

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЛМЫЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Б. Б. ГОРОДОВИКОВА»

На правах рукописи



**ТУГУЛЬЧИЕВА ВИКТОРИЯ СТАНИСЛАВОВНА**

**ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ  
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ  
ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА СРЕДСТВАМИ  
МАТЕМАТИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ**

5.8.7. Методология и технология профессионального образования

**ДИССЕРТАЦИЯ**  
на соискание ученой степени кандидата педагогических наук

Научный руководитель:  
доктор педагогических наук,  
доцент П.Д. Васильева

Элиста - 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ГЛАВА 1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПРАКТИКО- ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА СРЕДСТВАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ .....	17
1.1. Профессиональная подготовка студентов естественнонаучных направлений в вузе на основе практико-ориентированного подхода.....	17
1.2. Роль математического инструментария как средства реализации практико- ориентированного подхода в профессиональной подготовке студентов естественнонаучных направлений.....	44
1.3. Особенности использования математического инструментария в профессиональной подготовке студентов естественнонаучных направлений .....	60
ВЫВОДЫ ПО ПЕРВОЙ ГЛАВЕ .....	83
ГЛАВА 2. МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ЕЕСТВЕННОНАУЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СРЕДСТВАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ .....	85
2.1. Анализ состояния профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений. Определение системы принципов построения модели исследования. .	85
2.2. Модель реализации практико-ориентированного подхода в профессиональной подготовке студентов естественнонаучных направлений средствами математического инструментария и педагогические условия ее реализации.....	99
2.3. Экспериментальное исследование эффективности подготовки студентов естественнонаучных направлений средствами математического инструментария ..	117
ВЫВОДЫ ПО ВТОРОЙ ГЛАВЕ .....	124
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	126
БИБЛИОГРАФИЯ .....	129
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	152

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования** профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений в вузе на основе практико-ориентированного подхода обусловлена социально-экономическими, научно-технологическими и мотивационными факторами, обновлением производственной сферы и требованиями работодателей к применению профессионально-значимых умений в решении производственных проблем, а в изменяющихся условиях развития рынка труда – возможностью освоения выпускниками смежной профессии. Эти и другие факторы определили разработку стратегии системы профессионального образования на усиление практико-ориентированного подхода и междисциплинарной интеграции знаний студентов для формирования готовности выпускников вуза осуществлять трудовую деятельность. Поэтому в учебном процессе вузов возрастает технологичность обучения, становятся актуальными прагматичность, функциональность знаний и более ранняя адаптация выпускников к будущей профессиональной деятельности.

В реализации государственной программы Российской Федерации «Развитие образования» на 2018–2025 гг. и в Концепции практико-ориентированного профессионального образования в России обозначен вектор развития практико-ориентированного подхода в системе образования.

Профессиональная подготовка студентов вуза естественнонаучных направлений базируется на фундаментальности естественных наук, значимости практических умений студентов применять теоретические знания, выявлять причинно-следственные связи в изучении природных и производственных процессов, раскрывая количественные отношения изучаемых объектов и явлений.

В системе современного профессионального образования усиливается интегрирующая роль математики как базовой дисциплины для профессиональной подготовки студентов направлений «Физика», «Химия», «Биология», а формируемые умения применять математический инструментарий являются составной частью профессиональных компетенций. ФГОС ВО и образовательные программы для

студентов естественнонаучных направлений предусматривают математические дисциплины, обеспечивающие фундаментальную подготовку студентов. Содержание математики для студентов-естественников без должного подкрепления знаний умениями применять их в контексте будущей профессиональной деятельности становится источником формализации знаний.

Готовность студентов-естественников осуществлять профессиональную деятельность зависит от способов формирования профессионально-значимых умений в активной практической деятельности студентов, от эффективности применения средств математического инструментария для формирования обобщенных трудовых функций выпускников в соответствии с требованиями профессиональных стандартов, включающими прогнозирование, математическое моделирование, расчеты по видам профессиональной деятельности, систематизацию, статистическую обработку результатов исследования и другие.

В современной информационно-насыщенной образовательной среде вуза, с учетом вариативности обучения эффективность профессиональной подготовки студентов средствами математического инструментария продолжает оставаться актуальной.

***Степень разработанности проблемы исследования:*** профессиональная подготовка студентов через практико-ориентированный подход средствами математического инструментария исследовалась в педагогике и в теории высшего профессионального образования с позиций:

– практико-ориентированной подготовки для формирования трудовых умений студентов в вузе (В.С. Леднев, А.М. Новиков, П.И. Образцов, С.А. Шапоринский и др.);

– компетентностного подхода, при котором эффективность и результативность обучения измеряется уровнем овладения компетенциями (А.А. Вербицкий, И.А. Зимняя, А.В. Хуторской, М.А. Чошанов, С.Е. Шишов, Ф.Г. Ялалов и др.);

– соотношения фундаментального и прикладного аспектов в отборе содержания образования, в теоретическом и профессиональном аспектах (В.В. Ильин, Н.В. Карлов, Б.М. Кедров, Н.Е. Кузнецова, Б.Г. Юдин и др.);

- контекстного обучения (А.А. Вербицкий, А.С. Огнев и др.);
- профессиональной направленности как комплекса мотивирующих факторов (Е.В. Александрова, Т.Д. Дубовицкая, Т.Н. Литвинова, С.В. Плотникова, А.А. Соловьева, и др.);
- методов структурирования естественнонаучных знаний студентов (В.В. Ерёмин, С.А. Паничев и др.);
- математического инструментария в процессе профессиональной подготовки экономистов, инженеров, учителей математики и информатики и др. (И.И. Бондаренко, С.П. Грушевский, М.В. Егупова, Т.В. Игнатьева, А.В. Карманова, М.Ю. Королев, Е.Г. Плотникова, Г.И. Попова и др.).

Несмотря на достаточно широкий круг публикаций, посвященных профессиональной подготовке студентов-естественников через практико-ориентированное обучение, все они разрознены по отдельным областям естественных наук. Вопрос формирования профессионально значимых умений и навыков практической деятельности студентов-естественников к выполнению трудовых функций в процессе профессиональной подготовки через практико-ориентированное обучение средствами математического инструментария является актуальным и мало исследованным.

Анализ исследований и практики позволил выявить наличие следующих **противоречий между:**

- требованиями образовательных и профессиональных стандартов к освоению профессиональных компетенций, формируемых в практической деятельности студентов и опирающихся на обобщенные трудовые функции, и недостаточным организационно-методическим обеспечением их формирования в процессе обучения базовым непрофильным дисциплинам в активной практической деятельности на основе междисциплинарных связей;
- возрастающими требованиями вузов к освоению профессионально-значимого содержания и методов профессиональной деятельности и недостаточной разработанностью организационно-педагогических условий применения ма-

тематического инструментария, обеспечивающих формирование профессионально-значимых умений на начальном уровне профессиональной подготовки в вузе;

– значимостью изменения профессиональной подготовки студентов от передачи готовых знаний и недостаточной разработанности формирования профессионально-значимых умений через создание собственных образовательных продуктов средствами математического инструментария (конструирование профильных учебных материалов).

Указанные противоречия определили **проблему исследования**: «Какова должна быть система профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений на основе реализации практико-ориентированного подхода и как её обеспечить средствами математического инструментария?».

**Объект исследования**: процесс профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений в вузе.

**Предмет исследования**: математический инструментарий как средство формирования профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений в вузе на основе практико-ориентированного подхода.

**Цель исследования**: разработать модель системы профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений («Физика», «Химия», «Биология») на основе практико-ориентированного подхода средствами математического инструментария и экспериментально выявить педагогические условия её эффективной реализации.

**Гипотеза исследования**: модель системы профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений («Физика», «Химия», «Биология»), возможно, будет эффективной и обеспечит повышение уровня их профессиональной направленности, математической подготовки, сформированности профессионально значимых умений и компетентности, если:

– как основные и сателлитные реализованы практико-ориентированный, компетентностный, системный, интегративный подходы, а также принципы практической и профессиональной направленности: единства фундаментальной и прикладной направленности, единства образовательной и профессиональной подго-

товки, единства профессионально значимых и математических знаний с позиций специфики профессиональной деятельности выпускников;

– исходя из сущности практико-ориентированного подхода и роли средств профессиональной подготовки студентов выявлены, обоснованы и экспериментально проверены организационно-педагогические условия его реализации средствами математического инструментария;

– выбор средств математического инструментария в условиях информационно насыщенной среды будет опираться на междисциплинарную интеграцию содержания естественнонаучных знаний и математики с позиций компонентного анализа компетенций и общих трудовых функций выпускников этих направлений подготовки, обоснованности состава математического инструментария, его функциональности для достижения поставленных задач;

– использован комплекс методов и приемов образовательных технологий (УДЕ по П.М. Эрдниеву, контекстного обучения по А.А. Вербицкому, конструктора задач по Л.С. Илюшину);

– результативность проведенного исследования будет экспериментально установлена диагностическим инструментарием мониторинга и анализом результатов итоговых государственных испытаний выпускников.

Для достижения поставленной цели и проверки выдвинутой гипотезы были определены следующие **задачи исследования:**

1) раскрыть основные понятия исследования («профессиональная подготовка», «практико-ориентированный подход», «средства математического инструментария»), их взаимосвязь на основе закономерностей развития практико-ориентированного подхода, разработать систему принципов профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений средствами математического инструментария;

2) выявить компоненты обобщенных трудовых функций выпускников естественнонаучных направлений, определить роль математического инструментария и особенности его применения для формирования профессионально-значимых умений и компетенций;

3) разработать модель профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений на основе практико-ориентированного подхода средствами математического инструментария и выявить организационно-педагогические условия её реализации;

4) конкретизировать разработанную модель профессиональной подготовки студентов алгоритмом конструирования профильных учебных материалов средствами математического инструментария, реализовать комплекс методов и взаимосвязанных приемов образовательных технологий, систему практико-ориентированных заданий и диагностических материалов;

5) провести экспериментальную проверку эффективности разработанной модели исследования.

Для решения поставленных задач и проверки выдвинутой гипотезы был использован комплекс следующих **методов исследования**:

– теоретические – анализ научных публикаций и диссертационных исследований по рассматриваемой проблеме, методической литературы по внедрению профессионально ориентированных заданий, педагогическое моделирование;

– эмпирические – педагогический эксперимент, анкетирование, опрос, тестирование, анализ продуктов деятельности студентов и ГИА, оценка и обобщение педагогического опыта;

– статистические – математическая обработка полученных данных.

**Методологической основой исследования** является:

*на философском уровне*: положение о ведущей роли теории в познании и роли практики; концепция философско-педагогического прагматизма, основанная на идее: любое научное знание прямо или опосредованно служит практике и выводится из нее;

*на общенаучном уровне*: системный подход к анализу образовательного процесса как иерархической структуры (В.П. Беспалько, И.В. Блауберг, В.В. Краевский, А.Д. Урсул и др.); теория естественнонаучного познания, определяющая сущность направления и механизмов интеграции (В.С. Вязовкин, Р.Б. Добротин, Б.М. Кедров, В.С. Тюхтин и др.); теория деятельности в образовании, отражающая



функциональность действий или актов деятельности (П.К. Анохин, П.Я. Гальперин, Н.Ф. Талызина, Л.С. Выготский, А.Н. Леонтьев, С.Л. Рубинштейн и др.)

*на общепедагогическом уровне:* практико-ориентированный подход в профессиональной подготовке студентов (А.А. Вербицкий, В.С. Леднев, А.Г. Мордкович, Г.В. Суходольский, Ю.Г. Татур, А.В. Хуторской, В.Д. Шадриков и др.); концепция компетентностного подхода к профессиональной подготовке студентов (А.Г. Бермус, В.П. Беспалько, А.А. Вербицкий, И.А. Зимняя, С.А. Паничев, Ф.Г. Ялалов); концепция интеграции содержания и методов в обучении, способствующая установлению междисциплинарных связей за счет укрупнения дидактических единиц в процессе отбора и конструирования учебных заданий (П.Д. Васильева, Г.Ж. Микерова, П.М. Эрдниев и др.), в отборе и конструировании учебных заданий, интенсификации обучения в высших учебных заведениях (А.О. Горбенко, А.В. Мамасуев и др.).

**Теоретическую основу исследования** составили:

– теоретические аспекты профессиональной подготовки естественников (И.А. Иванов, С.А. Паничев, В.П. Соломин и др.);

– теория профессионального образования (А.А. Вербицкий, А.А. Деркач, В.И. Загвязинский, Э.Ф. Зеер, А.А. Остапенко, Н.М. Сажина, Ф.Г. Ялалов и др.);

– теории педагогического моделирования (В.П. Беспалько, Н.М. Борытко, С.П. Грушевский, Е.В. Князева и др.);

– исследования по концепции и технологии укрупнения дидактических единиц (П.Д. Васильева, Г.Ж. Микерова, Б.П. Эрдниев, П.М. Эрдниев и др.);

– теоретические основы по математическому моделированию (М.М. Абдуразаков, М.Ю. Королев, А.Д. Нахман, Е.А. Перминова, Н.С. Подходова); задачному методу (Г.А. Балл, А.А. Вербицкий, Н.Н. Тулькибаева, П.М. Эрдниев и др.);

– вопросы конструирования учебных материалов (А.И. Архипова, С.П. Грушевский, О.В. Мороз, Г.И. Попова, С.П. Шмалько и др.).

**Экспериментальная база исследования:** эксперимент проводился на протяжении 6 лет преподавания на факультете математики, физики и информационных технологий и факультете педагогического образования и биологии ФГБОУ

ВО «Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова». В эксперименте приняли участие студенты трех направлений подготовки: «Физика», «Химия», «Биология» (всего 262 студента).

**Этапы исследования:**

На *первом этапе* (2016–2017 гг.) основными задачами являлись: изучение и анализ нормативных документов, научной и методической литературы и теоретическое обоснование исследования; определение параметров исследования, его объекта, предмета, структуры, гипотезы, методологии, методов, понятийного аппарата. По результатам обоснована модель и осуществлен поиск диагностических материалов.

На *втором, экспериментальном, этапе* (2017–2019 гг.) разработана и апробирована модель системы профессиональной подготовки студентов естественно-научных направлений на основе практико-ориентированного подхода средствами математического инструментария, в ходе формирующего этапа эксперимента составлялся и реализовывался комплекс методов и приемов образовательных технологий, система практико-ориентированных заданий, осуществлялась корректировка разработанной модели.

На *третьем, заключительном, этапе* (2019–2022 гг.) были проведены анализ и обобщение результатов исследования и диагностики, апробации, сформулированы основные выводы, рекомендации и определены возможности внедрения результатов исследования в практику.

**Научная новизна** заключается в следующем:

– на основе междисциплинарной интеграции естественнонаучного и математического образования реализована система принципов практико-ориентированного подхода к профессиональной подготовке студентов естественнонаучных направлений «Физика», «Химия», «Биология» посредством обоснованного состава математического инструментария, выявлены функции математического инструментария как средства формирования профессионально-значимых умений и повышения профессиональной направленности через создание собственных образовательных продуктов;

– раскрыты особенности профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений как процесс, имеющий специфику, динамический характер, определяемый социальными, технологическими, мотивационными факторами, запросами работодателей, требующий более ранней адаптации обучающихся к профессиональной деятельности и значимости применения теоретических знаний в практике на этапе освоения математического инструментария в активной познавательной деятельности при конструировании профильных учебных материалов;

– в понятийно-терминологический аппарат профессионального образования введено уточненное определение понятия «математический инструментарий»: «совокупность инструментов практической деятельности, включающей методы математики (математическое моделирование и задачный метод с возможностями компьютерной поддержки), применение которого в продуктивной учебной деятельности позволяет формировать профессионально-значимые умения и профессиональную направленность студентов». Особенность применения математического инструментария для подготовки студентов естественнонаучных направлений характеризуется тем, что профессиональные области подготовки студентов базируются на дисциплинах, относящихся, как и математика, к группе фундаментальных. В применении практико-ориентированного подхода средствами математического инструментария раскрывается не только операциональная составляющая математики, но и мировоззренческая, отражающая единство материального мира, пронизанного количественными отношениями;

– разработана модель системы профессиональной подготовки студентов на основе практико-ориентированного подхода средствами математического инструментария, представленной мотивационно-целевым, содержательным, процессуально-деятельностным, результативно-оценочным компонентами, её дидактическим (комплекс методов и приемов образовательных технологий, система практико-ориентированных задач) и диагностическим инструментарием;

– выявлены, теоретически обоснованы и реализованы организационно-педагогические условия на основе практико-ориентированного подхода студен-

тов-естественников: сопряжение образовательных и профессиональных стандартов, направленность учебного процесса на развитие профессиональной мотивации студентов, установление междисциплинарных связей содержания естественнонаучного образования и математики, использование образовательной среды вуза, организация систематического взаимодействия преподавателей математики и профильных дисциплин.

**Теоретическая значимость исследования** заключается в том, что его результаты вносят вклад в педагогику профессионального образования, методологию и технологию профессионального образования:

- уточнен понятийный аппарат исследования: «профессиональная подготовка», «практико-ориентированный подход», «математический инструментарий»;

- разработана система принципов профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений средствами математического инструментария;

- установлены сопряжения профессиональных и образовательных стандартов по направлениям естественнонаучной подготовки студентов и математики в отборе обобщенных трудовых функций и профессионально-значимых умений;

- раскрыты роль и особенности применения математического инструментария как средства формирования профессионально-значимых умений и профессиональной направленности студентов естественнонаучных направлений;

- обоснованы модель системы профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений («Физика», «Химия», «Биология») на основе практико-ориентированного подхода средствами математического инструментария и организационно-педагогические условия ее реализации в образовательном процессе вуза.

**Практическая значимость** заключается в том, что разработанные в ходе исследования дидактические, диагностические и методические материалы (компьютерная программа «Mathgraph») могут быть использованы:

- в процессе профессиональной подготовки студентов-естественников, для которых овладение методами математики существенно влияет на уровень форми-

рования профессионально-значимых умений и повышения уровня профессиональной направленности;

– при организации педагогической деятельности в соответствии с правом выбора вузом видов деятельности выпускников: производственной, исследовательской и педагогической в рамках основных образовательных программ;

– для мониторинга качества обучения в вузе студентов по естественно-математическим дисциплинам;

– в практике подготовки слушателей на курсах повышения квалификации учителей математики и предметов естественнонаучного цикла, разработки и написания методических рекомендаций и пособий;

– для переподготовки педагогов естественнонаучного направления по конструированию междисциплинарного содержания курса «Математика».

**Достоверность и научная обоснованность** результатов исследования обеспечивается целостным подходом к решению проблемы исследования, методологической и теоретической обоснованностью методов исследования, использованием методов, адекватных предмету, целям и задачам исследования, репрезентативностью экспериментальных данных, использованием аппарата математической статистики, собственным опытом работы диссертанта в качестве старшего преподавателя ФГБОУ ВО «КалмГУ им. Б.Б. Городовикова».

**На защиту выносятся** следующие положения:

1. Профессиональная подготовка – процесс формирования у обучающихся в соответствии с ФГОС ВО готовности осуществлять будущую трудовую профессиональную деятельность. С целью формирования профессионально-значимых умений и профессиональной направленности студентов естественнонаучных направлений реализован практико-ориентированный подход, который требует более ранней адаптации обучающихся к профессиональной деятельности и применения теоретических знаний в практике конструирования студентами профильных учебных материалов. Сущность практико-ориентированного подхода в процессе профессиональной подготовки студентов заключается в том, что теоретические знания подкрепляются решением практических задач, связанных с профес-

сиональной деятельностью. Эта цель может быть достигнута при применении средств математического инструментария – совокупности инструментов практической подготовки, включающей методы математики (математическое моделирование, конструирование и задачный метод) с возможностями компьютерной поддержки для формирования профессионально-значимых умений.

2. Проведенный компонентный анализ обобщенных трудовых функций выпускников профессиональных стандартов по направлениям подготовки «Физика», «Химия», «Биология» и «Математика» позволил выделить сходство деятельности составляющей профессионально-значимых умений студентов: прогнозирование, моделирование, расчеты по видам профессиональной деятельности, сбор, статистическая обработка данных эксперимента или производственного процесса, перекодирование текстовой информации в наглядную, графическую и другие. Их формирование средствами математического инструментария раскрывает студентам-естественникам не только операциональную составляющую математики, но и мировоззренческую, отражающую единство материального мира, пронизанного количественными отношениями.

3. Для разработки модели профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений были раскрыты закономерности развития практико-ориентированного подхода, система принципов профессиональной подготовки студентов ЕНН: единства фундаментальной и прикладной направленности, единства образовательной и профессиональной подготовки, единства профессионально значимых и математических знаний. Модель системы профессиональной подготовки студентов ЕНН средствами математического инструментария состоит из взаимосвязанных компонентов: *мотивационно-целевого, содержательного, процессуально-деятельностного, результативно-оценочного*. Модель включает критерии отбора содержания, функции математического инструментария и виды диагностического материала. Компоненты модели систематизированы целью, которая определяет организационно-педагогические условия по этапам реализации: сопряжение образовательных и профессиональных стандартов, направленность учебного процесса на развитие профессиональной мотивации студентов, установ-

ление междисциплинарных связей содержания естественнонаучного образования и математики комплексом методов и приемов образовательных технологий, а также организация систематического взаимодействия преподавателей математики и профильных дисциплин.

4. Для реализации модели профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений разработан алгоритм конструирования профильных учебных материалов средствами математического инструментария, компьютерная программа «Mathgraph» для построения функциональных зависимостей (в соавторстве с коллегами-физиками), проведен отбор практико-ориентированного содержания из профессиональных областей подготовки с позиции критериев конструирования заданий и условий формирования профессионально-значимых умений. Реализован дидактический потенциал комплекса методов и взаимосвязанных приемов технологий обучения (УДЕ по П.М. Эрдниеву, контекстное обучение по А.А. Вербицкому, конструктор задач по Л.С. Илюшину) в аспекте обоснованных критериев, диагностических методов, использования методов математического инструментария с возможностями применения программы «Mathgraph».

5. В ходе исследования экспериментально подтверждена эффективность профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений.

**Апробация и внедрение результатов исследования.** Основные положения исследования представлялись на заседаниях кафедры алгебры, анализа и методики обучения математики, кафедры химии, кафедры общей физики, кафедры общей биологии и физиологии ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова». Результаты исследования были изложены и одобрены на научных и научно-практических конференциях: Региональная научно-практическая конференция «Технология УДЕ в профессиональном образовании: опыт и перспективы развития», КалмГУ, г. Элиста, 6 декабря 2016 г.; Международная научно-практическая конференция «Вектор развития современного естественнонаучного образования», СВФУ, г. Якутск. 12-13 октября 2018 г.; IX Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные проблемы науки, производства и химического образования», АГУ,

г. Астрахань, 21 ноября 2018 г.; Научно-практическая конференция «УДЕ – универсальная технология качественного профессионального образования», КалмГУ, г. Элиста, 19 апреля 2019 г.; Вторая Всероссийская научная конференция «Математический талант и математическое образование», г. Майкоп, 19.12–23.12.2018 г.; Всероссийская научно-практическая конференция «Информационные технологии в экологии, образовании и бизнесе», КБГУ, г. Нальчик, 25 мая 2021 г.; Международная научная конференция «Осенние математические чтения в Адыгее», г. Майкоп, 12–17 октября 2021 г.; Всероссийский научно-образовательный форум с международным участием «Приоритеты в современном естественнонаучном образовании: проблемы и перспективы», г. Якутск, 22–26 ноября 2021 г.

