 (авторский вклад 70%).

2. Попова, В.В. Реализация межпредметных связей математики и информатики в современном учебном процессе // М.В. Носков, В.В. Попова // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. – 2015. – №1. – С.65-69 (авторский вклад 60%).

3. Попова, В.В. Формирование алгоритмической компетенции у студентов профессиональных образовательных организаций в процессе обучения

математике / В.В. Попова // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. – 2016. – №2. – С.138-141.

4. Попова, В.В. О содержании обучения математике, способствующем формированию алгоритмической компетенции студентов колледжа / В.В. Попова // Информатика и образование. – 2017. – №2 – С.38-42.

Научные статьи и материалы, опубликованные в других изданиях:

5. Попова, В.В. О межпредметных связях информатики и математики [Электронный ресурс] / В.В. Попова. – Красноярск : СФУ, 2014. // Электронный сборник трудов X Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 80-летию образования Красноярского края. Доступ из локальной сети СФУ. – <http://conf.sfu-kras.ru/conf/mn2014/> (дата обращения 30.01.2019).

6. Попова, В.В. Об оценке алгоритмической компетенции как профессиональной компетенции студентов профессиональных образовательных организаций в процессе обучения математике [Электронный ресурс] / В.В. Попова. – Красноярск : СФУ, 2016. // Информатизация образования и методика электронного обучения: электронный сборник трудов I Международной научной конференции в рамках IV Международного научно - образовательного форума «Человек, семья и общество: история и перспективы развития». Доступ из локальной сети СФУ. – <http://conf.sfu-kras.ru/conf/it.edu> (дата обращения 30.01.2019).

7. Попова, В.В. О диагностике уровня сформированности алгоритмической компетенции студентов колледжей, подготавливающих ИКТ - специалистов в процессе обучения математике / М.В. Носков, В.В. Попова // Информатизация образования: теория и практика: Сборник материалов международной научно-практической конференции (18 – 19 ноября 2016). – Омск: Изд-во ОмГПУ. – 2016. – С.35-38 (авторский вклад 60%).

8. Попова, В.В. Об определении уровня сформированности профессиональных компетенций у студентов колледжа в процессе обучения математике / М.В. Носков, В.В. Попова // Преподавание математики и компьютерных наук в высшей школе: сборник научных статей Международной научно-методической конференции в рамках форума «Наука и глобальные вызовы XXI века» (15-17 мая 2017). – Пермь. – 2017. – С. 65-68 (авторский вклад 50%).

9. Попова, В.В. Применение элементов активного обучения – ведущий фактор формирования алгоритмической компетенции у студентов колледжей, подготавливающих ИКТ-специалистов / Н.А. Войнова, В.В. Попова // Непрерывное профессиональное образование: теория и практика: сборник материалов IX Международной научно-практической конференции преподавателей, аспирантов и студентов (23 марта 2018). – Новосибирск. – 2018. – С.209-212 (авторский вклад 60%).

10. Попова, В.В. Применение математического пакета «Mathcad» в процессе обучения математике в колледже, подготавливающим ИКТ-специалистов, с целью формирования алгоритмической компетенции /

В.В. Попова // Развивающий потенциал образовательных Web-технологий: сборник статей участников Международной научно-практической конференции (17-18 мая 2018). – Арзамас. – 2018. – С.365-369.

11. Попова, В.В. Потенциал дисциплины «Математика» в контексте формирования алгоритмической компетенции будущих ИКТ-специалистов / В.В. Попова // Актуальные проблемы теории и практики обучения математике, информатике и физике в современном образовательном пространстве: сборник научных статей II Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) (14-15 декабря 2018). – Курск. – 2018. – С.176-179.

12. Попова, В.В. Алгоритмическая компетентность студента – будущего ИКТ-специалиста среднего звена как объект педагогического анализа / В.В. Попова // Российская наука в современном мире: сборник статей XIX Международной научно-практической конференции. Часть 1. (30 декабря 2018). – Москва. – 2018. – С.209-212.

13. Попова, В.В. Комплект заданий, направленных на формирование алгоритмической компетентности студентов – будущих ИКТ-специалистов в процессе обучения математике [Электронный ресурс] / В.В. Попова. – Красноярск: СФУ, 2019. Доступ из локальной сети СФУ. – URL: http://ikit.sfu-kras.ru/Resurs_IKIT (дата обращения 30. 06.2019).