Основные положения исследования отражены в 24 публикациях по проблеме исследования, в том числе 4 статьях в ведущих рецензируемых научных журналах и 3 журналах, входящих в международные реферативные базы данных, патенте на программу для ЭВМ «Mathgraph» (в соавторстве).

**Структура и объем диссертации.** Работа состоит из введения, 2-х глав, заключения, библиографического списка литературы, включающего 191 наименование, 6 приложений. Диссертация иллюстрирована 17 таблицами, 13 рисунками и диаграммами. Общий объем диссертации 151 страница текста (без учета приложений).



# **ГЛАВА 1. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПРАКТИКО- ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА СРЕДСТВАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ**

## **1.1. Профессиональная подготовка студентов естественнонаучных направлений в вузе на основе практико-ориентированного подхода**

Российское государство определило направления развития экономики образования до 2030 года. Они содержатся в Прогнозе долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации. Необходимым условием для формирования инновационной экономики страны является модернизация системы образования, являющейся основой её динамичного экономического роста и социального развития общества. Развитие сферы образования, в этой связи, ориентировано на эффективное использование знаний, умений, навыков, компетенций специалистов в профессиональной деятельности и отражено в государственной программе Российской Федерации «Развитие образования» на 2018–2025 гг.

Профессиональная подготовка — это процесс формирования готовности обучаемых к осуществлению будущей профессиональной деятельности, которая осуществляется на разных уровнях и этапах профессионального становления, требует организации активной практической деятельности студентов. В системе современного высшего образования профессиональная подготовка студентов естественнонаучных направлений («Физика», «Химия», «Биология») в условиях изменяющегося рынка труда должна соответствовать требованиям работодателей к овладению студентами профессионально-значимыми умениями и компетенциями, которые формируются и проявляются в практической деятельности. Эти и другие факторы определили актуальность разработки стратегии системы высшего образования, направленной на усиление прикладной направленности, интеграцию знаний на междисциплинарной основе, что необходимо осуществлять на основе практико-ориентированного подхода.

Базисной учебной задачей профессионально-практического обучения, по мнению академика В.С. Леднева, является формирование у студентов системы умений, позволяющих выполнять профессиональные функции [82, с. 180]. В нашем исследовании профессиональная подготовка студентов естественнонаучных направлений (ЕНН) направлена на формирование профессионально-значимых умений средствами математического инструментария на основе практико-ориентированного подхода.

Профессиональная подготовка студентов естественнонаучных направлений исследовалась в педагогике с позиций методологических основ формирования трудовых умений студентов в вузе (В.С. Леднев, Е.Н. Мажар, А.М. Новиков, П.И. Образцов, В.Д. Шадриков, С.А. Шапоринский и др. [82, 85, 101, 104, 168, 169]); специфики естественнонаучных знаний в теории познания (Б.М. Кедров, А.Д. Урсул и др. [65, 159]), соотношения фундаментального и прикладного аспектов содержания образования в теоретическом и профессиональном аспектах (В.В. Ильин, Н.В. Карлов, Н.Е. Кузнецова, И.М. Титова и др.[57, 62, 79, 144]).

Условия формирования профессиональных умений и компетенций студентов были обозначены в реализации компетентностного подхода (А.А. Вербицкий, Э.Ф. Зеер, И.А. Зимняя, С.А. Паничев, Ф.Г. Ялалов и др.[26, 50, 51, 109,183]), контекстного обучения (А.А. Вербицкий, А.С. Огнев и др.[25, 105]).

Важным показателем сформированности компетенций, по мнению А.Д. Нахмана, является индикатор «владеть», а для его достижения на первый план выходит операциональная функция дисциплины «Математика» [98].

В исследовании Е.Н. Мажар [85] рассмотрены сущностные характеристики, лежащие в основе определений практико-ориентированного подхода, данных различными педагогами:

- паритета фундаментальной и прикладной направленности (Ф.В. Дмитриева, Ф. Г. Ялалов и др.[40,183]);
- сочетание учебной деятельности и работы в практической сфере (Ю. Ветров, М.В. Лазарева и др.[27, 81]);

– ориентация учебного процесса на конечный продукт (Ю.Б. Новикова, Е.А. Сазанова и др. [102, 130]);

– учет в учебных программах потребностей профессиональной сферы и рынка труда (Т.Н. Бондаренко, Е.М. Губина [14, 38]).

Практико-ориентированный подход — это ориентация педагога, исследователя на практику как способ повышения профессиональной направленности студентов и формирования профессионально-значимых умений. Этот подход реализуется на всех уровнях системы естественнонаучного образования: на уровне общего образования и СПО, ВПО и ВО и управляется федеральными стандартами по уровням образования, регулируется концепциями развития образования и нормативными документами. Так, на уровне школьного образования реализуется Концепция формирования и развития функциональности естественнонаучного образования, целью которой обозначено достижение естественнонаучным образованием российских школьников мировых стандартов, актуализированное результатами участия российских школьников в международных рейтингах TIMSS и PISA [110, 186].

В системе СПО реализуется Концепция развития практико-ориентированного развития профессионального образования в России, в которой даны характеристики практико-ориентированного профессионального образования, анализ социально-экономических и материально-технологических и управленческих причин кризиса профессионального образования и определены задачи его развития на примере СПО [72]. В системе начального и среднего профессионального образования определена первичность практических знаний и умений по сравнению с теоретическими знаниями, направленность на формирование конкретных навыков и умений выпускников, прагматичность. Существенным отличием практико-ориентированного подхода в высшем профессиональном образовании является первичность или приоритет теоретических знаний, которые являются фундаментом для формирования прикладных знаний и развития практических умений. Для решения основных задач исследования мы опирались на основ-

ные нормативные документы и концепции для системы высшего профессионального образования, включая Концепцию развития математического образования в Российской Федерации [71].

Опора на сущностные основания и связи в высшем профессиональном образовании позволяет педагогам обосновывать практические ситуации и способы их решений, а студентам вузов – осуществлять перенос полученных знаний в область будущей профессиональной деятельности.

В педагогике профессионального образования ориентация на практическую деятельность рассматривается как ведущее направление вхождения человека в трудовую деятельность [168], а базисной учебной задачей профессиональной подготовки становится формирование у студентов системы умений, позволяющих выполнять профессиональные функции [82]. Естественнонаучная подготовка студентов в вузе осуществляется на фундаменте теоретических знаний и совершенствуется новыми средствами, позволяющими интегрировать и интенсифицировать процесс формирования профессионально-значимых умений и компетенций.

*Профессиональная подготовка* студентов естественнонаучных направлений рассматривается как процесс освоения обобщенных трудовых функций и компетенций студентами, как целенаправленная, последовательно насыщаемая профессиональными знаниями, умениями и навыками образовательная деятельность на основе фундаментализации, конкретизируемая в дисциплинах базового и профессионального уровней подготовки.

Философ В.В. Ильин определил фундаментальность образования как «допущение предельных унитарных основоположений, образующих базис для познавательного разнообразия» [57]. В методологии естественнонаучного образования Н.Е. Кузнецовой дано следующее определение фундаментализации: «под фундаментализацией образования понимается приоритетность общих теоретических дисциплин, обобщенных умений, универсальных методов и способов познания и научного исследования, направленное на действенное, мотивированное усвоение содержания учебных дисциплин, ценностное отношение к знаниям, к их самостоятельному приобретению и творческому применению» [79]. В этих определениях

для нашего исследования являются значимыми положения: первичность теоретических знаний для вузовского уровня профессионального образования, перспективность универсальных методов для действенного и мотивированного их применения на практике.

В истории развития наук усиление математизации естественных наук и математизации естественнонаучного образования происходило вместе с научно-техническим прогрессом. В современном профессиональном образовании в вузе установление междисциплинарной связи естественных наук и математики, взаимосвязи теории и практики обучения, обеспечение преемственности в подготовке студентов актуализировали применение системного подхода к исследованию профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений.

Системный подход к исследованию практико-ориентированного обучения в современном образовании требует рассмотрения его истоков, анализа связей и отношений всех сторон изучаемого предмета. Роль практики и практико-ориентированного подхода в образовании имеет глубокие корни и не менее развитую систему реализации, представленную в различных концепциях и моделях. Исследование основ практико-ориентированного подхода требует изучения соотношения понятий: теоретические знания и практические умения, академическое и прикладное обучение, знания, умения и компетенции; анализа смены векторов в развитии образовательных систем и влияния на этот процесс социально-экономических, культурных, технологических, политических и иных факторов.

Содержание профессионального образования имеет исторический характер, так как определяется целями и задачами подготовки выпускников на том или ином этапе развития образования, изменяется под влиянием требований жизни, производства и уровня развития научного знания [139]. Образование как социальное явление возникло из прагматической потребности людей в знаниях. Накопление и углубление знаний, рост образованности привели к культурологической функции [175]. Происходило деление этих функций по социальным слоям, где элиты присваивали монополию на общекультурные и развивающие знания, основные слои населения получали знания для практической деятельности.

С утверждением гуманистических идей в педагогике идея практической направленности обучения остаётся актуальной в истории развития образования, ее философской базы, а приоритеты теоретического образования и практического обучения сменялись под влиянием изменяющихся требований социума и состояния экономики. В педагогике практико-ориентированный подход первоначально возник как практико-ориентированный принцип, а не как методологический подход, наряду с принципами обучения, принципом связи теории и практики, принципом связи обучения с жизнью, которые рассматривались как синонимы.

Приобретение практического опыта в обучении и воспитании считали наиболее значимым фактором педагоги и философы. Так, французский философ Ж.Ж. Руссо считал, что опыт приобретается в процессе взаимодействия с вещами. Развитие научных знаний в истории науки происходило под влиянием практических потребностей, развития методов, основанных на опыте. Эксперимент в естественных науках по-прежнему остаётся критерием истины, а в системе профессионального образования является ведущим методом исследования и обучения. В российской системе естественнонаучного образования практико-ориентированный подход внедряется не только с позиций прагматизма, формирования профессиональных компетенций современного человека, но и как методологический подход, позволяющий в обучении более полно осмыслить изучаемые объекты в практической деятельности. Современная тенденция к усилению практико-ориентированного обучения в многоуровневой системе образования вызвана рядом факторов и требует анализа в историческом контексте.

Практические знания и умения, добытые человеком опытным путем, исторически и онтологически возникают раньше теоретических знаний, а смена этапов развития практических и теоретических знаний в образовании насыщена противоречиями. Практические знания и умения возникают и функционируют как продукт непознавательной деятельности, они достаточно эффективно и адекватно отражают ее структуру (секреты старинных ремесленников, поваров, виноделов, целителей народными средствами и других вне зависимости от интерпретаций носителей и распространения знаний). Практическое знание научно не обосновы-

валось, оно возникало из практических потребностей. Например, эмпиризм древних мастеров, практическое мастерство которых требовало от носителей способности «ловить микроны, миллиграммы и доли секунды, ориентироваться в комплексе инструментария. Ученичество и наставничество и сейчас направлено на формирование практического знания. Опыт учителя, лидера, наставника должен быть лично проработан в деятельности, чтобы стать по-настоящему эффективным знанием» [84, с. 29].

Теоретические знания позволяют обосновать причину проявления явлений в окружающем мире. Приоритет теоретических знаний над практическим опытом, провозглашенный в философии и теории познания, в современном высшем профессиональном образовании является определяющим.

История соотношений фундаментальных и прикладных знаний требует рассмотрения внутренней логики развития системы образования. В отечественной системе образования приоритеты в развитии профессионального образования и университетского сменялись под влиянием социально-экономических и культурных условий. Были периоды в развитии, когда приоритет отдавался теоретическим знаниям, в образовании доминировал академизм, в университетах изучались европейские языки, включая «мертвые» (латынь), философия, богословие, а также основы естественных наук и математики. Уровень применения математических знаний был и остается определяющим критерием в становлении естественных наук: «Наука становится наукой тогда, когда в ней начинаются измерения», «Следует измерять то, что измеримо, и делать измеряемым то, что таковым не является» (Галилео Галилей). Предметом математики являются формы и отношения объектов действительности, взятые в отвлечении от их вещественного содержания. Ф. Энгельс определил математику как науку, изучающую «пространственные формы и количественные отношения действительного мира» [178, с. 33]. Эти количественные характеристики материального мира лежат в основе функционирования и развития естественных наук и естественнонаучного образования.

Во времена правления Петра I стали больше обращать внимание на профессиональную подготовку. Так, по указу Петра I, изданному в 1724 году, созданная

Академия, Университет и Гимназия обеспечивали развитие в первую очередь фундаментальных наук. Следует отметить, что культурная составляющая высшего образования больше была направлена на формирование интеллектуальной и социальной элиты. Значительное влияние на развитие фундаментальных знаний в этот период оказывали ученые, получившие образование в Европе, а модели образования были перенесены и на уровень не только государственного образования, но и семейного. Не случайно именно немецкая система обучения некоторыми исследователями считается основой российской системы образования в большей степени, чем американская и другие модели. В период деятельности М.В. Ломоносова происходит сдвиг вектора развития образования на изучение материального производства при сохранении академической структуры высшего образования: появились ремесленные училища, выполнявшие функцию начальной практической подготовки к профессии и выработке трудовых навыков.

В соответствии с теорией научных революций Т. Куна, история науки не является линейным процессом, ее периоды развития сменяются в результате открытий, кардинально изменяющих прежнюю научную парадигму. Периоды накопления знаний, их систематизации, в контексте исследования проблемы, сопровождаются совершенствованием методов, в том числе практической, экспериментальной деятельности. Для большинства естественных наук был период открытий, характеризовавшийся поиском теоретических оснований и обобщением эмпирических знаний, который сменялся доминированием теоретических знаний. Например, во второй половине XIX века в естественных науках, развитие и становление в истории которых было неравномерным, были выработаны единые критерии научности знаний, основанные на рациональности, опытной проверяемости, строгости и однозначности [62, 64]. Этот период в естественно-математическом образовании является периодом фундаментализации образования, периодом дифференциации наук и соответствующих отраслей знания, развиваемых под влиянием растущего производства. На естественных отделениях физико-математических факультетов стали готовить узких специалистов по профилям. Так, в высшем профессиональном образовании наметились, помимо универ-



ситетов с широким гуманитарным и естественнонаучным образованием, профессиональные институты, такие как Горный институт, политехнический, технологический, медицинские, педагогические и другие специализированные институты, направленные на освоение студентами профессиональных знаний и умений, в которых доля практических занятий была значительной [6].

В отечественном образовании разворот на усиление роли практических умений в методах обучения, внедрение практических знаний производственного содержания стал осуществляться с 1920 года в период индустриализации и начался с переводом аграрной экономики на промышленную. Ученые направлялись на управление новыми отраслями, а в системе образования доля практических занятий увеличивалась за счет производственных практик, в подготовке кадров приоритет отдавался инженерным знаниям как области прикладных знаний для растущей промышленности и восстановления всех отраслей. Для профессионального образования этот период известен как период политехнизации. В этот период в психологической науке активно изучается сложное взаимодействие между мышлением и действием. Так, П.П. Блонский отмечает: «...Мы имеем различнейшие варианты отношений между мышлением и действием, причем в огромнейшем большинстве случаев имеет место переход действия в мышление и обратно, но иногда только действие, а иногда дублирование одного другим» [13, с. 173].

Анализируя содержание профессионального образования и значимость формирования трудовых умений обучающихся в период политехнизации, академик В.С. Леднев обосновал примерно равное соотношение теоретических и практических знаний (50:50) [82]. Это соотношение выдерживалось в традиционном естественнонаучном образовании и в последующих периодах до этапов реформирования системы образования в 90-е годы XX века. В стране работает Институт общего образования, детально с научных позиций исследуются трудовые функции будущих специалистов народного хозяйства, выявляется строгая социальная, политическая и экономическая детерминированность содержания высшего образования. Для нашего исследования важны не только достижения, но и негативные последствия практико-ориентированного подхода. В обучении естественным

наукам в вузах и в школьном образовании политехнизм абсолютизировался как направление, а опыт людей, прошедших производственную подготовку, стал определяющим критерием при поступлении вузы. Как отмечают исследователи, это не всегда способствовало качественному овладению теоретическими знаниями. Так, в 1960 году 70% студентов, поступивших в МГУ, имели уже трудовой стаж [80]. Эти студенты владели практическими умениями и трудовыми навыками, но слабую теоретическую подготовку. В период политехнизации в отечественном образовании (50–60-е годы) было обнаружено, что при применении знаний на практике опора на конкретный материал облегчает процесс усвоения, а при усвоении теоретических знаний излишняя конкретизация может маскировать общий принцип [92]. Поэтому в образовательном процессе количество практических примеров ограничивалось, их достаточность определялась отражением наиболее общих методов естественных наук и образования.

Реформирование, начавшееся в 90-е годы 20 века, связано с вхождением рыночных отношений и закреплено в Законе об Образовании, в вузовской системе сопровождалось постепенной модернизацией, связанной с необходимостью встраиваться в мировую образовательную систему. Новые векторы развития образования на вариативность и уровневый характер обучения, разработка единых критериев оценивания результатов обучения, построение образовательных программ на основе планируемых результатов обучения в виде компетенций актуализировали практико-ориентированное обучение. В этот период (2000-е) была обозначена необходимость внедрения принципа поэтапного профессионального становления студентов в вузе [166]. В общем образовании внедрение профильного обучения связано с предоставлением обучающимся выбора уровней обучения и профилей, соответствующих познавательным интересам, познавательным возможностям и ориентации на будущую профессию осуществлялось с позиции гуманизации, устранения перегрузок старшеклассников в период подготовки к будущей профессии.

Деятельностный подход, наиболее полно раскрывающий образовательный процесс с позиций выбора практических видов деятельности в профессиональной

подготовке студентов, опыта деятельности и условий управления образовательным процессом, раскрытый в исследованиях психологов и педагогов, стал актуальным для развития всех практико-ориентированных методов профессиональной подготовки студентов (П.К. Анохин, Л.С. Выготский, А.Н. Леонтьев, С.Л. Рубинштейн и др. [3, 29, 83, 128]). По мнению Н.Ф. Талызиной, деятельностная теория обучения стала основой подготовки специалистов [141]. В педагогическом исследовании Н.М. Борытко отмечается, что деятельностный подход является наиболее эффективным в практико-ориентированных исследованиях [15, с. 64]. Деятельностный подход позволяет выявить и описать способы действий, которые приводят обучающегося к усвоению знаний и закреплению умений [48].

Системно-деятельностный подход был взят за основу разработки ФГОС ОО, а компетентностный подход стал основой определения результативности освоения основных образовательных программ в вузе в соответствии с ФГОС ВО. Так как компетенции формируются и реализуются в практической деятельности, получил новое развитие практико-ориентированный подход на всех уровнях системы образования.

Подход как методологическая позиция, проявляется в ориентации педагога к использованию определенной совокупности взаимосвязанных идей, понятий и способов педагогической деятельности для достижения поставленной цели. Практико-ориентированный подход как ведущая методологическая позиция в нашем исследовании направлен на подготовку студентов к овладению профессионально-значимыми умениями, входящими в состав профессиональных компетенций, в активной практической деятельности. Выбор практико-ориентированного подхода в исследовании профессиональной подготовки студентов опирается *на закономерности естественнонаучного познания и отвечает цели и задачам исследования:*

– развитие профессиональной направленности студентов зависит от понимания ими значимости освоения методов, соответствующих специфике трудовых функций в будущей профессиональной деятельности;

– в образовательном процессе эффективность обучения определяется единством чувственного и логического, практического и теоретического, а формирование компетенций единством интеллектуального и навыковых составляющих обучения в профессиональной подготовке студентов;

– эффективность практических форм обучения зависит от интенсивности обратных связей между участниками образовательного процесса в ходе обсуждения результатов продуктивной деятельности.

В педагогике выделены закономерности обучения, значимые для нашего исследования и отражающие взаимосвязь практического компонента познания с логическим и чувственным компонентами [115, с. 279], соответствия методов профессиональной подготовки и методов трудовых функций выпускников профессиональной деятельности [42, 82, 91].

Для достижения поставленной цели исследования важно определить принципы как предписания о том, как действовать. По определению Э.Ф. Зеер, принцип содержит знание о противоречиях и закономерностях педагогического процесса, правила и требования их выполнения, условия реализации [50]. В.Д. Шадриков выделяет практико-ориентированный принцип как ведущее направление вхождения человека в трудовую деятельность [168]. На протяжении периода зарождения и развития этого принципа его трактовка изменялась, так как все принципы историчны [8]. Педагогом В.В. Краевским определено условие отбора принципов исследования: «для того чтобы принципы носили содержательный характер и были главной составляющей на пути от теории к практике, кроме закономерностей, следует использовать другие различные знания» [78].

В педагогических исследованиях выделены функции практико-ориентированного подхода: диагностическая, образовательная, развивающая и интегрирующая.

Диагностическая функция реализуется на этапах: определения мотивации студентов к освоению профессиональной образовательной программы, выявления исходного уровня математических знаний и затруднений в освоении компетен-

ций, разработки диагностических материалов, итоговой государственной аттестации студентов.

Образовательная функция состоит в формировании и закреплении у студентов профессиональных компетенций, необходимых в будущей профессиональной деятельности. Способность формулировать, применять и интерпретировать математику в разнообразных контекстах определяется как математическая грамотность [127].

Практическая подготовка студентов-естественников учитывает специфику профессиональной области естественнонаучных знаний и обобщенных трудовых функций (ОТФ) естественников, поэтому нами для отбора принципов реализации практико-ориентированного подхода были положены требования профессиональных и образовательных стандартов по направлениям подготовки [122, 123, 124].

Потребность в подготовке студентов к будущей профессии актуализировало внедрение в практику обучения проектного метода, метода кейсов и других практико-ориентированных методов. Проектный метод обучения стал внедряться в учебный процесс вуза и профильной школы. В естественнонаучном образовании этот метод характеризовался, прежде всего, экспериментальным характером содержания, активной поисковой работой и соответствовал требованиям формирования компетенций и умений применять разнородные знания на практике. Исследовательская работа в вузах осуществляется в ходе выполнения учебных проектов, написания курсового и дипломного проектирования, в участии в исследовательских проектах и конкурсах. Последние стали включать требование коммерциализации, что соответствует требованиям растущей рыночной экономики.

В системе подготовки студентов на законодательной основе с 1996 года стали внедряться Федеральные образовательные стандарты, которые актуализировали подготовку выпускников к будущей профессиональной деятельности. Так, в третьем поколении ФГОС ВО профессиональные компетенции выпускников сопряжены с требованиями трудовых функций конкретных производств. Эти основополагающие документы отражают новые требования и структуру образовательной деятельности с опорой на системно-деятельностный подход, ориентирован-

ный на формирование и развитие компетенций разных уровней: универсальных, общепрофессиональных и профессиональных. Компетентностный подход не ограничивался вооружением обучающихся знаниями, умениями применять знания в решении конкретных проблем, а характеризовался привлечением личностных познавательных ресурсов в виде интересов, увлечений и достижений. Внедрение компетентностного подхода многие исследователи отождествляют с практико-ориентированным подходом. Исследователи И.А. Зимняя, С.Е. Шишов и другие считают, что компетентностный подход выполняет функцию главного модератора реформ, а приоритетным методом для развития компетенций исследователи выделяют проектный метод обучения [51, 174].

В многоуровневой системе образования степень внедрения инноваций на уровне среднего образования была всегда выше, чем в системе высшего образования, в которой доминировал академический стиль обучения и традиционная лекционно-семинарская система. Увеличение объема учебной информации, расширяющиеся функции информационно-коммуникативных технологий и средств, требования растущего рынка труда стали модернизировать процесс обучения студентов вузе. Система высшего образования, более консервативная, чем система общего образования, реализуемая поколением, получившим образование в прежней традиционной системе, стала медленно трансформироваться под влиянием растущих социальных, экономических, технологических и иных изменений в сторону новых подходов, инновационных методов для формирования компетенций выпускников. Студенты стали опираться на практико-ориентированные методы и технологии при разработке проектов, возросла роль применения опыта творческой деятельности. В освоении естественных наук реализация проектной деятельности, междисциплинарной по содержанию и методам, включала экспериментальную работу и статистическую обработку данных, соединение математического инструментария с профессиональными профильными знаниями. Практико-ориентированные методы обучения стали запросом будущих специалистов на подготовку к будущей профессии, рациональному вхождению в область профессиональной деятельности и обеспечения конкурентоспособности выпускников с

набором компетенций на рынке труда. В естественнонаучном и математическом образовании обновляется и видоизменяется постановка задач [142], внедряются контекстные задачи [25, 105], усиливается роль продуктивной деятельности обучаемых [61, 86]. Если раньше требования задач формулировались с использованием «найти», «построить», «вычислить», то постановка требований современных задач изменяются на «обосновать», «исследовать», «спрогнозировать» [54].

В организации учебной деятельности постепенно доля лекционных часов в аудиторной части учебных планов стала уменьшаться, а доля практических занятий, включая семинарские, лабораторные, проектные, все виды экспериментальной деятельности и учебных и производственных практик стали увеличиваться. Так, если во ФГОС ВПО бакалавриата естественнонаучных направлений еще выдерживалось процентное соотношение теоретических и практических 50:50, то во ФГОС ВО это соотношение уже 40:60. Такой подход направлен на формирование компетенций и практических умений применять теоретические знания.

Следует отметить, что стратегия практико-ориентированного обучения возникла и развивалась в вузах узкой профессиональной направленности (медицинские, инженерные, аграрные): изначально вузы профессиональной направленности были ориентированы на применимость знаний на практике как на результат обучения. В системе высшего профессионального образования, базирующегося на приоритете теоретических знаний, стали постепенно внедряться контекстное обучение, новые способы оценки качества знаний в соответствии с запросами работодателей и профессионального сообщества на профессиональные компетенции выпускника [148].

Анализ возможных интерпретаций определений и трактовок понятий «практика» и «ориентация» показал, что практико-ориентированное обучение можно рассматривать как направленное применение будущими специалистами полученных знаний в профессиональной деятельности [106, 52]. Определение теоретико-методологических основ практико-ориентированного подхода требует анализа ведущих понятий и их определений.

Исследователи считают умения применять знания синонимичными «эффективности», «прагматизму», «функциональности». В ситуации дефицита времени выделяют также оппозицию «теоретически ориентированных» и «практико-ориентированных» дисциплин [56]. Становится очевидным, что действенность и функциональность знаний в обучении студентов должны формироваться с позиции их применения в практической деятельности студентов.

Традиционно процесс усвоения знаний в дидактике описывается цепочкой: восприятие, понимание, осмысление, обобщение, применение. Последнее звено в этой цепочке называется «применение полученных знаний на практике» [12, 100, 101]. Исследователи отмечают, что проблема применения знаний в практической деятельности гораздо сложнее и не сводится к решению задач, выполнению упражнений и т.п. Характеризуя процесс и методы формирования трудовых умений в профессиональной деятельности, А.М. Новиков пишет об условии применения различных знаний обучающимися в активной познавательной деятельности и в привлечении предшествующих знаний, а также их соотнесения [100, с. 513].

Таким образом, в современных вузах создаются условия ускоренной адаптации выпускников к профессиональной деятельности за счет практической составляющей образования. Быстрая смена ФГОС ВО и новые дополнения к ним подтверждают такую тенденцию в системе высшего образования: обеспечивается паритет теоретического и практического и постепенного увеличения доли учебной нагрузки в пользу практических занятий. Выбор вузами профессиональных компетенций, согласно требованиям ФГОС 3++, определяется самостоятельно на основе профессиональных стандартов по направлениям подготовки с опорой на обобщенные трудовые функции (ОТФ). Выявление эффективности формирования профессионально значимых умений студентов естественнонаучных направлений на основе практико-ориентированного подхода в учебном процессе стало одной из задач нашего исследования.

Актуальность практико-ориентированного подхода обоснована также быстрым и непредсказуемым изменением спроса профессий на рынке труда, что вынуждает выпускников к овладению смежными профессиями. Этому способствует



рост научно-технических знаний в современном мире, приводящий к быстрому устареванию знаний, появлению новых и исчезновению старых профессий. Поэтому овладение обобщенными трудовыми умениями позволит выпускникам интегрироваться в рынок труда.

Практико-ориентированный подход отличается от аналогичных подходов (профессионально-ориентированного подхода, инструментально-технологического и др.), характеризующихся первичностью практических знаний и вторичностью теоретических (реализуемых в подготовке студентов в системе начального и среднего профессионального образования, прикладного бакалавриата вузов), тогда как практико-ориентированный подход является более широким, применимым для всех уровней образования. Сущность практико-ориентированного обучения состоит в том, что теоретические знания подкрепляются решением практических задач, связанных со спецификой профессиональной деятельности. Рассмотрим актуализацию этого подхода в поисках эффективных способов развития профессионально-значимых умений студентов в современных вузах.

Отмечено, что профессиональная подготовка студентов естественнонаучных направлений на основе практико-ориентированного обучения определяется спецификой естественных наук, от выполняемых видов профессиональной деятельности и трудовых функций [91, 120]. Естественные науки устанавливают причинно-следственные связи явлений природы или результатов воздействий, основанные на единстве природы, ее законов [69]. К основным видам профессиональной деятельности естественников исследователи относят экспериментальную, преобразовательную и исследовательскую деятельность (Н.Е. Кузнецова, С.А. Паничев, Н.А. Читалин и др. [79, 109, 166]).

Формированию готовности студентов естественнонаучных направлений к осуществлению будущей профессиональной деятельности студентов естественнонаучных направлений способствует установление междисциплинарных связей профильных дисциплин с математикой, овладение студентами ее инструментарием. Следует отметить, что выпускник может осуществлять профессиональную деятельность не только в выбранной области естествознания, но и в педагогической.

Формируемые умения применять теоретические знания в решении проблем профессиональной направленности могут быть востребованными в педагогической деятельности.

Переход к реализации практико-ориентированного подхода невозможен без анализа международных тенденций развития высшего образования и адаптации достижений зарубежных стран под нужды отечественной системы образования [129]. Практико-ориентированное обучение в отечественной системе высшего профессионального образования стало внедряться значительно позже, чем в вузах стран с развитой экономикой, в которых идея прагматичности, предпринимательства и частной собственности были определяющими. В этих странах усиленно шел процесс поиска новых форм обучения, возникали модели и концепции, которые позднее сложились в философию педагогического прагматизма.

Рассмотрим модели практико-ориентированного подхода в обучении с целью анализа адаптивности этих моделей в российских вузах.

Широко применяемые в образовательной практике практико-ориентированные технологии и методы, такие как метод проектов, кейс-задачи, контекстные задачи, были подвергнуты анализу с позиции условий их реализации в региональном вузе, далеком от производственного окружения, выявления новых подходов к процессу обучения, отвечающих современным реалиям обучения в меняющейся информационно-насыщенной среде. Заметим, что большинство изученных моделей относятся к практико-ориентированным моделям профессионального образования, а не условиям классического университета.

Применительно к задачам нашего исследования были рассмотрены подходы к практико-ориентированному обучению студентов в системе высшего образования:

- направленные на осуществление образовательного процесса по одной из адаптированных под наши реалии зарубежной образовательной модели;
- обеспечивающие погружение студентов в условия реального производства в профессиональную среду через организацию производственной и преддипломной практик;

– адаптивные для внедрения в учебный процесс профессионально ориентированные образовательные методы и технологии обучения.

В развитии практико-ориентированных моделей профессионального образования в странах с развитой рыночной экономикой оказали влияние требования работодателей к необходимому набору компетенций выпускников. Особенностью этих моделей является изменение или отказ от традиционной системы подготовки вузов путем усиления партнерства вуза с предприятиями для вхождения студентов в профессию и, как следствие, изменение учебных планов.

Рассмотрим значимые для нашего исследования модели профессиональной подготовки студентов из международного опыта практик США и Европы.

1) Модель (Инициатива) CDIO – модель подготовки студентов инженерных и технологических направлений в соответствии с моделью «Планируй – спроектируй – реализуй – управляй» [185]. В стандартах для описания программ CDIO приведены разработки учебных планов и практических заданий, требования к помещениям для занятий, новые методы преподавания, повышение квалификации педагогов, а также аудит и оценка программы и успеваемости студентов. Дополнительные стандарты касаются математики на основе моделирования, инженерного предпринимательства, интернационализации и мобильности студентов [160].

Российские ученые считают, что без поддержки со стороны государства внедрение и развитие данной модели в российской образовательной практике затруднено [41, 70]. В основе стандартов и учебных программ Инициативы в плане методики лежит проектно-ориентированная образовательная технология, основной целью которой является интеграция теоретической и практической подготовки студентов. Взяв за основу основные принципы метода проектов, многие отечественные исследователи проектируют образовательный процесс по преподаваемым дисциплинам в контексте Инициативы, применяя в педагогической деятельности активный практический подход. Проектно-внедренческая деятельность в процессе преподавания математических дисциплин в вузовском профессиональном образовании отражена в диссертационных работах Ю.С. Костровой, О.В. За-

дорожной [76, 49]. В качестве основного недостатка рассматривают большие временные затраты, требующиеся для разработки и претворения в жизнь проектного обучения. Препятствиями при реализации проектного обучения могут стать:

- нежелание некоторых студентов или низкий уровень их подготовки;
- неготовность некоторых преподавателей к практике обучения посредством проектов, их приверженность к традиционным методам обучения.

Последнее может быть решено проведением специальной подготовки педагогического состава, повышением его квалификации по этому направлению.

2) Модель свободных искусств и наук (Liberal arts and sciences) – модель обучения, направленная на развитие критического и самостоятельного мышления студентов, которая характеризуется возможностью комбинации нескольких профилей образования. В учебном процессе нет стандартных лекций, студенты могут самостоятельно выстраивать практические занятия, которые носят интерактивный характер. В естественных науках студентов вовлекают в экспериментальные исследования, которые должны завершаться открытиями, исследовательская работа проходит в лабораториях с необходимым техническим оснащением [10]. Эта модель имеет последователей в вузах России, в которых на уровне бакалавриата реализован формат свободного образования с индивидуальными образовательными траекториями, небольшими группами, максимальной интерактивностью и выбором направления после второго курса [55].

3) Модель «Корпоративный университет» – модель единого, согласованного, подчиненного стратегическим целям обучения для всех сотрудников компании. В настоящее время их число во всем мире стремительно растет, в России в настоящее время насчитывается около 40 корпоративных университетов. Среди часто используемых методов обучения и развития стратегических компетенций слушателей корпоративного университета называют коучинг, обучение действием, бизнес-симуляции, кейс-метод и другие. Цели развития, формы и методы обучения выбираются в соответствии с уровнем развития компетенций [165]. В корпоративных университетах различают пять уровней развития компетенций, приведенных в таблице 1.

Таблица 1. Соотношение целей и форм обучения с уровнем развития компетенций

№	Уровень развития компетенций	Цель обучения	Форма обучения
1	Неразвитый	Формирование теоретической базы знаний	Семинары, наставничество
2	Элементарный		
3	Базовый	Практическая отработка навыка	Кейс-метод, семинары
4	Развитый	Усовершенствование навыков	Кейс-метод, мастер-классы, коучинг
5	Превосходный		

В реализации модели корпоративного университета большое значение имеет дистанционное обучение. Преимуществом этой модели многие исследователи считают подготовку квалифицированного персонала, способного к инновациям. Недостатком данной образовательной модели принято считать оторванность студентов от научного исследования, прививаемого в традиционных университетах.

4) Модель прикладного бакалавриата включает профессиональную подготовку выпускников с полным набором знаний и навыков, позволяющим выпускнику без дополнительного послевузовского обучения приступить к работе на производстве [167]. Предполагается, что не менее половины всего обучения студенты проходят практику, включая лабораторные работы, опыты и эксперименты, а также мастер-классы на производстве.

Прикладной (профессиональный) бакалавриат появился в Европе в 70-е годы прошлого века в связи с возросшей потребностью в высококвалифицированных профессионалах среднего звена не только в технических областях. Профессиональные дисциплины начинают изучать только на третьем курсе, до этого обучаясь общим дисциплинам и дисциплинам по выбору.

В России разделение программ подготовки бакалавриата на академический и прикладной полноценно началось с 2014 года, в качестве эксперимента в отдельных образовательных учреждениях – с 2009 г. [177]. Прикладной бакалавриат в России не предполагает выбора ведущей дисциплины без узкой специализации и углубленного изучения своей будущей профессии. При этом обучение даже при

наличии общих дисциплин и дисциплин по выбору в сфере конкретной специальности начинается уже с первого курса. Отличительные особенности программ прикладного бакалавриата связывают с ориентацией вуза на конкретного работодателя, специализированного на ведущий вид производственной деятельности в регионе. Например, в Калмыкии развито животноводство, роль аграрного сектора экономики в регионе диктует выбор направлений прикладного бакалавриата на аграрном факультете. Роль работодателя в условиях реализации прикладного бакалавриата в процессе обучения студентов существенно возрастает, так как он [58]:

- принимает непосредственное участие в проектировании образовательных программ;
- организует производственные практики, объем которых увеличен в полтора-два раза в сравнении с программами академического бакалавриата.

Преимущества программ прикладного бакалавриата состоят в том, что они обеспечивают:

- освоение широких практических и теоретических знаний в области будущей профессиональной деятельности, необходимых для определения способов поведения в различных сложных ситуациях;
- приобретение умений проводить исследования для эффективного выполнения профессиональных задач, выбирать из большого диапазона методов такие, которые необходимы для решения сложных проблем, оценивать действия и результаты деятельности собственной и подчиненных.

Основными проблемами, затрудняющими процесс реализации прикладного бакалавриата, являются: кадровая проблема, наличие базы практик и крупного производства, проблема материально-технического обеспечения.

5) Модель дуального обучения — профессиональное обучение, при котором теоретическая часть подготовки проходит на базе образовательной организации, а практическая — на рабочем месте. Дуальное обучение появилось в конце XIX века в ФРГ, где система профессионального образования отличается развитым институтом наставничества, практико-ориентированным обучением и актив-

ным участием бизнеса в подготовке кадров, теоретическая часть подготовки студентов осуществляется в образовательном учреждении, а практическая – на конкретном производстве. В системе российского образования, используются элементы дуального обучения в регионах, имеющих успешный опыт привлечения инвестиций [44]. Преимуществами модели дуального обучения считают:

- освоение широких практических и теоретических знаний в области будущей профессиональной деятельности;
- раннее включение в профессиональную среду.

К недостаткам относятся:

- трудности согласования содержания обучения между предприятием и образовательным учреждением;
- различное качество подготовки, особенно на уровне предприятий.

Обучение математике в рамках дуальной системы обучения П.В. Кийко, М.В. Виноградова считают возможным через ввод в процесс обучения профессионально-ориентированных задач [66, 28]. Этот содержательный аспект дуальной системы обучения математике наиболее близок к контекстному обучению и к нашему исследованию.

Из рассмотренных выше видов, моделей профессиональной подготовки студентов наиболее соответствует нашему исследованию модель дуального обучения. Эта модель может реализоваться в вузах, не имеющих близкого производственного окружения, а производственные практики студентов могут проходить в соседних регионах.

Другие модели профессионального обучения ориентируют на развитие предпринимательства и сотрудничество учебных организаций и бизнес-предприятий. Например, модель обучения Swedish Enterprise Education, или сокращенно–SEED. Одним из основных принципов этой модели является сочетание теории и практики, что выражается в работе над проектами в сотрудничестве с компанией, выступающей по отношению к ней в роли наставника. Однако отечественные работодатели не готовы взять на себя ответственность за обучение совместно с вузами [145]. Некоторые вузы пытаются решить эту проблему через со-

здание своей бизнес-среды. Однако более распространенной моделью развития предпринимательства и практико-ориентированных проектов являются конкурсы, такие как программа «Умник» и проект Стартап-тур. В таблице 2 представлен анализ рассмотренных образовательных моделей и выявлены проблемы их внедрения в РФ [148].

Проведенный анализ концепции и моделей профессиональной подготовки студентов на основе практико-ориентированного подхода позволил выявить условия и проблемы внедрения практико-ориентированного подхода в вузах в учебном процессе. Анализ и пересмотр традиционных и инновационных методов практико-ориентированного обучения обусловлен новыми требованиями: экономии учебного времени в условиях его дефицита, сохранения существующего нормирования учебного времени на усвоение теоретических знаний и развитие практических умений, влияния информационных технологий на интенсификацию процесса обучения и понимания студентами значимости теоретических знаний в решении практических проблем.

Анализ профессиональной подготовки отражает тесную взаимосвязь образовательных учреждений с работодателями, причем роль последних в осуществлении учебного процесса возрастает. Анализ функций профессиональной подготовки студентов позволил нам выделить 3 направления реализации практико-ориентированного подхода в вузе путем:

- погружения в профессиональную среду через производственные практики и сотрудничество с предприятиями и вузами по академическому обмену;
- включенности студентов в проектную деятельность;
- ранней адаптации студентов к профессиональной деятельности в учебном процессе в освоении непрофильных базовых дисциплин в активной познавательной деятельности средствами инструментария.



Таблица 2. Зарубежные модели профессиональной подготовки: цели и проблемы внедрения в РФ

Модель	Америка			Европа		
	CDIO	Liberal art sand sciences - свободные искусства и науки	«Корпоративный университет»	ПБ	Дуальное обучение	SEED
Источник	США, 2000, Массачусетский технологический университет, автор – Э.Кроули	США, 1998, Институт международного либерального образования Бард колледжа	Начало XX в. (1927 г.), США, Институт General motors	Европа, конец XX в.	Германия, конец XIX в.	Швеция, сер. 90-х гг. XX в.
Цель	Устранение противоречий между теорией и практикой в инженерном образовании	Развитие критического и самостоятельного мышления	Единое, согласованное, подчиненное стратегическим целям обучение для всех сотрудников компании	Подготовка выпускников, обладающих полным набором знаний и навыков, необходимых для работы по специальности без дополнительных стажировок	Подготовка профессиональных кадров с учетом экономических нужд в специалистах для увеличения инвестиционной заинтересованности регионов	Обучение в процессе деятельности, игровое моделирование
Проблемы реализации в региональных вузах РФ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие поддержки со стороны государства;</li> <li>серьезные временные затраты на создание проектов;</li> <li>- неготовность предприятий-работодателей взять на себя ответственность при подготовке студентов;</li> <li>- в некоторых регионах отсутствие предприятий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- серьезные финансовые и временные затраты;</li> <li>- учебный план программы может расходиться с ФГОС;</li> <li>- проблема адаптации выпускников в программах, разработанных для выпускников учебных заведений с более интенсивной профессиональной подготовкой</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-нехватка финансовых, материальных и человеческих ресурсов;</li> <li>- необходимость получения специальной образовательной лицензии</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- кадровое и материально-техническое обеспечение;</li> <li>- отсутствие правовой основы механизма взаимодействия учреждений СПО и ВО;</li> <li>- недостаточное обеспечение методической литературой</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- кадровое и материально-техническое обеспечение;</li> <li>- неготовность предприятий-работодателей взять на себя ответственность при подготовке студентов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- временные затраты на создание проектов, ограниченность их числа;</li> <li>- неготовность предприятий-работодателей взять на себя ответственность при подготовке студентов</li> </ul>

Если первые направления профессиональной подготовки осуществляются во внеаудиторной работе студентов и регулируются образовательными стандартами, требуют значительных временных затрат на реализацию, то третье направление реализации практико-ориентированного подхода к профессиональной подготовке реализуется в аудиторное время, не требует изменения учебного времени и не зависит от производственного окружения вуза.

Первое направление охватывает этап профессиональной подготовки в производственных практиках на предприятиях в процессе ознакомления и частичного включения студентов в производственную деятельность для освоения первичными трудовыми функциями. Этот важный аспект профессиональной подготовки регулируется ФГОС ВО, управляется и контролируется не только образовательным учреждением, но и производственными предприятиями согласно заключенным договорам. Рассмотренные выше реализуемые модели отражают процесс сближения образования и производства для подготовки выпускников без длительной послевузовской подготовки. В КалмГУ на протяжении многих лет студенты направления «Химия» проходят производственную практику на предприятии «Ставролен» Ставропольского края, студенты направления «Биология» проходят производственную практику на базе практики в республике Адыгея, студенты направления «Физика» проходят практику в высокогорной обсерватории Карачаево-Черкесской республики.

Второе направление реализации профессиональной подготовки связано с организацией и развитием проектной деятельности, осуществляемых студентами не только в вузе, но и в вузах-партнерах, включением практико-ориентированных технологий и методов. В развитии этого направления следует отметить ориентацию реализуемых проектов в сторону коммерциализации получаемых результатов проектирования, усиление академического обмена между вузами и сетевого взаимодействия вузов-партнеров. Примером академического обмена для освоения отдельных экспериментальных методов студентами направления «Химия» является стажировка (на основе подписанного договора) студентов в университете Градец-Кралове (Чехия) для освоения метода тонкослойной хроматографии.

Третье направление профессиональной подготовки студентов характеризуется более ранним включением профессионально значимого содержания на основе практико-ориентированных методов на уровне изучения базовых для овладения профессией непрофильных дисциплин.

Исследованию и реализации этого направления посвящена данная диссертационная работа.

Каждое из направлений профессиональной подготовки студентов реализуется в вузах в разной степени в зависимости от образовательной среды вуза, его технологической базы и кадрового состава, а также востребованности выпускниками по направлениям подготовки.

В региональных вузах подготовка выпускников осуществляется зачастую по направлениям, связанным с кадровым и материально-техническим обеспечением, а не производственным окружением вуза [20]. В силу вышеперечисленных причин в нашем региональном вузе достаточно сложно перейти к осуществлению образовательной деятельности по одной из указанных моделей. В процессе обучения по одной из образовательных моделей используются определенные практико-ориентированные технологии обучения: проектные технологии, кейс-технологии. Кроме того, в основе практико-ориентированного обучения лежат определенные подходы, составляющие методологическую основу нашего исследования. Так, в Калмыцком государственном университете имени Б.Б. Городовикова применяются методы и приемы практико-ориентированного обучения на основе известной технология УДЕ, разработанной академиком П.М. Эрдниевым, профессором нашего университета [179]. Технология, применяемая педагогами школ и разных направлений подготовки в вузе, содержит приемы, адаптивные для самостоятельной творческой практической деятельности обучающихся: составление и решение взаимобратных задач, конструирование системы задач на единой информационной основе и другие [19, 189]. Дидактический потенциал технологии укрупнения дидактических единиц широко используется в профессиональной подготовке будущих учителей (П.Д. Васильева, Г.Ж. Микерова, П.М. Эрдниев и др. [24, 94,

180]), однако для профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений средствами математического инструментария не исследовался.

Известно, что практико-ориентированный подход в подготовке студентов является затратным по времени, реализуется во внеаудиторной работе, например, выполнение учебных и исследовательских проектов, прохождение производственной практики и т.д. Для студентов естественнонаучных направлений практико-ориентированный подход в учебном процессе может осуществляться на более раннем этапе обучения естественным наукам при изучении высшей математики и ее разделов.

## **1.2. Роль математического инструментария как средства реализации практико-ориентированного подхода в профессиональной подготовке студентов естественнонаучных направлений**

Готовность студентов-естественников осуществлять профессиональную деятельность зависит от выбора средств практической деятельности для формирования профессионально-значимых умений студентов в активной познавательной деятельности. Инструментальная основа профессиональной деятельности естественников – это умения и навыки работы при выполнении профессиональных функций (работы в лаборатории, выполнение анализа, исследование и преобразование объектов). Одной из задач исследования стал анализ содержания понятия «инструментарий», выявление роли математического инструментария как средства профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений.

Математический инструментарий выступает средством формирования профессионально-значимых умений и компетенций студентов в тех в тех образовательных областях, в которых умение применять математические средства становятся определяющими для профессионального становления.

В исследовании практико-ориентированного подхода в профессиональной подготовке студентов-естественников математический инструментарий выступает средством формирования профессионально-значимых умений и компетенций.

В педагогике средства познания и средства обучения делятся на 5 групп в соответствии с классификацией (А.М. Новиков, Д.А. Новиков, Г.И. Ибрагимов и др. [100, 53]). К ним относятся: материальные средства; математические средства; информационно-коммуникативные средства; логические средства; языковые средства. В свою очередь они объединяются в материальные и интеллектуальные средства [100, с. 93]. В традиционной педагогике к средствам относят материальные объекты, средства наглядности. Внедрение компьютерных средств и математических средств в виде инструментария стали актуальными в связи с ростом профессиональных знаний, необходимостью внедрения эффективных средств управления процессом обучения и реализации исследовательской деятельности обучающихся.

В ходе развития науки и образования применяются и совершенствуются средства познания и средства практической деятельности: материальные, математические, логические, языковые, информационные. Они обладают общим свойством: их конструируют, создают, разрабатывают, обосновывают для тех или иных познавательных целей и практических задач [32].

Развитие математических средств познания оказывает все большее влияние на развитие современной науки и практики. Математические средства позволяют систематизировать эмпирические данные, выявлять и формулировать количественные зависимости и закономерности, они используются как особые формы идеализации и аналогии (математическое моделирование).

Рассмотрим роль инструментария как средства практической деятельности и формирования профессионально-значимых умений в современном профессиональном образовании, а также функции математического инструментария в различных областях профессиональной подготовки в историческом аспекте.

В теории и практике профессионального образования получили развитие и распространение термины, заимствованные из области производственной деятельности. К ним относятся термины «инструмент» как средство или орудие выполнения определенных воздействий на объект с целью достижения результата,

«инструментарий» как совокупность инструментов для решения конкретных практических задач, «технология», «механизм» и другие.

Внедрение терминов в оборот профессиональной педагогики было постепенным, как и в развитии научных знаний. Условием внедрения этих терминов в понятийно-терминологический аппарат профессионального образования стала высокая степень развития теоретических основ фундаментальных наук и потребность практической деятельности в оптимизации и интенсификации обучения студентов для получения заданных результатов педагогического воздействия.

Анализируя историю развития естественных наук и математики, тесную взаимосвязь фундаментального и прикладного знания, философ Н.В. Карлов пишет: «Весь 19 век шел под знаменем процесса, в результате вооружив 20 век подходом к фундаментальному как основе прикладного» [62]. И далее отмечает: «...когда были отточены методы, разработаны обобщения в математике, инженерам был предоставлен инструментарий» [62]. В первой половине XX века бурно развиваются математика, физика, химия. Достижения науки внедряются в жизнь, доказываемая эффективность научных знаний на практике, появляется потребность усилить эффективность науки, критически осмысливается ее инструментарий [67, с. 221]. В истории развития науки появляется инструментализм как философское течение, сторонники которого утверждали приоритет практических знаний и обслуживающую роль теории для практики. Это течение позднее трансформировалось и реализовалось в концепции операционализма и прагматизма (Дж. Дьюи, У. Джеймс и др.), отдельные положения концепции прагматизма реализованы в проектном методе. История развития научных знаний показала несостоятельность инструментализма и последующего за ним философского течения операционализма, в современной науке и педагогической науке утвердились представления о теоретических знаниях как фундаменте развития практических знаний и умений. Для современного научного познания и естественнонаучного образования характерно дистанцирование от инструментализма как направления, основанного на идее первичности практических знаний над теорией. Исследования истории развития естественных наук показывают: естественнонаучное обра-

зование опирается на теоретические знания о внешнем мире и действующих в нем законах природы (Н.В. Карлов, Б.М. Кедров, С.А. Паничев и др [62, 65, 109]). В науке и в образовании инструментарий отражает способ практической деятельности обучаемых, в условиях увеличения информационных потоков инструмент становится орудием практической деятельности и средством оперативного овладения методами математики и формирования профессиональных знаний.

Инструмент (лат. *instrumentum* – орудие) – предмет, устройство, механизм, машина или алгоритм, используемые для воздействия на объект – его изменения или измерения в целях достижения полезного эффекта [125, с. 209, 161, с. 365]. Инструмент представляет собой средство, простой и доступный способ для выполнения поставленных задач, орудие для практического применения в профессиональной деятельности [104]. Аппарат рассматривается как завершённая совокупность частей или элементов для выполнения какой-либо функции. Например, понятия «методологический аппарат», «математический аппарат», на наш взгляд, отражают функцию средства для решения задач теоретического плана, тогда как «математический инструментарий характеризуется конкретностью воздействия на формирование практических умений и навыков, его состав определяется целью воздействия на объект деятельности. Инструментарий как совокупность инструментов в профессиональном образовании рассматривается как средство выполнения определенной практической задачи, его состав зависит от поставленной цели – формирования конкретного умения или навыка. Решая оперативные задачи профессиональной деятельности, специалист достигает целей с помощью конкретных практических инструментов. Так, в экономико-математический инструментарий М.В. Грачева включает до 16 методов разных разделов высшей математики в зависимости от специализации студента по разным направлениям экономики [90]. В исследованиях с применением инструментов практической деятельности авторы включают в содержание профессиональной подготовки построение моделей изучаемых процессов и их исследование, адекватные специальности и трудовым функциям выпускников, в которых методы разделов математики выступают в качестве инструментария [90]. Анализируя практико-ориентированную,

технологическую направленность педагогики как прикладной науки, Л.А. Шипилина выделяет аспекты ее проявления: ориентация на здравый смысл как показатель практической востребованности результатов практической работы, наличие технологических рекомендаций и др. [173].

В профессиональном образовании инструментарий рассматривается как средство практической деятельности, включает в себя методы и средства и выполняет определенную функцию, это главное назначение метода [104, с. 43]. Он позволяет преобразовать учебный материал, взятый в границах применимости к специфике профессиональной деятельности [104, с. 43]. В профессиональной подготовке студентов естественнонаучных направлений математический инструментарий применяется как объект изучения студентами методов математики и как средство для активной практической деятельности в освоении профессионально-значимых умений в области естественных наук. Математический инструментарий активно исследуется в тех профессиональных областях, в которых высокая степень зависимости профессионализма специалиста от овладения математическим инструментарием. Применение инструментария профессиональной деятельности отражено в работах экономистов (Б.Н. Герасимов, Т.С. Бронникова, О.П. Бурматова и др. [31, 16, 17]), программистов и инженеров, в подготовке преподавателей информатики (М.М. Абдуразаков, В.В. Гриншкун и др. [2, 35]), в подготовке педагогов для математического образования исследуется инструментальная среда (К.Л. Полупан, Г.И. Попова и др. [119, 121]).

Следует отметить отличие состава математического инструментария в профессиональной области прикладных наук, приведенных выше, от математического инструментария в подготовке студентов ЕНН: высшая математика и естественные науки относятся к фундаментальным наукам, развитие естественных наук в истории науки отражает тесную взаимосвязь и иерархическое соподчинение математике для их становления. Для выбора математических методов в составе математического инструментария мы опирались на деление методов познания и обучения на специфические и универсальные методы [69]. Специфические методы характерны для конкретной профессиональной деятельности, тогда как уни-



версальные применимы во многих профессиональных областях. Одним из универсальных методов познания является метод математического моделирования. Математическое моделирование становится незаменимым инструментом нового мышления во все усложняющемся мире. В обучении этот метод демонстрирует возможности численных методов, установление причинно-следственных связей [69].

В педагогике применение инструментария связывают с технологизацией образовательного процесса, где инструменты призваны обеспечить технологию обучения. По мнению Штейнберга, в любой технологии исследователи так и не выделили главного – инструментального, «идея ориентировочных основ действий (авторы П.Я. Гальперин, Н.Ф. Талызина и др. [30, 141]) не получила в дальнейшем инструментального продолжения, что явилось одной из причин трудности ее внедрения» [176, с. 14].

В системе образования распространение образовательных технологий в разных предметных областях было также неравномерным, внедрение инструментария в профессиональную подготовку имеет сходство с распространением образовательных технологий. Известный педагог Н.Е. Кузнецова отметила, что технологизация образовательного процесса в предметных методиках зависит от сформированности теоретических и методологических основ обучения предмету [79].

Реализация практико-ориентированного подхода в образовательном процессе связана с технологизацией образовательного процесса, направленного на получение гарантированных результатов за счет поэтапности применения методов, комбинаторики приемов в определенной последовательности, воспроизводимости, направленности воздействий на получение ожидаемых результатов и эффективности. Технологичный процесс подчинен задачам и целям, гарантирует достижение результатов на каждом этапе образования, направлен на освоение студентами востребованных приемов технологий для применения в профессиональной деятельности [135]. Одним из направлений усиления технологизации профессиональной подготовки студентов и средством реализации практико-

ориентированного подхода является применение инструментария для выполнения конкретных практических задач.

Исследователями в области естественнонаучного образования в РГПУ им А.И. Герцена впервые была обоснована связь межпредметной интеграции и инструментов ее реализации в рамках метаметодического подхода, ими была показана роль математического моделирования как инструмента на разных предметных областях [60]. Так, педагоги отмечают, что «технологический подход к обучению предусматривает точное инструментальное управление учебным процессом и гарантированное достижение поставленных целей» (В.П. Беспалько, М.Е. Бершадский, Г.К. Селевко и др. [12, 11, 136]).

В дидактике, психологии, педагогике, общей и частной методике обучения математике сложилась иерархическая система соподчиненности образовательных систем. В.П. Беспалько выделяет следующую соподчиненность в ступенях иерархии: педагогическая система → дидактическая система → методическая система [12]. Соответственно этой иерархической соподчиненности образовательных систем рассмотрим применение инструментария в исследованиях педагогов.

В педагогике применение инструментов как дидактических средств отражено в работах В.В. Краевского, А.Н. Леонтьева, П.И. Образцова и др. [78, 83, 104]. Педагогический инструментарий в профессиональной подготовке студентов вуза представлен как набор инструментов и определен в исследованиях Е.В. Гнатышевой и И.Ю. Скибицкой [33, 138].

В исследовании дидактических многомерных инструментов В.Э. Штейнберг отмечает, что в отличие от материального производства, где роль инструментов и орудий оценена в практике, в образовании отсутствуют систематические исследования в области инструментария [176]. В предисловии к этому исследованию профессор Ф.Ш. Трегулов определяет значимость инструментария в современном образовании: «использование инструментов отражает новые технологические парадигмы образования и выстроено на таких фундаментальных принципах мышления и деятельности, как многомерность и орудийность, которым суждено войти в педагогику в ранге категорий» [176]. Так, изучение дидактического

инструментария в подготовке будущих учителей химии отражает совокупность методов обучения химии (М.С. Пак [107]).

В настоящее время разрабатывается методический инструментарий для методического обеспечения образовательного процесса. Следует отметить, что в публикациях педагогов определены функции и роль наиболее важных методов для профессионального становления студентов, их отнесение к составу инструментария определяется их значимостью методов в формировании умений и компетенций. Подробное описание показателей и критериев отбора инструментария в педагогической литературе не отражено, выбор состава инструментария диктуется конкретной целью в формировании профессиональных умений и компетенций.

Анализируя понятийно-терминологический аппарат в педагогических исследованиях, Л.М. Перминова обосновывает разделение понятий и терминов, учитывая их роль и динамику в научном познании, применимости в исследованиях педагогов [112]. Так, «инструмент» и «инструментарий», как и «технология», отнесены автором к терминам с учетом значимости инструментария в профессиональном образовании. Понятия выполняют познавательные функции научного знания (описательную, объяснительную, предсказательную), показывают высокий научный потенциал его развития в контексте взаимосвязи теории и практики.

В исследовании педагогов инструменты и инструментарий относят к понятиям и даже категориям. Так, в подготовке экономистов инструментарием выступает исследовательский проект, а автор исследования Е.В. Гнатышева относит педагогический инструментарий к педагогической категории, применимой в развитии профессиональных умений и навыков педагогов [33]. В исследовании М.А. Шаталова межпредметные связи выступают инструментом построения интегрированного обучения [170]. Сложность в определении статуса инструментария в понятийно-терминологическом аппарате педагогики свидетельствует о возрастании роли инструментария для достижения конкретных практических задач. Выделение инструментария как средства профессиональной подготовки для формирования практических умений и навыков является закономерным этапом развития

педагогике и ее технологизации, а современное естественнонаучное образование естественников становится все более инструментальным и математизированным.

Математика как наука о количественных отношениях и пространственных формах, абстрагированных от конкретного содержания, оперирует математическим языком в виде символьных обозначений, чисел, знаков, что упрощает, облегчает и ускоряет процесс познания, позволяет глубже выявить связи между объектами, обеспечить точность и строгость сути [100].

Характеризуя оппозицию «теоретически-ориентированных» и «практико-ориентированных» моделей и дисциплин, Г.В. Иванченко и В.Г. Безрогов отмечают, что в ситуации дефицита времени студенты ожидают результаты с позиции философии пользы [56]. Поэтому нужны цели преподавания и разворота содержания дисциплин к будущей профессии, необходимо тщательное обоснование алгоритмизации. Наиболее перспективными можно считать интеграцию знаниевых и понимаемых компонентов учебных дисциплин, минимизацию непродуктивных затрат интеллектуальных усилий студентов, отказ от формально-репродуктивных методов обучения. Авторы данной концепции в качестве положительных результатов отметили минимизацию временных затрат, алгоритмизацию, ориентацию на получение гарантированных результатов, а также снижение уровня репродуктивных форм обучения [56]. Применение инструментария для развития профессионально-значимых умений и профессиональной направленности студентов естественнонаучных направлений средствами математического инструментария осуществлялось нами в экспериментальном исследовании посредством конструирования профильных учебных материалов.

Для решения поставленной проблемы исследования потребовался анализ нормативно-правовых документов (профессиональных и образовательных стандартов по направлениям подготовки), концепции практико-ориентированного образования, концепции развития математического образования др. Так, выявление профессионально-значимых умений студентов ЕНН на основе компонентного анализа обобщенных трудовых функций было осуществлено на основе Профессиональных стандартов по направлениям подготовки студентов (рисунок 1).



Рисунок 1. Функции профессиональной деятельности студентов естественнонаучных направлений на основе анализа соответствующих профессиональных стандартов.

Результаты проведенного анализа исследуемой проблемы, изучения теории и практики профессионального образования и собственный опыт преподавания

студентам ЕНН позволил определить систему принципов реализации практико-ориентированного подхода средствами математического инструментария. Для отбора методов математики в составе математического инструментария в подготовке студентов естественнонаучных направлений было взято соответствие функций инструментария обобщенным трудовым функциям согласно профессиональным стандартам по направлениям подготовки «Физика», «Химия», «Биология» [123, 124, 122].

Анализ обобщенных трудовых функций профессиональной деятельности специалистов естественнонаучных направлений, согласно действующим Профессиональным стандартам, отражает широкую конкретизацию по видам профессиональной деятельности для работников соответствующих квалификаций. По каждому направлению (Физика, Химия, Биология) дан широкий спектр конкретных профессиональных компетенций. Учитывая, что вуз реализует лишь отдельные направления подготовки студентов (2-3), соответствующие требованиям государственных стандартов (образовательных и профессиональных), а также образовательным возможностям вуза, то поиск интегративных методов для подготовки к реализации трудовых функций был обращен на элементный состав действий, в том числе унифицированных, по областям профессиональной деятельности выпускников-естественников. Перечень предметных компетенций широк, зависит от узкой специализации выпускников и определяется характером будущей профессиональной деятельности.

Естественнонаучная подготовка студентов имеет целью исследование и преобразование объектов в природе и в производстве, определение причинно-следственных связей явлений природы или результатов воздействий в условиях эксперимента [64]. Особенности профессиональной сферы выпускников вуза естественнонаучных направлений связаны с процессами прогнозирования изучаемых процессов, расчетами по видам производственной деятельности и соответствующим обоснованием выполняемых действий.

С целью выявления наиболее общих умений, которыми должны овладеть студенты естественнонаучных направлений, был проведен компонентный анализ

и сравнение обобщенных трудовых функций по направлениям подготовки на предмет выявления методов в составе математического инструментария. Анализ требований профессиональных стандартов естественнонаучных направлений (физики, химии, биологии) и математики позволил выделить *профессиональные функции студентов-естественников*: прогнозирование, математическое моделирование, расчеты по видам профессиональной деятельности, сбор, систематизация, статистическая обработка экспериментальных данных, перекодирование текстовой информации в наглядную, графическую и другие. Для реализации профессиональной подготовки студентов-естественников на основе практико-ориентированного подхода средствами математического инструментария выполнен компонентный анализ основных требований к подготовке выпускников по профессиональным и образовательным стандартам по направлениям подготовки.

Отбор состава математического инструментария учитывал общие для трех направлений подготовки студентов (Физика, Химия, Биология) методы математики, значимые для формирования обобщенных трудовых функций студентов. Выбор методов математического моделирования и задачного в составе математического инструментария обоснован функциями данных методов для формирования профессионально-значимых умений и компетенций. Безусловно, каждое из направлений специализации профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений имеет свою специфику и проявляется в профессиональных компетенциях. Требования к профессиональным компетенциям выпускников ЕНН разрознены, зависят от специализации, они не входят в состав обязательных по ФГОС ВО 3-го поколения, их выбор рекомендован вузам для разработки основных образовательных программ по Профессиональным стандартам специалистов, соответственно направлениям подготовки. Так, в ФГОС ВО по направлению 04.03.01 «Химия» рекомендовано обращение к 30 профессиональным стандартам подготовки специалиста, даже такой перечень профессиональных стандартов не охватывает большой спектр узкой специализации направления «Химия». Перечень будет изменяться в зависимости от многих факторов, включая социально-экономические, производственные, кадровые и спрос на рынке труда.

Профессиональные компетенции детализируют требования к освоению направления специализации, но опираются на обобщенные трудовые функции. Нашей задачей стал выбор наиболее общих требований к подготовке выпускников к ОТФ и соотнесение их с ОТФ выпускников направления «Математика».

Таким образом, для реализации практико-ориентированного подхода в подготовке студентов ЕНН мы опирались на функции практической подготовки студентов. Функции практического обучения (по В.С. Ледневу) – это формирование компетенций в трудовой деятельности, формирование умений и навыков для применения знаний, систематизирующая функция и функция обеспечения понимания абстрактных понятий [82].

Обращение к интегрирующей роли математики в освоении естественных наук связано с экспериментальным характером методов естественных наук, универсальностью математического аппарата для исследований в области естественных наук [147]. Для реализации профессиональной подготовки студентов-естественников на основе практико-ориентированного подхода средствами математического инструментария важным условием стало установление междисциплинарных связей между естественными науками и математикой. Основные положения Концепции развития математического образования в Российской Федерации нашли отражение в требованиях профессиональных и федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования для математики и технических и естественнонаучных направлений подготовки [71].

Анализируя проблемы математической подготовки студентов естественнонаучных направлений, В.А. Еровенко отмечает необходимость обновления содержания математики, построенного на задачной основе [47]. Автор считает, что в университетах по-прежнему доминирует «знаниевая парадигма» и главным его отличием остается фундаментальность образования, а любые теоретические предположения дидактической системы могут в реальной практике сильно отличаться от декларируемых [47].

Педагоги отмечают возрастающую роль математики при всей значимости специальных знаний в профессиональной подготовке студентов в вузе (В.В. Ере-



мин, Е.Г. Копосова, М.В. Носков и др. [46, 73, 103]). Среди областей естественно-научного знания наиболее математизированным является физика, затем химия и биология. Общеизвестно, что современное научное знание постепенно математизируется, современная химия физикализируется и математизируется, современная биология развивается на стыке нескольких наук, одной из основных выделяют математику. В исследовании о применении математики в химии В.В. Ерёминим дано обоснование ограничениям использования методов математики: «Математические уравнения и методы, используемые в химии, имеют дело не с абстрактными величинами, а с конкретными свойствами атомов и молекул, которые подчиняются естественным природным ограничениям. Иногда эти ограничения бывают довольно жёсткими и приводят к резкому сужению числа возможных решений математических уравнений» [46, с.7].

Среди методов математики, взятых в основу математического инструментария, исследователи выделяют метод математического моделирования. Универсальность метода математического моделирования для профессионального становления студентов отмечают исследователи (А.С. Кондратьев, А.Д. Нахман и др. [69, 99]. В профессиональной подготовке программистов и инженеров, учителей математики и информатики к инструментам профессиональной подготовки исследователи относят метод математического моделирования (М.М. Абдуразаков, А.Д. Нахман, Н.С. Подходова и др. [1, 98, 116]). Математическое моделирование как форма идеализации и аналогии является средством познания материального мира, изучаемого естественными науками. Под влиянием математических средств изменился и математический инструментарий, связанный с использованием информации профильных дисциплин на математический язык, использованием формальной и диалектической логики в решении задач профессиональной подготовки. Математические средства позволяют систематизировать эмпирические данные, выявлять и формулировать количественные зависимости и закономерности, моделировать процессы и явления [53]. К составу инструментария мы относим помимо метода математического моделирования задачный метод, позволяю-

щей конструировать задачи различной степени сложности с профильным содержанием.

Ранее отмечалось, что наиболее математизированным является содержание физических дисциплин, методы, применяемые при решении физических задач, относятся к инструментарию всех разделов высшей математики. Представление о математическом аппарате современной химии и ограниченности его применимости освещены в работах В.В. Ерёмина и В.Г. Скатецкого [46, 137]. Наименее математизированной областью естественнонаучного знания является биология, в которой применяются в основном методы теории дифференциальных уравнений и математической статистики.

Основной особенностью будущей профессиональной деятельности студентов разных естественнонаучных направлений является экспериментальное исследование окружающего мира, в том числе исследование его моделей, в том числе и его математическими моделями [47]. В этом заключается интегрирующая роль высшей математики в профессиональной подготовке студентов-естественников.

Разный уровень подготовки студентов позволяет использовать в качестве математического инструментария не только математическое моделирование, но и применять задачный метод. Например, для первокурсников-иностранцев, для которых языковой барьер существенен в освоении математики и естественных наук, процесс конструирования профильных учебных материалов, учитывающий таксономию Б. Блума как систему учебных целей, позволяет конструировать задачи разной степени сложности [190]. Математический инструментарий помимо этих двух методов математики может включать средства визуализации получаемых результатов с помощью программных средств. Такой состав математического инструментария определяет полноту выполнения функции как средства формирования конкретной практической задачи. В области профессионального образования исследования инструментария представлены в области экономики, психологии, подготовки учителя информатики. Поэтому не все выделенные функции инструментария по профессиональным областям применимы для нашего исследования.

*К наиболее значимым функциям инструментария мы относим следующие:*

1. Универсальность применения инструментария для формирования профессионально-значимых умений и компетенций выпускников для естественнонаучной области профессиональной подготовки в соответствии с обобщенными трудовыми функциями;
2. Обеспечение выполнения конкретных заданий с контекстным профильным содержанием для развития профессиональной направленности студентов в активной познавательной деятельности;
3. Направленность на техническое и рациональное выполнение действий (что отражается к компьютерной поддержке применения инструментария).

Таким образом, под педагогическим инструментарием понимается совокупность взаимосвязанных инструментов (средств), которыми владеет педагог при формировании профессионализма студентов. Он создан с учетом современных достижений в области педагогики, информатики и других сфер знаний для решения определенных дидактических задач. Для профессиональной подготовки студентов-естественников применяется математический инструментарий, включающий методы математики (метод математического моделирования и задачный метод) и возможности применения компьютерной поддержки в получении результатов применения для конструирования профильных учебных материалов. Новые требования на включение компьютерных средств в условиях цифровизации образовательной сферы не должны осуществляться отдельно, их необходимо включать в общую систему профессиональной подготовки.

В связи с вышеизложенным, в нашем исследовании вводится уточнение в понятие математического инструментария: *«математический инструментарий – это совокупность инструментов практической деятельности, включающей методы математики (математическое моделирование и задачный метод) с возможностями компьютерной поддержки для решения практических задач профессиональной подготовки и проявляющейся в вовлечении студентов в продуктивную деятельность по формированию профессионально-значимых умений».*

Математический инструментарий рассматривается как средство формирования обобщенных трудовых функций для профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений, их состав определяется на основе компонентного анализа ОТФ и компетенций профессиональных и образовательных стандартов. В каждой из профессиональных областей формируются предметные способы деятельности, применение математического инструментария позволяет формировать наиболее значимые для студентов-естественников профессиональные умения и навыки.

### **1.3. Особенности использования математического инструментария в профессиональной подготовке студентов естественнонаучных направлений**

Предметом нашего исследования является математический инструментарий как средство реализации практико-ориентированного подхода в профессиональной деятельности студентов. Математический инструментарий для профессиональной подготовки студентов ЕНН не только выступает как средство познавательной деятельности и обучения, но и, вследствие универсальности математического инструментария на формирование естественнонаучной подготовки обучаемых, отражает различные аспекты средств обучения естественников. Этому способствует единство естественных наук, основанных на фундаментальности и экспериментальном характере изучаемых процессов, направленности на изучение количественных отношений материального мира. Так, виды эксперимента (физический, химический, биологический), осуществляемые в ЕНО, требуют обращения к материальным средствам в подготовке и проведении эксперимента в учебной и проектно-исследовательской работе, его прогнозирование, оценивание результатов, статистическая обработка и оценка достоверности включают применение математического инструментария. С помощью математического инструментария устанавливаются причинно-следственные связи между воздействием и результатами воздействия исследуемых объектов (анализ результатов математического моделирования), решение прямых и обратных задач в обучении математики

и ЕН развивает логическое мышление, математика пользуется математическим языком, оперирует знаковыми и символическими обозначениями для отображения установленных зависимостей. Математический инструментарий тесно связан с информационными средствами, способствуя интенсификации, доступности и визуализации обучения и т.д. Роль математического инструментария в подготовке студентов естественнонаучных направлений связана с практической сферой применения обобщенных трудовых функций выпускников, с необходимостью выполнения математических операций, статистической обработки данных, графического представления полученных результатов, построение математических зависимостей в моделях изучаемых объектов и процессов и др.

Рассмотрим наиболее важные особенности использования математического инструментария, применимые к реализации практико-ориентированного подхода в профессиональной подготовке студентов естественнонаучных направлений:

А. Целенаправленность применения математического инструментария в профессиональной подготовке естественников осуществляется соединением образовательных задач обучения студентов математике и профессиональной подготовки путем установления междисциплинарных связей профильных дисциплин и математики для эффективного формирования профессионально-значимых умений студентов;

В. Применение математического инструментария в практику конструирования профильных учебных материалов направлено на повышение профессиональной направленности студентов посредством включения студентов в активную познавательную деятельность для конструирования профильных учебных материалов, снижение доминирования репродуктивных методов профессиональной подготовки, не требующих затраты учебного времени и изменения существующих учебных программ;

С. Практическое применение средств математического инструментария в обучении студентов естественнонаучных направлений отражает знаковую основу оперирования знаково-символическими средствами, что позволяет педагогам использовать математический инструментарий в качестве ориентировочной основы

деятельности для решения задач из разных естественнонаучных областей знаний [131];

D. Установление причинно-следственных связей с помощью знаково-символических средств (формул, уравнений, обозначений) создает возможность свертывания и структурирования учебной информации в математике, укрупнения дидактических единиц усвоения, которая может дополняться текстами профильного содержания.

Рассмотрим выделенные особенности применения математического инструментария для реализации практико-ориентированного подхода в подготовке студентов естественнонаучных направлений.

Практико-ориентированное обучение требует опоры на теоретические знания, однако преобладание теоретических знаний в образовательном процессе создает высокий риск формализации обучения. Значение практики важно для развития познавательного интереса студентов, для формирования проектных умений, выработки новых научных знаний на основе практического изучения.

В системе современного естественнонаучного образования недостаточно используются методы математики как основы моделирования содержания профильным учебным материалом. Изучение студентами естественных наук предполагает широкую опору на математический инструментарий, экспериментальный характер химии, физики и биологии, включает измерения, статистическую обработку и графическое представление выполненных лабораторных работ и исследовательских проектов.

Изучение естественных наук требует построения моделей изучаемых процессов. Математические модели позволяют выделить зависимости параметров системы от воздействий вне зависимости от природы объекта воздействия. Методы математической обработки данных позволяют не только установить причинно-следственные связи, но и прогнозировать протекание процессов на основе моделей.

В педагогических исследованиях отмечается влияние математической подготовки на становление студента естественнонаучных направлений: на методоло-

гическом, общенаучном, профессиональном, компетентностном и других уровнях (А.А. Вербицкий, Е.Г. Плотникова, Н.С. Подходова, В. И. Снегурова и др.[26, 114, 117]). В исследованиях педагогов, известных математиков рассматриваются отдельные аспекты роли математики в развитии практико-ориентированного обучения за счет ее фундаментальности, абстрактности и обобщенности, свободной от конкретного содержания. Педагоги отмечают возрастающую роль математики как универсального инструмента познания окружающего мира, которым обязан овладеть любой образованный человек (С.Н. Мухина, Е.Г. Плотникова и др. [96, 113]).

Анализ степени разработанности проблемы исследования показывает достаточно широкую изученность применения математического инструментария в области профессиональной подготовки экономистов, инженеров, психологов и программистов и подготовки учителей математики, информатики.

*Применение математического инструментария для подготовки студентов естественнонаучных направлений отличается тем, что профессиональные области подготовки базируются на дисциплинах, относящихся, как и математика, к группе фундаментальных.*

Междисциплинарные связи естественных наук и математики не только направлены на формирование важных профессиональных умений и навыков операционального характера, но и требуют учета содержательных связей, связанных с изучением общенаучных законов, теорий, понятий, применением в расчетах единых физико-химических констант, понимания интегративной роли математики в естественнонаучном образовании. Поэтому процесс реализации практико-ориентированного обучения естественников средствами математического инструментария реализуется в двух направлениях – образовательном (математика и ее инструментарий) и профессиональном (привлечение в процессы конструирования профильных знаний по направлениям подготовки). Организация учебного процесса должна быть направлена на понимание обучающимися теоретического материала, подмена понимания запоминанием приводит к формализму в обучении [74, 140].

На последующих этапах профессионального естественнонаучного образования выпускников добавляется компетенция по созданию экспериментальных моделей профессиональных задач, овладению знаниями об ограничениях и границах применимости моделей и интерпретации полученных результатов и другие.

Особенности математического инструментария прикладных наук, имеющих высокую степень математизации в подготовке, например, в профессиональной подготовке экономистов, инженеров, программистов, состоят в том, что специализация в них требует обращения к широкому спектру методов высшей математики и выбора из них наиболее эффективных для данного направления. Например, в монографии М.В. Грачевой по математическим и инструментальным методам в современных экономических исследованиях приведена система математических методов в зависимости от разделов высшей математики, применимости к разделам экономики, изучению процессов детерминированных, стохастических и теоретико-игровых [90].

Анализ исследований по применению математического инструментария показывает значимость интеграции ЕНО и математического образования в подготовке студентов [60]. Для решения поставленных задач данного исследования был важен не только этот фактор, но и выбор минимального состава инструментария, достаточного для первого этапа вхождения в профессию, для экспериментальной и исследовательской деятельности естественников. На последующих этапах профессиональной подготовки набор методов будет определяться узкой специализацией для курсового и дипломного проектирования, подкрепляться соответствующими курсами и спецкурсами прикладной направленности.

Добавление в состав математического инструментария к математическому моделированию задачного метода обосновано разным уровнем математизации профессиональной сферы деятельности выпускников по направлениям подготовки, разноуровневым составом подготовки первокурсников, в том числе студентов-иностранцев, не адаптированных к языковой среде.

Задачный метод применим для всех направлений естественнонаучной подготовки студентов, он развивает умения выполнять расчеты по видам и уровням



профессиональной деятельности, развивает логическое мышление, умение устанавливать причинно-следственные отношения, демонстрирует возможности численных методов. Психологические основы решения задач глубоко исследованы в работах психологов (Л.Л. Гурова, Д. Пойа и др. [39, 118]), в дидактике раскрываются возможности применения комплекса приемов образовательных технологий, адаптирующих студентов решать расчетные задачи профессиональной направленности на разных уровнях познавательной деятельности.

Включение математического инструментария в профессиональную подготовку студентов развивает мотивацию студентов к подготовке будущей профессиональной деятельности. Так, в исследовании Л.А. Мамыкиной по реализации практико-ориентированного обучения математике для студентов технических вузов предложены конкретные направления усиления профессиональной направленности математики через установление междисциплинарных связей [87]. Автором выявлены два основных направления установления этих связей:

1. Опосредованная связь осуществляется через внедрение математических моделей (символические, физические и графические модели);
2. Непосредственная связь реализуется через прикладной характер содержания задач (алгоритмические задачи, внеалгоритмические и оптимизационные задачи, задачи прогноза и исследования).

Многие исследователи (В.В. Еремин, В.Г. Скатецкий, Н.А. Тершин и другие [46, 137, 143]) выделяют междисциплинарный характер прикладных задач, отражающих разнообразную практическую действительность в областях естественных наук.

В реализации практико-ориентированного подхода в профессиональной подготовке студентов-естественников средствами математического инструментария мы применяли системы постепенно усложняющихся упражнений, взаимосвязанных задач, приемы решения задачи и составления обратной. Данный выбор был направлен на подведение студентов-первокурсников к осознанию сущности основных понятий курса математики [146, 147, 151]. Так, при изучении темы «Функция» нами использовался прием разных способов выражения функцио-

нальной зависимости [149, 191], установление междисциплинарной интеграции осуществляется на уровне не только применения методов, но и содержания учебного материала. Так, при изучении физических констант, имеющих значимость для всех естественнонаучных профилей подготовки, нами ставилась задача обоснования физического смысла физико-химических констант в расчетах, правильность использования размерностей [34]. Такой подход к формированию естественнонаучных понятий, таких как константы, для студентов-первокурсников разного уровня математической подготовки опирается на развитие интуитивно-практической стороны мышления студентов, испытывающих затруднения в освоении естественных наук, путем последовательного включения общенаучных понятий и физико-химических констант в процессе изучения количественных законов и анализа задачных ситуаций на их основе. *При таком подходе к применению математического инструментария раскрывается не только операциональная составляющая математики, но и мировоззренческая, отражающая единство материального мира, пронизанного количественными отношениями.*

В понимании функции математики и ее инструментария в профессиональной подготовке студентов в исследовании мы обращаемся к аспектному анализу профессионального образования, представленному в работе Ю.Б. Дроботенко [42].

При традиционном способе обучения высшей математике условия учебных задач выступают сразу в четком сформулированном виде. Решение таких «рафинированных задач», как отмечает Н.И. Резник, не представляют собой творческого процесса, а осуществляется формальным образом, без анализа содержательной стороны задачи» [126, с 87]. Для активизации познавательного интереса студентов к математическому инструментарии как средства освоения студентами естественнонаучных знаний, наряду с традиционным изложением материала, предлагается усиливать применение средств визуализации [37], вводить практико-ориентированные задачи [26].

Общеобразовательные цели обучения математики определяются тем, что математические навыки нужны в повседневной жизни. Каждому человеку прихо-

дится считать, так или иначе оперировать знаниями о величинах, характеризующих протяженности, площади, объемы, промежутки времени, скорости и др. Значимость математики для познания других наук состоит в методах исследования объектов любой природы, таких как математическое моделирование. Выпускник вуза должен быть подготовлен к практическому применению математических методов для решения задач, возникающих в быту, экономике, управлении производством, других науках и в будущей профессиональной деятельности.

Педагогами выявлены концептуальные положения в виде следующих методологических принципов: общепедагогических – гуманизма, единства обучения, воспитания и развития, специфических – единства фундаментальной и прикладной подготовки, универсальности математической подготовки, теоретического и практического математического знания, математического и профессионального мышления, профилирования математического образования [113]. Все естественные науки используют аппарат математики для обработки своих данных, а наиболее развитые науки «говорят» языком математики, применяют ее методы, модели для построения теорий и изучения явлений окружающего мира.

Профессиональное образование, в том числе обучение математике, строится как область прикладного знания и характеризуется понятиями, среди которых немало нестрогих понятий. К их числу методисты относят такие понятия, как «развитие», «понимание», «творчество», «упражнение», «задача». Всякое уточнение этих понятий сокращает область возможного применения [162]. В этой связи для используемых понятий мы старались выбирать из множества определений те, которые применялись бы в широком контексте, соответствовали разным направлениям естественнонаучной подготовки.

Специфика математики и естественных наук в разной степени математизации связана с применением знаково-символических средств выражения информации (формулами, уравнениями, обозначениями), математика оперирует знаково-символическими символами, что создает возможность свертывания и структурирования учебной информации в математике [131].

Роль наглядности в естественно-математическом образовании исследовалась с позиций психологии мышления и достижения понимания в дидактике и методиках преподавания учебных предметов. Согласно определению чл.-кор. Российской академии образования, д-ра психол. наук А.А. Вербицкого, «процесс визуализации – это свертывание мыслительных содержаний в наглядный образ; будучи воспринятым, образ может быть развернут и служить опорой адекватных мыслительных и практических действий» [25, с. 102]. Для ознакомления студентов с основами математического аппарата, повышения их самостоятельности при работе с учебной литературой и формирования навыков решения задач исследователи С.П. Грушевский, О.В. Иванова и А.А. Остапенко рекомендуют использовать опоры – краткое содержание теоретического материала в виде схем и таблиц [36]. В математике и естественнонаучном образовании усиление наглядности учебного материала, его визуализация достигались путем свертывания, укрупнения дидактических единиц усвоения символично-графическими средствами. Этот прием технологии УДЕ, разработанный академиком П.М. Эрдниевым, получил распространение благодаря его направленности на формирование системных знаний учащихся и студентов (П.Д. Васильева, Г.Ж. Микерова, Б.П. Эрдниев, П.М. Эрдниев и др.[24, 94, 179]).

Визуализация в виде таблиц или граф-схем может использоваться не только для представления понятия, анализа или метода решения задачи, но и для наглядного представления плана изучения темы или раздела, в которых отражена взаимосвязь основных понятий и их характеристики, подлежащие усвоению [18, с. 42]. Проиллюстрируем на рисунке 2 пример проектирования организации познавательной деятельности студентов при изучении функций одной переменной [150].

## Анализ функции одной переменной методами дифференциального исчисления



Рисунок 2. Граф-схема «Элементы математического анализа функции одной переменной»

На основе представленной схемы может быть проведен фронтальный опрос, без представления вариантов ответа с вопросами: – какими навыками исследования нужно обладать при построении графиков функции?;

– какая часть из изученной теории по данной теме представляется вам наиболее значимой в профессиональном плане?

На рисунке 3 приведен пример опоры по теме «Приложения определенного интеграла»

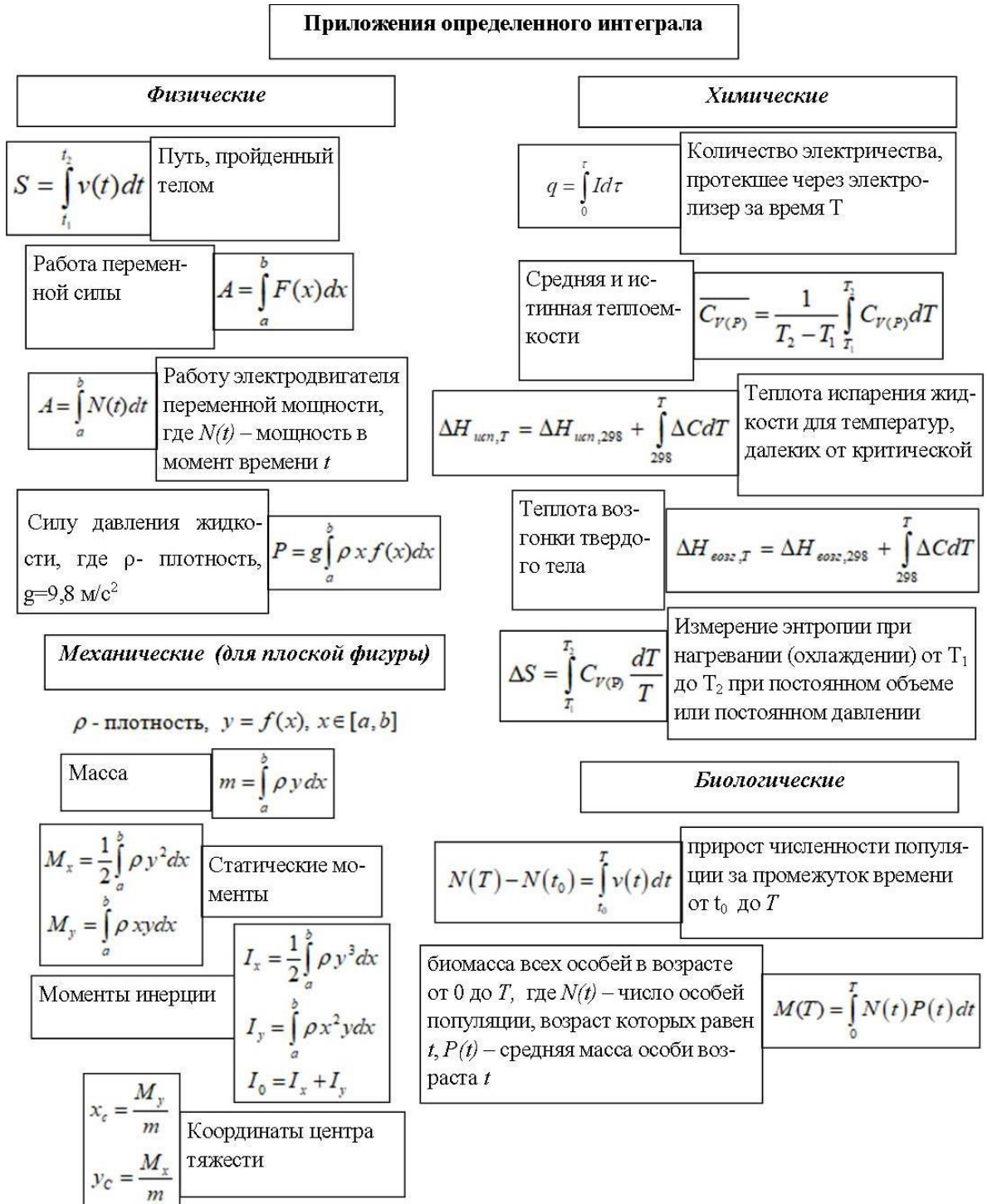


Рисунок 3. Опора по теме «Приложения определенного интеграла»

При освоении студентами профильных учебных дисциплин в профессиональной подготовке «специальные задачи (с профессиональным содержанием) формализуются и преобразуются таким образом, что от них остается только математическое ядро при сохранении языка конкретной науки» на примере инженерных задач [126].

В процессе эксперимента применялась система практико-ориентированных задач в зависимости от направления подготовки. Ниже приведены примеры задач по теме «Производная функции» (таблица 3).

Таблица 3. Расчетные задачи студентов естественнонаучных направлений

<p><b>Математика</b>            Определите наибольшее значение функции <math>y = -x^2 + 6x - 8</math> на отрезке <math>[0;4]</math></p>	<p><b>Физика</b>            Расход горючего легкового автомобиля (литр на 100 км) в зависимости от скорости <math>x</math> км/ч при движении на четвертой передаче приблизительно описывается функцией <math>f(x) = 0,0017x^2 - 0,18x + 10,2; x &gt; 30</math>. При какой скорости расход горючего будет наименьший? Найдите этот расход.</p>
<p><b>Биология</b>            Популяция бактерий в момент времени <math>t</math> определяется функцией <math>x(t) = 2000 + 50t^2</math>.            Найдите скорость роста популяции в произвольный момент времени <math>t</math> (сек.)</p>	<p><b>Химия</b>            Пусть количество вещества, вступившего в химическую реакцию, задается зависимостью: <math>p(t) = \frac{t^2}{2} + 3t - 3</math> (моль). Найдите скорость химической реакции через 3 секунды.</p>

Рассмотрим каждое из направлений реализации практико-ориентированного обучения математики.

### ***Математическое моделирование в реализации практико-ориентированного обучения***

Одним из математических методов, применяемых в процессе практико-ориентированного обучения студентов, является метод математического моделирования.

Математическое моделирование как универсальный метод формирования профессиональной компетентности студентов исследовался и отражен в работах М.М. Абдуразакова, Л.А. Мамыкиной, А.Д. Нахмана, Е.А. Перминова, Н.С. Подходовой и др. [1, 87, 99, 111, 116]. Как отмечает Е.А. Перминов, значимость этого метода состоит в гармоничном сочетании неформального языка изучаемой области науки, формального языка математики и уникальных возможностей современного программирования [111]. В работах психологов (А.Н. Кочергина,

Л.М. Фридман, Н.Г. Салмина и др. [77, 164, 131]) показана роль моделирования в активизации мыслительной деятельности, формировании научно-теоретического мышления, соблюдении принципов сознательности обучения, единства теории и практики. Метод математического моделирования в различных естественнонаучных дисциплинах применяется в построении математических моделей рассматриваемых явлений (физических, биологических, химических). А.Д. Мышкис определяет математическую модель как систему уравнений, или арифметических соотношений, или геометрических фигур, или комбинацию того и другого, исследование которых средствами математики должно ответить на поставленные вопросы о некоторой совокупности свойств объекта реального мира [97]. Для нашего исследования математическое моделирование позволяет переводить задачу с практическим содержанием на математический язык.

В естественнонаучном образовании математическое моделирование интегрирует закономерности разнообразных объектов путем процедуры создания особой знаковой структуры, математической модели. Мы придерживаемся определения математической модели, приведенного А.Г. Севостьяновым: «математической моделью называется совокупность математических соотношений, уравнений, неравенств и т.п., описывающих основные закономерности, присущие изучаемому процессу, объекту или системе» [134]. Таким образом, для описания процессов естественнонаучных областей могут быть построены математические модели в различных формах: алгебраических и трансцендентных, дифференциальных или интегральных уравнений, весовой функции, переходной характеристики.

Согласно Н.А. Терёшину, можно выделить 4 основные функции математического моделирования [143]:

1. Познавательная функция отвечает за формирование познавательного образа исследуемого объекта, которое происходит постоянно при переходе от простого к сложному.

2. Функция управления деятельностью обучаемых. Поскольку математическое моделирование носит предметный характер, оно призвано облегчить контрольные, ориентировочные и коммуникационные действия.



3. Интерпретационная функция. Суть этой функции в том, что один и тот же объект может быть выражен с помощью разных моделей. Например, окружность может быть задана посредством уравнений относительно осей координат, пары объектов (центр и радиус), а также рисунка или чертежа, т.е. можно воспользоваться либо аналитическим выражением, либо геометрической моделью.

4. Эвристическая функция. Математическая модель позволяет экспериментировать с количественной стороной объекта, еще глубже проникнуть в качественный аспект объекта – показать его внутренние закономерности, дает возможность определить границы устойчивости, нормальный и оптимальный режимы функционирования.

При решении прикладных задач, связанных с областью будущей профессиональной деятельности студентов-естественников, методом математического моделирования будем придерживаться этапов моделирования, выделенных в работе А.Д. Нахмана [99]:

- I. Построение содержательной модели в терминах исходной предметной области.
- II. Перевод содержательной модели на формальный математический язык.
- III. Изучение математической модели, т.е. решение полученной математической задачи.
- IV. Интерпретация результата исследования математической модели.

Отметим, что в случае несоответствия результата цели моделирования происходит переход к этапу I. В условиях повсеместной цифровизации, в том числе образовательной сферы, изучение математической модели предпочтительнее проводить с двух позиций: применения чисто математических методов или применения информационных технологий. Для поддержки математического моделирования разработаны системы компьютерной математики, которые позволяют создавать модели как простых, так и сложных процессов и легко менять параметры моделей в ходе моделирования. К таким системам относят Maple, Mathematica,

Mathcad, MATLAB, каждая из которых имеет свое назначение и преимущества её применения. Существует ряд задач, в которых исследование модели можно провести в табличном процессоре MS Excel [152, 154].

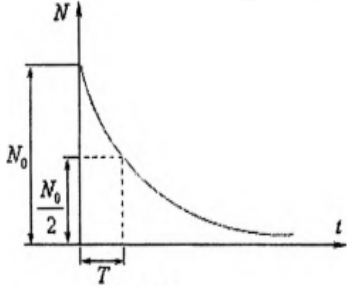
Во всех рассматриваемых областях естественнонаучного знания широки возможности применения дифференциальных уравнений. Обыкновенные дифференциальные уравнения описываются одной функцией или вектор-функцией одной переменной. В таблице 4 представлены явления естественных наук, которые можно описать дифференциальным уравнением первого порядка с разделяющимися переменными.

В работе А.Д. Нахмана представлена общая схема представления модели:  $X \rightarrow W \rightarrow Y$ , где  $X$  — вектор входных данных,  $Y$  — вектор выходных данных,  $W$  — оператор модели, преобразующий  $X$  в  $Y$  в соответствии с задачей, решаемой на модели. Там же отмечено три варианта задач: прямая (известны  $X$  и  $W$ , необходимо найти  $Y$ ) и две обратные. Заметим, что взаимнообратные задания, интегрированные знания, полученные в результате решения прикладной задачи с помощью математического моделирования, представление информации в образно-наглядной форме являются также основными элементами технологии УДЕ, разработанной нашим коллегой, академиком РАО П.М. Эрдниевым.

Математические модели прикладных задач в обучении математике выступают как эффективное средство обучения, позволяющее реализовать прикладную ориентацию курса математики. Необходимо овладеть методом математического моделирования, который является ключом к решению прикладных задач из профессиональной области [1].

С. Н. Мухина в своем исследовании отмечает, что «**функция прикладной значимости математики** в учебном процессе реализуется через использование в процессе обучения математике прикладных задач, сближение методов решения учебных задач с методами, применяемыми при изучении специальных дисциплин, обучение студентов построению математических моделей, реализацию межпредметных связей» [96].

Таблица 4. Применение математической модели в обучении студентов ЕН направлений подготовки

Этапы моделирования	Содержательная модель	Перевод содержательной модели на формальный математический язык	Изучение математической модели (решение)	Интерпретация результата исследования математической модели
ЕН направления				
Физика	<p><u>Закон радиоактивного распада атомов.</u>  Ядра атомов радиоактивных элементов с течением времени распадаются. Установлено, что скорость распада пропорциональна числу не распавшихся в данный момент ядер атомов.</p>	<p>Пусть <math>N</math> – число не распавшихся в данный момент ядер атомов (концентрация реагирующего вещества, величина численности популяции). Из условий задачи получим <math>\frac{dN}{dt} = -\lambda N</math>, где <math>\lambda</math> – коэффициент пропорциональности (постоянная распада, постоянная скорости реакции, постоянная скорости изменения популяции). Знак минус берется, так как с течением времени <math>N(t)</math> уменьшается, а производная убывающей функции отрицательна, но скорость величина положительная. Требуется установить зависимость <math>N(t)</math> от времени, если при <math>t=0</math> число нераспавшихся ядер атомов (концентрация вещества, численность популяции) <math>N = N_0</math></p>	<p><math>\frac{dN}{dt} = -\lambda N</math> – уравнение с разделяющимися переменными. Разделим переменные и проинтегрируем обе части полученного равенства</p> $\frac{dN}{N} = -\lambda dt \Leftrightarrow \int \frac{dN}{N} = -\lambda \int dt$ $\ln N  = -\lambda t + \ln C$ $\ln N  = \ln e^{-\lambda t} + \ln C$ $N = C e^{-\lambda t}$ <p>При подстановке в последнее равенство начальных условий при <math>t=0</math> <math>N = N_0</math>, получим <math>C = N_0</math>.  Формула <math>N = N_0 e^{-\lambda t}</math> представляет все законы в виде экспоненциальной функции</p>	<p>График законов и модели, описанных формулой <math>N = N_0 e^{-\lambda t}</math> представлен на рисунке</p> 
Химия	<p><u>Закон реакции первого порядка</u>  Скорость химической реакции зависит от концентрации реагирующих веществ. Установлено, что скорость химической реакции пропорциональна концентрации реагирующего вещества.</p>			
Биология	<p><u>Модель Лотки-Вольтерры</u>  Скорость изменения популяции хищников, при условии отсутствия популяции жертв пропорциональна величине численности популяции.</p>			

Среди видов заданий практико-ориентированного характера мы выделяем задачи, среди которых: задачи с производственным содержанием, решение прямых и обратных задач (по технологии УДЕ П.М. Эрдниева[179]), составление системы взаимосвязанных задач, составление контекстных задач, ситуативных задач (по методике Л.С. Илюшина [59]). Наша установка на решение и составление задач в качестве ядра практико-ориентированного обучения определяется важными функциями в обучении математике. Выдающийся математик и методист математики Д. Пойа так описывает роль задач в математическом образовании: «Умения, навыки являются наиболее важной составной частью математической культуры, гораздо более важной, чем просто знание определенных фактов и теорем» [118, с. 309].

Для повышения интереса к дисциплинам математического цикла у студентов естественнонаучных направлений мы поставили задачу разработать блок практико-ориентированных задач. При составлении подобных задач следует учитывать уровень составляемых задач (таблица 5)

Таблица 5. Уровни сложности практико-ориентированных задач

Уровень	Практико-ориентированная задача
уровень воспроизведения	Для решения требуется один теоретический факт при разрешении практической ситуации
уровень связи	Для решения требуется комбинация нескольких математических идей при разрешении практической ситуации, применяются знания из разных разделов математики, личные наблюдения
уровень размышления	Для решения требуется исследовательский подход при построении математической модели ситуации, изучении нового материала, поиска нескольких способов решения одной задачи

Значимость математического знания для формирования профессиональных компетенций отчасти подтверждается словами Д.А. Граве: «Ключ к решению многих научных задач в их удачном изложении языком математики». Однако, как показал проведенный нами опрос, большинство студентов естественнонаучных направлений не понимают значимость математических знаний в освоении про-

фессиональных программ [147, с. 73]. В связи с этим перед преподавателями высшей математики стоит задача не только в активизации познавательной деятельности студентов, но и демонстрации значимости основных математических понятий в дальнейшей профессиональной деятельности студентов.

Несмотря на абстрактность многих математических понятий, различные разделы математики находят свое применение в естественнонаучном образовании. Так, в профессиональной подготовке химиков теория групп применяется в квантовой химии, теория графов – в органической химии, дифференциальные уравнения – в химической кинетике. Приложения математики в естественнонаучных дисциплинах обширны и разнообразны.

Практико-ориентированный подход наиболее ярко проявляется в проектной деятельности. Так, выполнение отдельных этапов проектной деятельности (поиск, обобщение информации, систематизация содержания исследования, математическая и статистическая обработка данных, а также презентация результатов исследования в проектах) требует привлечения математических операций и компьютерного сопровождения. Для нашего исследования значим практико-ориентированный подход к формированию профессионально-значимых умений в аудиторных формах работы со студентами в учебном процессе.

### *Задачный метод в практико-ориентированном обучении*

Задачный метод в реализации практико-ориентированного обучения математике не ограничивается приемом составления задач, решения взаимосвязанных задач и решения задач разными способами: графическим, словесным, аналитическим и другими. Авторы диссертационных исследований о роли задачного подхода в различных областях (В.И. Бахмат, Н.Ф. Косарев, Н.В. Маняйкина и др.[9, 75, 88]), научных монографий (Г.А. Балл, Г.А. Клековкин, Н.Н. Тулькибаева и др.[7, 68, 158]) отмечают функциональную многогранность задач и их роль в повышении эффективности образования.

Существуют различные подходы к определению понятия «задачный метод», подробный анализ которых приведен в диссертационном исследовании Н.Ф. Косарева [75]. В общенаучном смысле «Задача»:

1) поставленная цель, которую стремятся достигнуть; 2) поручение, задание; 3) вопрос, требующий решения на основании определенных умений и размышления (математическая задача, письменная задача), проблема; 4) один из методов обучения и проверки знаний и практических навыков, применяемых во всех типах общеобразовательных и специальных учебных заведений» [13, с. 277].

Чем обоснован выбор задач как вида задания для оптимальной реализации практико-ориентированного обучения математике студентов-естественников? Наш выбор основан на том, что именно задачи входят в систему обязательных для обучения математике заданий и связаны с операциональным характером деятельности в ходе освоения математики. В любой задаче присутствует расчетная, математическая часть и содержательно-информативная, которую можно варьировать в зависимости от профиля обучения.

Практико-ориентированные задачи, являясь средством установления непосредственной междисциплинарной связи естественных наук и математики, призваны выполнять следующие функции:

- мотивационная, направленная на формирование заинтересованности в изучении естественнонаучных дисциплин, осознание ценности получаемых знаний для будущей профессиональной деятельности;
- познавательная функция направлена на формирование познавательного интереса к изучаемым объектам;
- информационная функция заключается в получении достаточно большого объема информации, связанной с различными приложениями математики, историей возникновения математических идей;
- воспитательная и развивающая функции направлены на формирование направленности студентов на профессиональную деятельность, развитие личного потенциала;

– интегративная заключается в формировании картины мира на основе межпредметных связей математики с дисциплинами естественнонаучных направлений;

– функции самообразования и самоконтроля направлены на развитие самоконтроля, критичности и способности давать оценку своим действиям

Приемам задачного подхода в традиционном и практико-ориентированном обучении свойственны как сильные, так и слабые стороны, анализ которых представлен в таблице 6.

Таблица 6. Сравнительный анализ задачного подхода в традиционном и практико-ориентированном обучении

Вид обучения	Сильные стороны	Слабые стороны
Традиционное обучение	Направлено на ускоренное формирование знаний	Слабо ориентировано на освоение будущей профессии
	Оперативный контроль за усвоением знаний	Слабая мотивация на освоение профессии в содержании обучения
	Теоретическая подготовка	Формализация усвоения теоретического материала
Практико-ориентированное обучение	Направлено на формирование умений практически применять знания	Требует больших затрат времени
	Оперативный контроль за усвоением умений	Требует технической и лабораторной базы для формирования практических навыков
	Формирование трудовых умений и навыков, имеющих междисциплинарный характер Возможность выбора вида и уровня заданий в практической деятельности	Необходимость реализации индивидуального подхода к выбору и организации практической деятельности студентов

В процессе поискового этапа педагогического эксперимента нами был выбран задачный метод, используемый в ходе изучения всех математических дисциплин. Проведем анализ задачного метода в практико-ориентированном обучении математике, результаты которого представим в таблице 7.

Таблица 7. Практико-ориентированный подход к применению задачного метода в обучении математике студентов ЕН направлений

Практико-ориентированный подход	Контекстные задачи по направлениям подготовки	Составление и решение взаимосвязанных задач и их систем	Кейсы
Особенность	Включение содержания профессионально-значимой информации	Основной прием технология УДЕ – выполнение взаимообратных действий и операций	Приобретение знаний через решение проблемной ситуации на основе фактов из реальной жизни
Функции	- исследовательская; - аналитическая; - прогностическая; - преобразующая; - нормирующая	- развивающая; - преобразующая; - рефлексивная; - самооценки	- исследовательская; - аналитическая; - прогностическая; - преобразующая; - нормирующая
Средства	- учебная информация по направлениям подготовки, справочное обеспечение; - алгоритмы составления задач. Методика Л.С. Илюшина	- учебная информация по направлениям подготовки, справочное обеспечение; - алгоритмы составления задач. Технология УДЕ П.М. Эрдниева	- учебная информация, необходимая для анализа кейсов; - описание конкретной ситуации; - задания к кейсу
Методы	- метод контекстного обучения по А.А. Вербицкому	Метод конструирования задач путем анализа данных и результатов при составлении обратной задачи	- метод инцидентов; - метод разбора деловой корреспонденции; - игровое проектирование; - метод дискуссии; - кейс-стади
Результат	Презентация задач Повышение интереса к овладению профессиональными знаниями	Решение и составление Достижение понимания взаимосвязи количественных зависимостей	Решение задачи Понимание применимости теоретических знаний в решении конкретных ситуаций

Установление содержательной и методологической связей курса высшей математики с профессиональной составляющей естественнонаучного образования осуществляется за счет практико-ориентированных (прикладных или практических) задач, одним из приемов является составление задач по технологии укрупнения дидактических единиц П.М. Эрдниева [179]. Рассмотрим один из элементов технологии УДЕ – взаимообратные задачи. Решение прямых и обратных задач в



обучении естественным наукам способствует более полному усвоению учебной темы. Так, в обучении химии применим прием прямых и обратных действий при формировании расчетных умений в изучении равновесных процессов в растворах малорастворимых веществ. Данный прием помогает студенту глубже понять количественные закономерности и рациональный смысл **расчетных действий** и приобрести практические навыки. Применение таких приемов преподавателями профильных направлений физики, химии и биологии также можно считать одним из условий практико-ориентированного подхода в образовательной среде вуза. Примеры из опыта совместного проведения занятий по профильным дисциплинам с помощью математического инструментария приведены в статьях [22, 23, 187].

М.В. Носков и В.А. Шершнева считают, что для формирования профессиональной компетентности выпускников необходимо модернизировать «...содержание образования таким образом, чтобы уже в течение первого года обучения показать студентам связь изучаемого учебного материала каждой дисциплины с их будущей профессиональной деятельностью либо с перспективами развития общества» [103]. Так как многие профильные дисциплины изучаются студентами на протяжении всего обучения в вузе, а математические дисциплины лишь на первых курсах, то необходимо построение системы практико-ориентированных задач в логике курса математики, но с учетом возможностей дальнейшего применения знаний в профессиональной деятельности.

Внедрение практико-ориентированных задач в процесс обучения математическим дисциплинам направлено на достижение понимания студентами сущности изучаемых математических понятий, функциональность этих знаний в профессиональной подготовке.

В характеристике отдельных аспектов исследования профессиональной подготовки мы обращаемся к аспектному анализу профессионального образования [42, 132], в котором важно понимание понятия функции математики и ее инструментария в профессиональной подготовке студентов. В.С. Леднев к функциям практического обучения относит функцию обеспечения понимания абстрактных понятий [82].

Примеры практико-ориентированных задач по теме «дифференциальное исчисление функции одной переменной» приведены в таблице 8.

Таблица 8. Расчетные задачи для студентов естественнонаучных направлений по теме: «Приложения определенного интеграла»

<p><b>Математика</b></p> <p>Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями:  <math>y = 1 + e^x, x = 0, x = -4, y = 0</math>.</p>	<p><b>Физика</b></p> <p>Сжатие <math>x</math> винтовой пружины пропорционально приложенной силе <math>F</math>. Вычислить работу силы <math>F</math> при сжатии пружины на 0,04 м, если для сжатия на 0,01 м нужна сила 10 Н.</p>
<p><b>Биология</b></p> <p>Реакция на определенную дозу лекарства спустя <math>t</math> часов его приема задается величиной <math>r(t) = te^{-t^2}</math> (выраженной в соответствующих единицах). Найти величину суммарной реакции на заданную дозу лекарства.</p>	<p><b>Химия</b></p> <p>Теплоты образования LiI при 298К в газообразном и твердом состояниях составляют <math>-67,0</math> и <math>-271,3</math> кДж/моль соответственно. Зависимость теплоемкости твердого LiI от температуры выражается уравнением <math>C_p^0 = 51,50 + 10,22 \cdot 10^{-3} T</math>. Теплоемкость газообразного LiI <math>C_p^0 = 36,68 + 14,24 \cdot 10^{-3} T</math>. Определить теплоту возгонки LiI при 680 К.</p>

Отбор задач практико-ориентированного содержания осуществлялся на основе критериев: соответствия фабулы и структуры решения задачи содержанию учебной темы и рассматриваемых профессиональных областей (контекстное обучение). Применение прямых и обратных задач, составление системы взаимосвязанных задач по технологии УДЕ позволяют выявлять скрытую взаимосвязь количественных и качественных аспектов изучаемых процессов, а совместное и одновременное изучение взаимосвязанных понятий и операций, визуализация учебной информации способствуют активизации познавательной деятельности студентов.

## ВЫВОДЫ ПО ПЕРВОЙ ГЛАВЕ

1. На основе анализа развития профессионального образования раскрыты основные понятия исследования («профессиональная подготовка», «практико-ориентированный подход», «средства математического инструментария»). Профессиональная подготовка студентов естественнонаучных направлений рассматривается как процесс освоения обобщенных трудовых функций и компетенций студентами, как целенаправленная, последовательно насыщаемая профессиональными знаниями, умениями и навыками образовательная деятельность на основе теоретических знаний и конкретизируемая в дисциплинах базового и профессионального уровней подготовки.

Практико-ориентированный подход – это ориентация педагога, исследователя на практику как способ повышения профессиональной направленности студентов и формирования профессионально-значимых умений посредством конструирования профильных учебных материалов в активной продуктивной деятельности с помощью инструментария. Суть практико-ориентированного подхода в подготовке студентов-естественников выражается в единстве формирования профессионально значимых умений и профессиональной направленности на основе фундаментальной базовой для естественников дисциплины – математики и ее инструментария в активной познавательной деятельности по конструированию профильного учебного материала.

2. Компонентный анализ обобщенных трудовых функций выпускников профессиональных стандартов по направлениям подготовки «Физика», «Химия», «Биология» и «Математика», а также анализ по относительно самостоятельным частям компетенций образовательных стандартов позволил выделить профессионально-значимые умения студентов: прогнозирование, моделирование, расчеты по видам профессиональной деятельности, сбор, статистическая обработка данных, перекодирование текстовой информации в наглядную, графическую и другие.

3. Анализ исследований профессиональной подготовки студентов средствами математического инструментария показал достаточную изученность в подготовке выпускников, базирующихся в области прикладных наук (экономика, информатика, педагогика и др), в которых конкретные методы математики выступают инструментом формирования значимых для профессии профессиональных умений. Применение математического инструментария для подготовки студентов естественнонаучных направлений характеризуется тем, что профессиональные области подготовки студентов базируются на дисциплинах, относящихся, как и математика, к группе фундаментальных. В применении математического инструментария для студентов естественнонаучных направлений важно раскрывать значимость не только операциональной составляющей математики, но и мировоззренческой, отражающей единство материального мира, пронизанного количественными отношениями.

4. В главе раскрыты функции и особенности применения математического инструментария для формирования профессионально-значимых умений и компетенций студентов естественнонаучных направлений, приведены примеры междисциплинарной интеграции естественнонаучных областей и математики. Введено уточнение в понятие *«математический инструментарий»*, которое определяется как *«совокупность инструментов практической деятельности, включающей методы математики (математическое моделирование и задачный метод) с возможностями компьютерной поддержки для решения практических задач профессиональной подготовки и проявляющейся в вовлечении студентов в продуктивную деятельность по формированию профессионально-значимых умений»*.

## **ГЛАВА 2. МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СРЕДСТВАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ**

### **2.1. Анализ состояния профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений. Определение системы принципов построения модели исследования**

Выбор практико-ориентированного подхода в профессиональной подготовке студентов естественнонаучных направлений средствами математического инструментария определялся анализом основных затруднений студентов в освоении математических дисциплин. Учет специфики математики, роли содержания и методов обучения в формировании компетенций студентов-естественников был определен в ходе поискового этапа педагогического эксперимента. В проведенном опросе студентов о затруднениях в овладении дисциплинами профессионального цикла были указаны затруднения, связанные с недостаточной математической подготовкой [147]. В экспериментальном обучении наши студенты отметили влияние математической подготовки на овладение ими профессиональными знаниями. На последующих этапах обучения проверялось умение создавать экспериментальные модели профессиональных задач, знания об ограничениях и границах применимости моделей и интерпретации полученных результатов и другие. Анализ проверки студентов естественнонаучных направлений (химиков, физиков и биологов) выявил недостаточность их математической подготовки для овладения профессиональными умениями. Эти результаты констатирующего этапа эксперимента определили поиск практико-ориентированного подхода средствами математического инструментария.

К числу причин недостаточного усвоения математики как фундаментальной дисциплины для естественнонаучных и других направлений подготовки, в которых высока зависимость профессиональной подготовки от степени овладения

студентами математическим инструментарием, методисты относят причины высокой абстрактности математических знаний, слабую довузовскую подготовку студентов, недостаточную мотивацию на изучение математики при высокой профессиональной направленности. Например, в медицинские вузы абитуриенты сдают экзамен в формате ЕГЭ на базовом уровне, а не профильном. При поступлении на бакалавриат по естественнонаучным направлениям абитуриентами сдается экзамен на профильном уровне. Однако экзамен по профильному уровню математики не сдается студентами-иностранцами и выпускниками СПО, что в комплексе с языковым барьером первокурсников создает затруднения в освоении базовых дисциплин. Кроме того, среди обучающихся студентов с ограниченными возможностями здоровья также выявлены затруднения, связанные с применением математики в овладении профессией.

Высокая направленность на овладение будущей профессией и недостатки базовой математической подготовки, непонимание практической применимости математических знаний определили в начале педагогического эксперимента выбор способов решения проблемы. Диагностика знаний и умений и компетенций позволила корректировать способы и методы обучения в экспериментальном исследовании [153, 155]. Математика относится к блоку основных базовых дисциплин в образовательных программах студентов-естественников.

К числу причин снижения уровня базовой математической подготовки школьниками исследователи относят неудачное реформирование школьного математического образования, насыщение школьной математики новыми разделами из основ математического анализа в ущерб основательному усвоению школьниками базовых математических знаний и умений и другие. Причинами снижения уровня математической подготовки являются разные стартовые возможности первокурсников, усиление интернационализации студенчества. Так, в Калмыцком госуниверситете, имеющем статус опорного регионального вуза, процент студентов-иностранцев, изучающих естественные науки, составляет 29% за счет притока студентов из постсоветского пространства, имеющих значительные языковые затруднения.

Первым этапом диссертационного исследования было выявление причин, затрудняющих формирование компетентности студентов-естественников. С этой целью нами были поставлены задачи: определение профессиональной направленности студентов и уровень математических возможностей студентов (анализ на основе входного контроля). На формирование профессиональных компетенций студентов и повышение функциональности математических знаний, в первую очередь, влияет их мотивация на овладение профессией. Мотивированность учения как психологическая характеристика интереса учащегося к усвоению знаний, к собственному развитию (А.К. Маркова, В.Э. Мильман, Л.М. Фридман [89, 95, 163]), диктуется уровнем профессиональной направленности. Диагностика уровня профессиональной направленности осуществлялась по тесту-опроснику Т.Д. Дубовицкой [43]. В опросе на всех этапах исследования приняли участие 262 студента первых курсов направлений «Физика», «Биология», «Химия» ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова». Методика состоит из двадцати суждений и предложенных вариантов ответа, результат оценивается в баллах 0-18, при обработке результатов ответы на вопросы 1 и 20 не учитываются. Нормативные границы, предлагаемые для определения уровня профессиональной направленности, переведены в ранговую шкалу: 0-4 балла – низкий уровень профессиональной направленности, 5-13 баллов – средний уровень профессионально направленности [43]. Распределение по уровням профессиональной направленности представлено на рисунке 4.

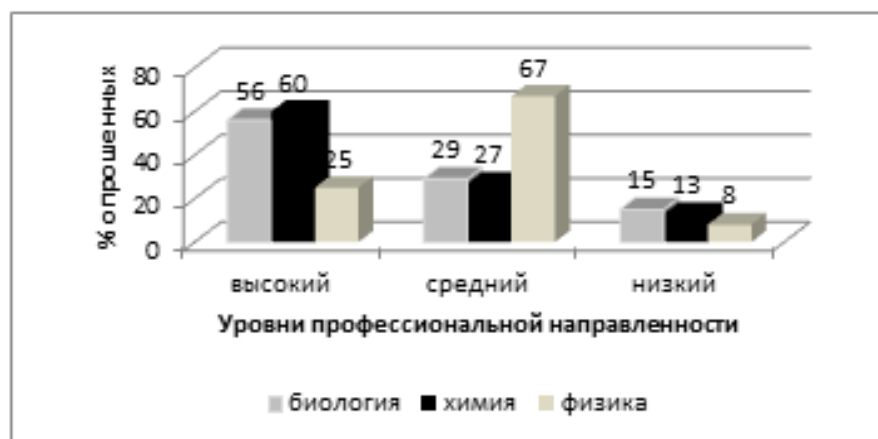


Рисунок 4. Результаты диагностики профессиональной направленности

Большой процент студентов среднего и высокого уровней профессиональной направленности показал, что мотивационно-ценностные установки не являются причиной снижения функциональной грамотности студентов названных направлений. Через месяц обучения на выбранных направлениях студентам первых курсов было предложено ответить на вопросы анкеты (Приложение 1), анализ результатов которой приведен ниже.

Результаты ответов на вопрос «Почему Вы выбрали именно данное направление подготовки, на которое поступили?» представлены в таблице 9. Вескими причинами выбора профессии большинством студентов выбраны: – меня привлекает моя будущая профессия (40,43%); – меня интересует данная область науки (36,17%).

Таблица 9. Распределение ответов на вопрос анкеты: Почему Вы выбрали именно данное направление подготовки, на которое поступили?

Вариант ответа	Направление подготовки						Всего	
	Биология		Химия		Физика			
	чел.	%	чел.	%	чел.	%	чел.	%
Эта специальность кажется мне престижной	7	7,1	23	21,9	13	22,03	43	16,41
Родители настояли на поступлении на это направление подготовки	18	18,36	11	10,47	14	23,72	43	16,41
Эта специальность поможет получить высокооплачиваемую работу	-	0	34	32,38	4	6,77	7	14,89
Подавал документы по совету друзей	18	18,36	12	11,42	-	0	5	11,45
На этом направлении подготовки меньше конкурс	24	24,48	6	5,71	4	6,77	34	12,98
Меня привлекает моя будущая профессия	37	37,75	57	54,29	14	23,73	108	41,22
На это направление подготовки легче сдать вступительные экзамены	8	8,16	-	0	4	6,78	12	4,58
Меня интересует данная область науки	37	37,76	29	27,62	25	42,37	91	34,73



На вопрос «Представляете ли Вы на данный момент специфику своей будущей профессии?» получены следующие ответы:

– да – 219 чел. (83,59%), из них студенты направлений: «Биология» – 81 (82,65%), «Химия» – 87 (82,86%), «Физика» – 51 (86,44%);

– нет – 43 чел. (16,41%), из них студенты направлений: «Биология» – 17 (17,35%), «Химия» – 18 (17,14%), «Физика» – 8 (13,56%).

Изменение отношения студентов к выбранному направлению подготовки в процессе обучения в университете приведены на рисунке 5. У большинства респондентов не изменилось отношение к выбранному направлению подготовки – 128 чел. (48,85%).

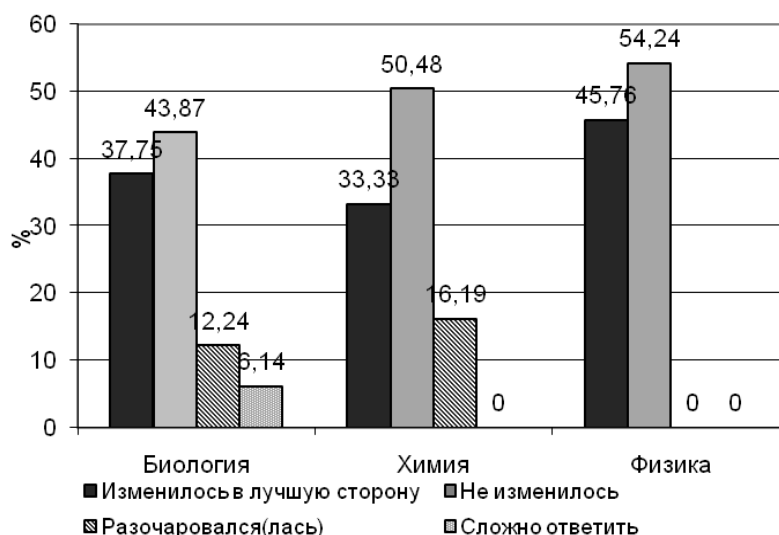


Рисунок 5. Изменение отношения к выбранному направлению подготовки

Для определения значимости дисциплины «Математика» первокурсникам был предложен вопрос анкеты: «Для чего, на Ваш взгляд, нужен курс математики в подготовке студентов вашего направления подготовки?» Полученные результаты показывают, что большинство опрошенных считают математику важной для решения учебных и профессиональных задач. Респондентам было предложено назвать дисциплины, с которыми, по их мнению, связана дисциплина «Математика». Дисциплины, названные наибольшим числом студентов: «Физика» – 145 чел.

(55,34%), «Химия» – 89 чел. (33,96%). Полученные результаты согласуются с влиянием математики на профессиональную деятельность выпускников и математической составляющей учебных программ бакалавров. Выявление основных затруднений по изучению математики показало, что 34,35% (90) студентов отметили недостаток школьных математических знаний, из них по направлению «Химия» – 50 студентов или 47,62% (рисунок 6).



Рисунок 6. Распределение ответов на вопрос: «Легко ли Вы справляетесь с учебной нагрузкой по дисциплине «Математика»?»

В следующем вопросе было предложено выбрать из списка и ранжировать причины, мешающие усвоению материала по математике, а также дополнить список иными причинами, проставив соответствующий ранг. Результаты ответов отражают выделенные студентами значимые причины, мешающие усвоению материала по дисциплине «Математика», следующим образом:

I. пробелы в знаниях – 100 чел. (38,1%) и низкую работоспособность – 56 чел. (21,37%);

II. сложность освоения высшей математики студентом в вузе по сравнению с базовой математической подготовкой в образовательных учреждениях (школы, техникума, колледжа и т.п.) – 56 чел. (21,37%) и низкую работоспособность – 45 чел. (17,18%);

III. отсутствие интереса к учебе – 28 чел. (10,68%);

IV. нежелание получать определенную специализацию – 27 чел. (10,3%);

V. ожидание незначительного повышения уровня требований к освоению математики в общеобразовательной подготовке и реальным уровнем требований к освоению математики в профессиональной подготовке в вузе – 28 чел. (10,68%);

VI. отсутствие адаптивной учебной литературы – 33 чел. (12,59%).

В качестве других причин назван: языковой барьер – 18 чел. (6,87%).

На вопрос: «Считаете ли Вы, что если на занятиях по математике использовать математические задания, связанные с другими дисциплинами, то ее изучение пройдет более успешно» опрошиваемые ответили: да – 201 чел. (76,71%), нет – 61 чел. (23,29%). Распределение ответов на вопрос: «Что необходимо для повышения интереса к дисциплине «Математика»?» представлено в таблице 10.

Таблица 10. Предпочтение студентов-естественников в типах задач, необходимых для включения в содержание математических дисциплин

Вариант ответа	Направление подготовки						всего	
	Биология		Химия		Физика			
	чел.	%	чел.	%	чел.	%	чел.	%
Решать только стандартные типовые задачи по строго заданному алгоритму	19	19,3	27	25,7	23	38,9	69	26,3
Проводить самостоятельную работу по поиску, составлению и решению задач, касающихся Вашей будущей профессии	51	52	71	67,6	32	54,2	154	58,8
Решать задачи, в условии которых используются данные из связанных с математикой дисциплин	28	28,7	7	6,7	4	6,9	39	14,9
Другое	0	0	0	0	0	0	0	0

В период проведения педагогического исследования у студентов первых курсов определялся уровень математической подготовки посредством проведения

входного контроля [21]. В ходе исследования в структуру заданий входного контроля были внесены изменения. Первоначально входной контроль знаний первокурсников по математике (Приложение 2) включал задания следующих блоков: алгебра (задание 1 – множества, 2 – последовательности); 6 – тождественные преобразования алгебраических выражений; 7–9 – решение уравнений, содержащих модуль, радикалы и логарифмических уравнений; 14 – задачи на проценты), геометрия (задание 4 – определение верности суждения); 15 – построение фигуры на плоскости и вычисление ее площади, тригонометрия (задание 5 – решение простейших тригонометрических уравнений, 13 – вычисление значений тригонометрических выражений), функции и графики (задание 3 – определение типа простейшей элементарной функции; 10 – построение графиков функций; 11 – нахождение наибольшего или наименьшего значений функции; 12 – нахождение области определения функции). Общее число студентов 50, из них студентов направления «Химия» – 18, «Физика» – 16, «биология» – 16. Общее число заданий – 15. Был проведен математико-статистический анализ качества тестов и тестовых заданий на основе классической теории тестов [108]. Анализ проведен с помощью табличного процессора Excel. По надежности тест, имея коэффициент 0,702, принадлежащий отрезку  $[0,7; 0,79]$ , оценивается как удовлетворительный. Расчет надежности проводился по следующей схеме. В силу величины выборки далее будут приведены лишь фрагменты таблицы. Ниже, на рисунке 7, приведены графики, построенные по результатам относительной частоты правильных ответов за задания.

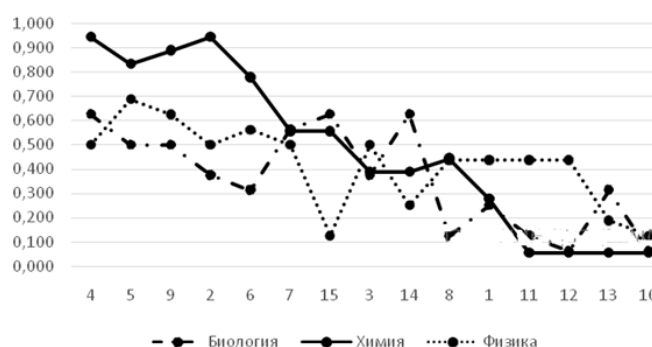


Рисунок 7. График результатов тестирования

Полученные результаты проведенного контроля показали, что наименьшие затруднения у студентов химиков вызвали задания на последовательности, верность суждения и решение простейшего логарифмического уравнения. Студенты группы «Физика» лучше справились с решениями простейших уравнений (задания 5, 9). Студенты направления «Биология» лучше справились с определением верности суждения, с задачей на проценты и построение фигуры на плоскости по заданным точкам (задания 4, 14, 15).

Тест и опрос, проведенные в 2016–2017 учебном году, показали необходимость пересмотра задач и ввода в тест практико-ориентированных заданий.

В опросе по измененному тесту приняли участие 212 студентов. Измененный тест состоял из 21 задания, разбитого на блоки: в первом блоке 12 заданий, во втором – 6, в третьем – кейс-задание из 3 пунктов (Приложение Г). Первый блок состоял из заданий на диагностику базовых понятий, второй включал задания на проверку возможностей использовать полученные знания и умения для выполнения типовых заданий, третий – профессионально-ориентированные задания. При обработке результатов входного контроля применялась модель оценки результатов обучения, в основу которой положена методология В.П. Беспалько об уровнях усвоения знаний и постепенном восхождении обучающихся по образовательным траекториям.

В.П. Беспалько выделяет четыре уровня:

Первый уровень – узнавание объектов, свойств, процессов при повторном восприятии информации о них или действий с ними (знания-знакомства).

Второй уровень – воспроизведение, репродуктивное действие – самостоятельное воспроизведение и применение информации для выполнения данного действия (знания-копии).

Третий уровень – применение, продуктивное действие – поиск и использование субъективно новой информации для самостоятельного выполнения нового действия (знания, умения, навыки).

Четвёртый уровень – творчество, творческое действие – самостоятельное конструирование способа деятельности, поиск новой информации (знания-трансформации) [12].

Кроме того, автором модели предложен алгоритм определения достигнутого уровня обученности и предусмотрена невозможность перехода на следующий уровень при недостаточном освоении (меньше, чем на 70%) предыдущего [12].

Результаты входного контроля по математике первокурсников показали в целом низкий уровень математической подготовки (рисунок 8). Представленный результат проверки исходного уровня математических знаний отражает неоднородность студенческих групп по уровням математической подготовки, 15,09% студентов смогли справиться только с заданиями базового уровня.

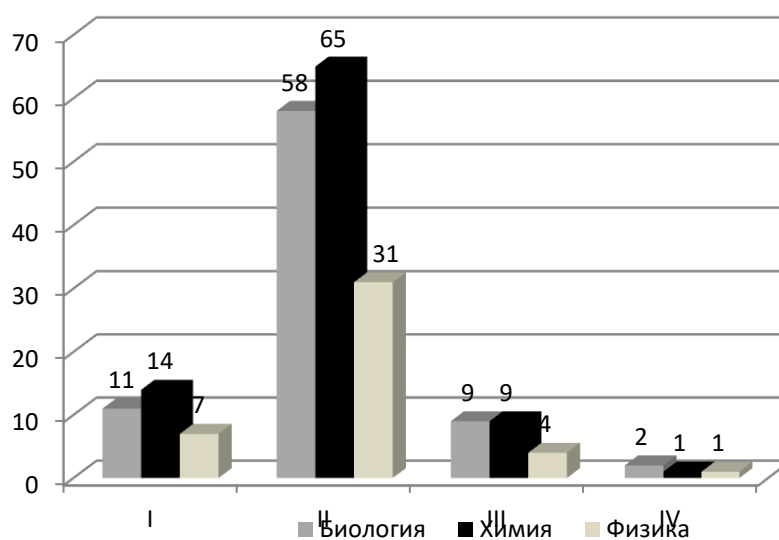


Рисунок 8. Результаты входного контроля по математике

Анализ результатов входного контроля показал, что наибольшие затруднения у студентов всех направлений вызвали: нахождение множества значений функции, первообразной функции, определение точек экстремума по графику производной функции и задания практической направленности. Выявлен низкий процент выполнения заданий практико-ориентированного характера (9,9% – 22 студента).

В настоящее время возрастает внедрение практико-ориентированных задач для проверки уровня освоения математических дисциплин на всех ступенях обу-

чения в рамках ОГЭ (задания 1–5, изменения внесены в КИМы 2020 года), ЕГЭ и проекта «Федеральный интернет-экзамен в сфере профессионального образования» (кейс-задания, третий блок). Данный факт в очередной раз подтверждает актуальность проблемы исследования и необходимость внедрения практико-ориентированных задач в процесс обучения математическим дисциплинам не только на уровне среднего образования, но и высшего. Овладение функциональной математической грамотностью зависит от преемственности среднего и высшего образования, а успешность профессиональной подготовки в вузе зависит от уровня базовой подготовки выпускника в вузе. Математические дисциплины по всем программам бакалавриата естественнонаучных направлений изучаются на младших курсах обучения студентов в вузе, лежат в основе фундаментальной подготовки для освоения профильных дисциплин. Проведенный в ходе исследования анализ выполнения обучающимися различных ступеней обучения практико-ориентированных задач выявил, что в группе I участников ЕГЭ с низким уровнем подготовки более или менее успешно справилась группа участников только с практико-ориентированными заданиями, в то время как в случае студентов участников ФЭПО лишь у представителей второго уровня успешно сформированы умения и навыки для решения практико-ориентированных задач [156]. Проведенный анализ лишь подтверждает мнение о различающемся уровне требований учреждения довузовского образования и вуза в вопросе подбора практико-ориентированных задач.

Полученные результаты опросов студентов дают возможность утверждать, что в содержание математических дисциплин необходимо вводить задачи, связанные с их будущей профессиональной деятельностью, не игнорируя тот факт, что «в основе практико-ориентированного образования лежит разумное сочетание фундаментального образования и профессионально прикладной подготовки» [182].

В ходе исследования проведен анализ ФГОС 3-го поколения (утвержденных в период с 2014 г. – по наст. время), рабочих учебных планов естественнонаучных направлений, выявлено усиление практической направленности обучения, в том

числе за счет уменьшения соотношения лекционных и практических или лабораторных занятий. Для студентов направлений «Биология», «Химия» и «Физика» определен инвариант содержания математических дисциплин, а также осуществлен отбор практико-ориентированных технологий.

Для построения модели системы профессиональной подготовки студентов ЕНН средствами математического инструментария были определены методологические основы практико-ориентированного подхода, закономерности естественнонаучного познания и обучения, выявлена система принципов для достижения цели и задач исследования. В определении методологических основ исследования учитывались экспериментальный и исследовательский характер практической деятельности выпускников в естественнонаучных областях деятельности и интегрирующая роль математики в формировании профессионально-значимых умений и профессиональной направленности. Исследователи отмечали, что связь математики с опытом более сложная и опосредованная, а ее связь с мышлением, напротив, более непосредственна, чем у естествознания [171, 169]. Сложность взаимосвязи естественных наук с математикой как базовой наукой для естественников определила обращение исследователей к математическому инструментарию как посреднику между теорией и практикой.

Для реализации цели исследования – разработки модели профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений на основе практико-ориентированного обучения средствами математического инструментария – была построена система принципов, которая учитывает роль каждого принципа в реализации модели. Э.Ф. Зеер сформулировано назначение дидактического принципа как «предписания о деятельности для достижения цели, которое содержит знание о противоречиях и закономерностях педагогического процесса, правила и требования их выполнения, условия реализации» [50].

В.В. Краевским выделены условия принципов для реализации в образовании: «для того чтобы принципы носили содержательный характер и были главной составляющей на пути от теории к практике, кроме закономерностей, следует использовать другие различные знания» [78, с. 11]. Для построения концепции и



модели необходима система принципов, регулирующих целенаправленность решения отдельных задач исследуемой проблемы, которая в свою очередь опирается на закономерности естественнонаучного познания и отвечает цели и задачам исследования:

– в образовательном процессе эффективность обучения определяется единством чувственного, логического, практического и эмоционального, а формирование компетенций единством интеллектуального и навыковых составляющих обучения в профессиональной подготовке студентов;

– эффективность практических форм обучения зависит от интенсивности обратных связей участниками образовательного процесса при обсуждении и решении предметных задач и способами математического моделирования учебной информации.

Для разработки модели профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений были раскрыты теоретико-методологические основания практико-ориентированного подхода, закономерности развития практико-ориентированного подхода, система принципов профессиональной подготовки студентов ЕНН: единства фундаментальной и прикладной направленности, единства образовательной и профессиональной подготовки, единства профессионально значимых и математических знаний.

Для построения системы принципов в нашем исследовании был определен анализ обобщенных трудовых функций выпускников естественнонаучных направлений подготовки в целях их соответствия математическому инструментарию в учебном процессе. Система принципов профессиональной подготовки студентов-естественников средствами математического инструментария представлена в таблице 11.

Таблица 11. Система принципов профессиональной подготовки студентов ЕНН средствами математического инструментария

<b>Принципы практико-ориентированного обучения студентов ЕНН</b>	<b>Принципы отбора инструментария для профессиональной подготовки студентов ЕНН</b>	<b>Принципы отбора содержания профессиональной подготовки студентов ЕНН</b>
<b>Профессиональной направленности</b> как комплекса мотивирующих факторов на подготовку к будущей профессии с первых этапов обучения студентов в вузе	<b>Соответствия инструментария обобщенным трудовым функциям</b> для понимания значимости овладения профессионально-значимыми умениями и компетенциями и ранней адаптации студентов к профессиональным умениям на уровне базовой дисциплины математики	<b>Соответствия содержания</b> образовательным целям, образовательному стандарту и профессиональному стандарту по направлению подготовки студентов
<b>Интегративности</b> , определяющей единство образовательных и профессиональных задач подготовки студентов ЕНН	<b>Единства образовательной и профессиональной подготовки</b> за счет сопряжения образовательных и профессиональных стандартов для выявления профессионально-значимых умений и компетенций и последующего отбора математического инструментария	<b>Единства профессионально-значимых умений и математических знаний</b> , естественнонаучных знаний и математических методов для понимания студентами функциональности математического инструментария
<b>Практической направленности</b> на формирование профессионально-значимых умений и компетенций в активной познавательной деятельности студентов как цель, процесс и результат профессиональной подготовки	<b>Направленность на развитие профессиональных компетенций</b> , формируемых в практической деятельности математическим инструментарием как способом рационализации и технологизации профессиональной подготовки студентов	<b>Соответствие содержания профильных знаний</b> возможностям применения математического инструментария для конструирования профильных учебных материалов по направлениям подготовки

Реализация принципа практико-ориентированного обучения студентов-естественников осуществляется в повышении профессиональной направленности, принцип интегративности проявляется в реализации единства образовательных и профессиональных задач подготовки студентов, единства образовательной и профессиональной подготовки студентов, единства профессионально-значимых умений и математических знаний студентов естественнонаучных направлений.

## **2.2. Модель реализации практико-ориентированного подхода в профессиональной подготовке студентов естественнонаучных направлений средствами математического инструментария и педагогические условия ее реализации**

Для достижения цели исследования профессиональной подготовки студентов на основе практико-ориентированного подхода средствами математического инструментария в соответствии с гипотезой была разработана и реализована модель этого сложного многокомпонентного и взаимосвязанного процесса. Для ее построения были определены методологические основы практико-ориентированного подхода, определены принципы, система которых составит концепцию профессиональной подготовки через практико-ориентированное обучение. В ходе экспериментального исследования выделены этапы становления профессиональной деятельности, а также внесены изменения в структуру модели при изменении внешних факторов, таких как смена ФГОС ВО и их обновление.

В соответствии с целью исследования была разработана модель системы профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений средствами математического инструментария. Разработанная модель включает существенные компоненты профессиональной подготовки студентов средствами математического инструментария и отражает взаимосвязь методологических оснований, функций практико-ориентированного подхода, методов и средств формирования профессионально-значимых умений и профессиональной направленности, а также педагогических условий реализации этой модели.

Для разработки теоретической модели нашего исследования мы опирались на закономерности обучения математики и естественных наук (глава 1):

1. развитие естественнонаучных знаний, овладение профессионально значимыми умениями зависит от практической составляющей обучения;
2. развитие мотивации и познавательного интереса к изучению основам естественнонаучных дисциплин зависит от выбора метода, наиболее мотивирующего студента на профессиональную деятельность;

3. в образовательном процессе эффективность обучения определяется единством чувственного и логического, практического и теоретического;

4. эффективность обучения зависит от открытости образовательного пространства, сформированности информационной среды вуза, интенсивности использования практико-ориентированных заданий.

Модель системы профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений средствами математического инструментария представлена на рисунке 9.

Модель системы профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений состоит из взаимосвязанных компонентов: *мотивационно-целевого, содержательного, процессуально-деятельностного, результативно-оценочного.*

**Мотивационно-целевой компонент** включает цель: повышение уровня профессиональной подготовки студентов на основе практико-ориентированного подхода и их профессиональной направленности.

**В содержательный компонент** включены цели, критерии отбора содержания естественнонаучного образования и математики в практико-ориентированном обучении студентов.

**Процессуально-деятельностный компонент** раскрывает функции профессиональной деятельности студентов-естественников, математические методы в составе математического инструментария, функции профессиональной деятельности студентов ЕНН, комплекс методов и приемов образовательных технологий.

**Результативно-оценочный компонент** модели включает: диагностический инструментарий, определение уровней профессиональной направленности и математической подготовки студентов, проверку сформированности профессиональных компетенций по индикаторам их достижений выпускниками. На основе содержательного анализа профессиональных компетенций студентов осуществлен отбор методов практико-ориентированного обучения: математическое моделирование, конструирование и задачный метод.

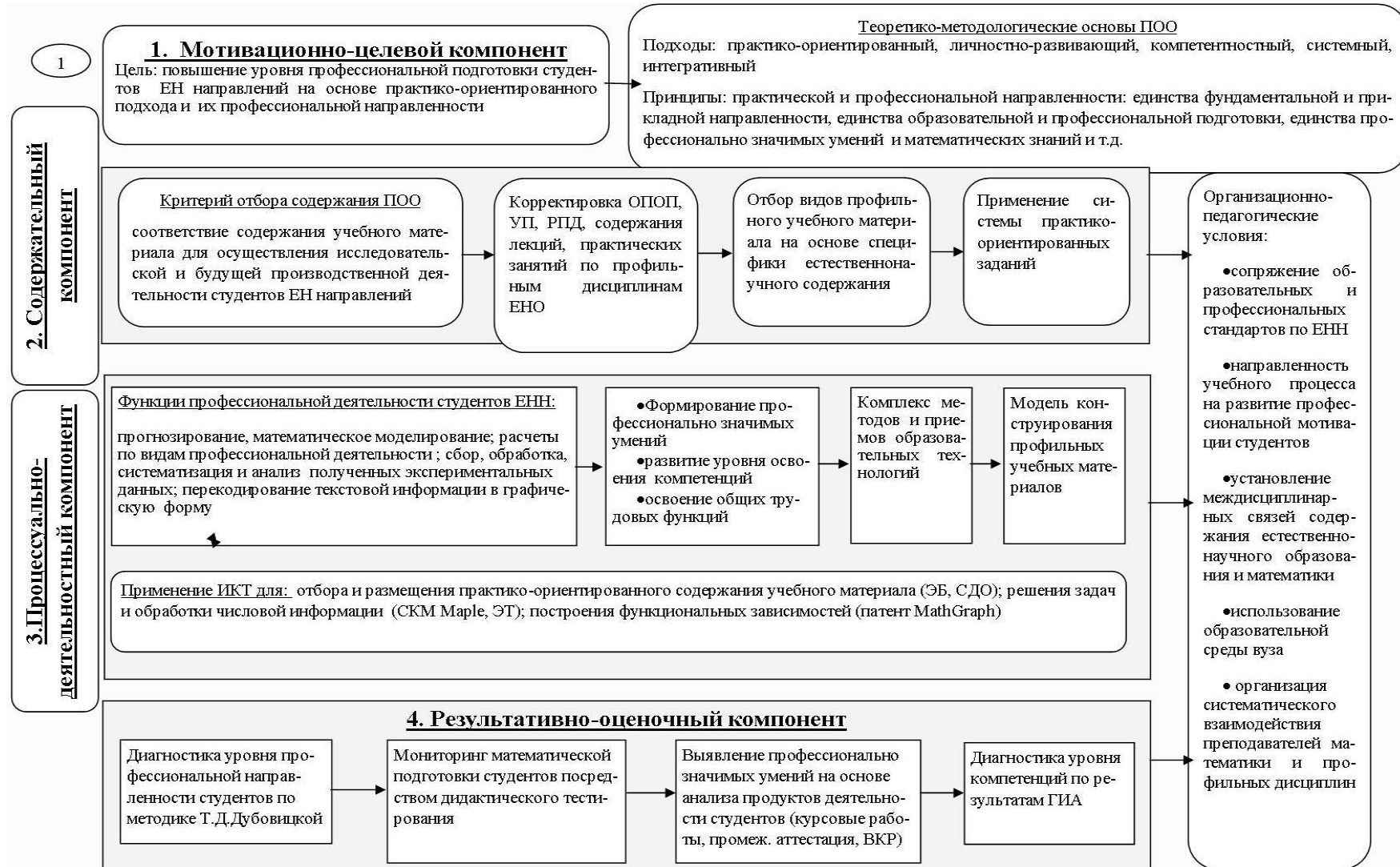


Рисунок 9. Модель системы профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений на основе практико-ориентированного подхода средствами математического инструментария

Модель системы профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений на основе практико-ориентированного подхода зависит от ряда внутренних и внешних факторов.

К внешним факторам мы относим:

- требования действующего законодательства в области высшего, требования работодателей к выпускникам на рынке труда;
- требования действующих федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС-3++) к основным квалификационным характеристикам выпускников по естественнонаучным направлениям подготовки и направлению «Математика»;
- производственное окружение вуза, позволяющее погружение в производственную сферу в период прохождения производственных практик естественнонаучных направлений, и характер отчетных заданий;
- учебная инфраструктура, образовательная среда вуза.

К внутренним факторам, влияющим на содержание построенной модели, мы относим:

- направленность личности на профессиональную подготовку и мотивацию к освоению математического инструментария для овладения профессией;
- специфику математики, ее инструментария как средств конструирования профильных учебных материалов будет влиять на эффективность профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений в вузе;
- содержание практических, лабораторных, семинарских занятий и практики для студентов естественнонаучных направлений подготовки, соотношение теории и практики в учебных планах, в том числе соотношение аудиторных и самостоятельных занятий, порядок взаимодействия с реальным сектором экономики.

Рассмотрим каждый из блоков представленной теоретической модели.

**Мотивационно-целевой компонент** разработан с учетом требований ФГОС ВО к овладению студентами компетенциями, базирующимися при применении математических методов, а также потребностями рынка труда на подготов-

ку выпускников вуза, способных к решению профессиональных задач. Мотивационно-целевой компонент включает цель: повышение уровня профессиональной подготовки студентов на основе практико-ориентированного подхода и их профессиональной направленности.

*Теоретико-методологические основы практико-ориентированного подхода* включают *методологические подходы* и *принципы*, раскрытые в главе 1. К ним относятся: практико-ориентированный, компетентностный и интегративный. Практико-ориентированный подход и компетентностный опираются на системный и деятельностный подходы. Их иерархическая соподчиненность и отличительные особенности практико-ориентированного подхода на современном этапе развития профессионального образования дана в главе 1.

*Система принципов* практико-ориентированного обучения включает: принцип практической и профессиональной направленности; единства теории и практики, интегративности, единства образовательной и профессиональной подготовки, единства профессионально-значимых и математических знаний и другие. Применение этих принципов регулируют основные этапы исследования профессиональной подготовки в соответствии с разработанной моделью для ее реализации.

В *содержательный компонент* включены цели, критерии отбора содержания естественнонаучного образования и математики в практико-ориентированном обучении студентов. Основным критерием отбора содержания практико-ориентированного обучения является соответствие содержания учебного материала для осуществления исследовательской и будущей производственной деятельности студентов естественнонаучных направлений. Содержание естественных наук, как и математики, включает инвариант и вариативную часть. Инвариант включает ядро теоретических знаний изучаемых дисциплин, а вариативная часть может содержать учебный материал, включающий междисциплинарные связи естественных наук и математики. Именно в последней могут формироваться практико-ориентированные умения и навыки. Установление междисциплинарных связей естественных наук и математики требуют:

- корректировки основных профессиональных образовательных программ, учебных планов, рабочих программ дисциплин, содержания лекций, практических занятий по профильным дисциплинам естественнонаучного образования и математике;
- отбора видов профильного учебного материала на основе специфики естественнонаучного содержания;
- применения системы практико-ориентированных заданий.

Для отбора содержания мы опирались на критерии, разработанные Ю.К. Бабанским с позиции теории оптимизации [4, с. 420], к которым мы относим следующие:

1. Критерий отражения в содержании математических дисциплин междисциплинарных связей между математикой и основными компонентами содержания и способов деятельности, методов познания естествознания, применения и общенаучных понятий.
2. Критерий выделения главного и существенного в содержании обучения математике, т.е. отбора в нем практико-ориентированных задач и способов их решения.
3. Критерий соответствия практико-ориентированного обучения математике действующим учебным планам и учебному времени на его освоение студентами.

Для выявления необходимых и действенных практико-ориентированных методов и технологий в условиях новой образовательной парадигмы нами учитываются изложенные критерии [157]. Отбор методов и приемов образовательных технологий определяет изменение всей структуры образовательного процесса, деятельность преподавателей и студентов. Нашей задачей было использование приемов технологии без изменения структуры учебных планов, нормирования учебного времени, но дающие практический эффект в достижении целей обучения.

**Процессуально-деятельностный компонент** раскрывает функции профессиональной деятельности студентов-естественников, математические методы. На основе анализа составляющих обобщенных трудовых функций (знания, уме-



ния и трудовые действия), приведенных в соответствующих профессиональных стандартах, были выделены функции профессиональной деятельности студентов естественнонаучных направлений. К таким относятся:

- прогнозирование, математическое моделирование;
- расчеты по видам профессиональной деятельности;
- сбор, обработка, систематизация и анализ полученных экспериментальных данных;
- перекодирование текстовой информации в графическую.

В соответствии с выделенными функциями происходит формирование профессионально значимых умений, развитие уровня освоения компетенций и освоение общих трудовых функций. На основе сопряжения профессиональных и федеральных государственных образовательных стандартов и проведенного в первой главе анализа осуществлен отбор методов (математическое моделирование и задачный метод) и приемов практико-ориентированных образовательных технологий. Предложена модель конструирования профильных учебных материалов, детальное описание которой приведено в следующем пункте.

Реализация практико-ориентированного обучения в современной информационно-насыщенной среде невозможна без информационно-коммуникативных технологий, которые привлекались как инструмент поиска информации, инструмент обработки, преобразования и математического моделирования. Особую трудоемкость внедрения практико-ориентированных технологий снимает привлечение программных средств для графического построения математических моделей, в проверке знаний и способов обработки. Автор данного исследования был одним из разработчиков программного продукта для обучения студентов способам графического построения [133]. В применении компьютерной поддержки практических задач в подготовке студентов в вузе мы поддерживаем мнение исследователей о приоритетности применения программных средств для решения конкретных учебных задач в организации и развитии цифровизации всей образовательной сферы (Л.В. Шелехова, Е.Н. Эрентраут и др. [172, 181]).

**Результативно-оценочный компонент** выявил значимость в реализации теоретической модели своевременной диагностики. Результативно-оценочный компонент включает: диагностику уровня профессиональной направленности студентов по методике Т.Д. Дубовицкой [43], мониторинг математической подготовки студентов, выявление профессионально значимых умений на основе анализа продуктов деятельности студентов и диагностику уровня компетенций по результатам ГИА.

Реализация разработанной модели профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений на основе практико-ориентированного подхода средствами математического инструментария, ее результативность зависят от выявленных в ходе экспериментального исследования организационно-педагогических условий:

- сопряжение образовательных и профессиональных стандартов естественнонаучных направлений. Оно отражено в первой главе для выявления функций профессиональной деятельности студентов-естественников, профессионально значимых умений и др.;
- направленность учебного процесса на развитие профессиональной мотивации;
- установление междисциплинарных связей содержания естественнонаучного образования и математики. Связь осуществляется посредством математического инструментария;
- использование образовательной среды вуза;
- организация систематического взаимодействия преподавателей математики и профильных дисциплин.

*Конструирование профильных учебных материалов средствами математического инструментария в условиях информационно-насыщенной среды*

В современном профессиональном образовании возрастает значимость изменения способа передачи готовых знаний студентам на необходимость разработки формирования профессионально значимых умений через создание собствен-

ных образовательных продуктов. Одной из поставленных задач нашего исследования стала не только разработка модели профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений на основе практико-ориентированного подхода, но и конкретизация этого подхода конструированием профильных учебных материалов средствами математического инструментария. В реализации процесса профильных учебных материалов нами был использован комплекс методов и приемов образовательных технологий, математический инструментарий в совокупности со средствами компьютерной поддержки, которые выполняли определенные функции на этапах получения результатов, включающие контекстные профилю подготовки задачи, кейсы и др.

В профессиональной педагогике процессу конструирования с помощью инструментария уделяется внимание исследователей и практиков, которое сокращает долю репродуктивных методов и усиливает продуктивный характер используемых в практической деятельности, отражает тенденцию технологизации образовательного процесса, его инструментальности, способствует рационализации и интенсификации профессиональной подготовки. Для системы профессионального образования процедура конструирования решает две задачи — образовательную (математическая подготовка) и задачу профессиональной подготовки путем формирования профессиональной направленности студентов в активной познавательной деятельности студентов.

Исследователи внедряли процедуру конструирования в процессе профессиональной подготовки экономистов, инженеров, учителей математики и информатики и др. (И.А. Байгушева, М.В. Егупова, А.В. Карманова, Е.Г. Плотникова, Г.И. Попова и др. [5, 45, 63, 114, 121]).

В профессиональной педагогике термин конструирование предполагает проектирование структуры деятельности студентов, средства и соответствующие специфике профессиональной сферы деятельности, а также разработку этапов конструирования и результат конструирования. Этот процесс отражает технологический аспект профессиональной подготовки, включает инструментарий для процесса конструирования.

В процессе реализации модели конкретизирован процесс конструирования профильных учебных материалов средствами математического инструментария: проведен отбор практико-ориентированного содержания из профессиональных областей подготовки с позиции критериев конструирования заданий и условий формирования профессиональных компетенций.

Процесс конструирования профильных учебных материалов осуществляется в активной познавательной деятельности на разных уровнях: содержательном, операциональном и оценочно-рефлексивном.

**На содержательном уровне:** Содержание профессиональной подготовки студентов-естественников в процессе конструирования учебных заданий профессиональной направленности средствами математического инструментария связано с установлением междисциплинарных связей математики с содержанием профессиональных, профильных знаний по направлению подготовки. На содержательном уровне конструирование профильных учебных материалов требует активного поиска производственной и профессионально-значимой информации, от преподавателя – координации усилий с преподавателями профильных дисциплин по разработке и корректировке ОПОП и фонда оценочных материалов. Отбор и анализ профильного содержания для конструирования профильных учебных материалов (задач, кейсов, заданий), выбор типа ресурсов для отбора содержания, направлены на формирование профессионально значимых умений в области будущей профессиональной деятельности. Для преподавателя приобретает значимость определение специфики содержания и профессиональной деятельности выпускников (область, сфера деятельности, трудовые функции выпускников), анализ и оценка результатов конструирования профильных учебных материалов, а также возможность компенсировать недостаток дидактического обеспечения практико-ориентированного материала (задач, кейсов, заданий) разработанными учебными материалами и формировать профессионально-значимые умения студентов. Реализуемые вузами направления профессиональной подготовки студентов естественнонаучной подготовки ограничены выбором 2–3 направлений, которые диктуются необходимостью формирования кадров региона, производственным окру-

жением, научно-техническими и кадровыми ресурсами, не всегда имеют достаточное методическое обеспечение профессиональной подготовки в виде готовых методических рекомендаций и фонда оценочных материалов. Для нашего исследования было важным обосновать принципы отбора содержания профильных знаний, выбора математического инструментария. В ходе реализации разработанной модели конкретизирован процесс конструирования профильных учебных материалов средствами математического инструментария, определены критерии отбора практико-ориентированного содержания профессиональных областей подготовки студентов для выявления условий формирования профессиональных компетенций студентов по направлениям подготовки.

### **Критерии отбора содержания**

1. Соответствие содержания образовательным целям, образовательному стандарту и профессиональному стандарту по направлению подготовки студентов, интересам работодателей и личности студента.

2. Соответствие содержания практической значимости изучаемого материала для будущей профессиональной деятельности.

3. Соответствие содержания профессиональной ориентации студентов, их мотивации на овладение будущей профессией.

4. Соответствие содержания возможностям инструментария математики для формирования профессиональных компетенций, для оценивания результатов экспериментальной и исследовательской деятельности выпускников.

5. Соответствие объема содержания времени, отводимому для изучения данного учебного материала, за счет использования возможностей современных средств, приемов образовательных технологий, методов и форм обучения.

*На операциональном уровне* конструирование профильных учебных материалов средствами математического инструментария потребовало анализа дидактических функций учебных заданий, определение этапов конструирования (алгоритма) профильных учебных материалов по направлениям подготовки средствами математического инструментария в комплексе с компьютерной поддержкой. Обоснование и разработка алгоритма конструирования в условиях разнообразного

содержания естественных наук по направлениям подготовки и разной степени математизации конкретного естественнонаучного направления связана с поиском отбора минимального и достаточного количества методов математического инструментария для всех 3-х направлений подготовки (глава 1). В конструировании разных видов профильных заданий по уровню сложности, применимости математических методов был использован дидактический потенциал образовательных технологий, их приемов в решении задач профессионального образования. Изучение специфики содержания по этапам профессиональной подготовки, особенностей применения математического инструментария в процессах конструирования определило поиск универсального алгоритма конструирования, в котором взаимосвязаны и иерархически соподчинены педагогические цели конструирования, приемы образовательных технологий, действия и операции для развития профессионально-значимых умений.

Конструирование профильных учебных материалов имеет ряд преимуществ: развитие опыта творческой деятельности студентов, оптимальность расхода времени педагогами, обеспечение формирования профессиональных компетенций по уровню сформированности «владеть», эффективность, возможность достижения поставленных задач при невысоких затратах сил, средств и времени. В качестве математического инструментария были использованы метод математического моделирования и задачный метод с возможностями применения прикладных пакетов для анализа математических моделей и построения функциональных зависимостей с помощью программы «Mathgraph», разработанной в соавторстве с коллегами-физиками.

Актуальность практико-ориентированного подхода в профессиональной подготовке обозначена педагогическим сообществом, определена в качестве стратегического направления развития образования на всех уровнях. В практике профессионального образования педагоги сталкиваются с недостаточным методическим обеспечением образовательного процесса контрольно-измерительными материалами. Создание банка учебных заданий, практико-ориентированных заданий и методических рекомендаций в СДО, ЭБ, соответствие их учебным планам и об-

разовательной программе — одна из ведущих задач вузовской профессиональной подготовки студентов.

Среди видов заданий практико-ориентированного характера мы выделяем задачи, среди которых: задачи с производственным содержанием, решение прямых и обратных задач (по технологии УДЕ П.М. Эрдниева [179]), составление системы взаимосвязанных задач, составление контекстных задач (А.А. Вербицкий [26]), ситуативных задач (по методике Л.С. Илюшина [59]).

Для повышения у студентов-естественников интереса к дисциплинам математического цикла и с учетом разноуровневости математических знаний отбор и составление задач необходимо проводить по уровням сложности:

- уровень воспроизведения (требуется один теоретический факт при разрешении практической ситуации);
- уровень связи (требуется комбинация нескольких математических идей при разрешении практической ситуации, применяются знания из разных разделов математики, личные наблюдения);
- уровень размышления (требуется исследовательский подход при построении математической модели ситуации, изучении нового материала, поиска нескольких способов решения одной задачи).

В таблице 12 приведены практико-ориентированные задания по уровням сложности по теме «Дифференциальное исчисление функции одной переменной» для студентов направления «Физика».

Таблица 12. Практико-ориентированные задачи по теме «Дифференциальное исчисление функции одной переменной»

Задания по уровням		
Уровень воспроизведения	Уровень связи	Уровень размышления
<p>Движение определяется уравнением <math>S(t) = 2t^2 - t + 1</math> (<math>t</math> в секундах, <math>S</math> в метрах). Найдите уравнение скорости движения</p>	<p>Материальная точка совершает прямолинейное движение по закону <math>S(t) = 5t + 2t^2 - \frac{2}{3}t^3</math>, <math>S</math> – путь в метрах, <math>t</math> – время в секундах. В какой момент времени <math>t</math> скорость движения будет наибольшей и какова величина этой наибольшей скорости?</p>	<p>Составляется электрическая цепь из двух параллельно соединённых сопротивлений. При каком соотношении между этими сопротивлениями сопротивление всей цепи максимально, если при последовательном соединении этих сопротивлений оно равно <math>R</math>?</p>
Требуется знать:		
<p>Физический смысл производной</p>	<p>1. Физический смысл производной 2. Необходимое и достаточное условие экстремума функции</p>	<p>1. Построение математической модели 2. Необходимое и достаточное условие экстремума функции</p>

В модели конструирования профильных учебных материалов (рисунок 10) определены дидактические функции учебных материалов: профессиональная направленность, информативность, профессиональная значимость, интерактивность процесса их построения, УДЕ, самостоятельность.

Целью модели является обоснование алгоритма конструирования учебных материалов. Приведены дидактические функции учебных материалов: профессиональная направленность, информативность, профессиональная значимость, интерактивность процесса их построения, УДЕ, самостоятельность. Определены функции математического инструментария: развитие профессионально значимых умений, установление причинно-следственных связей, возможность моделирования, перекодирование информации и преобразование.



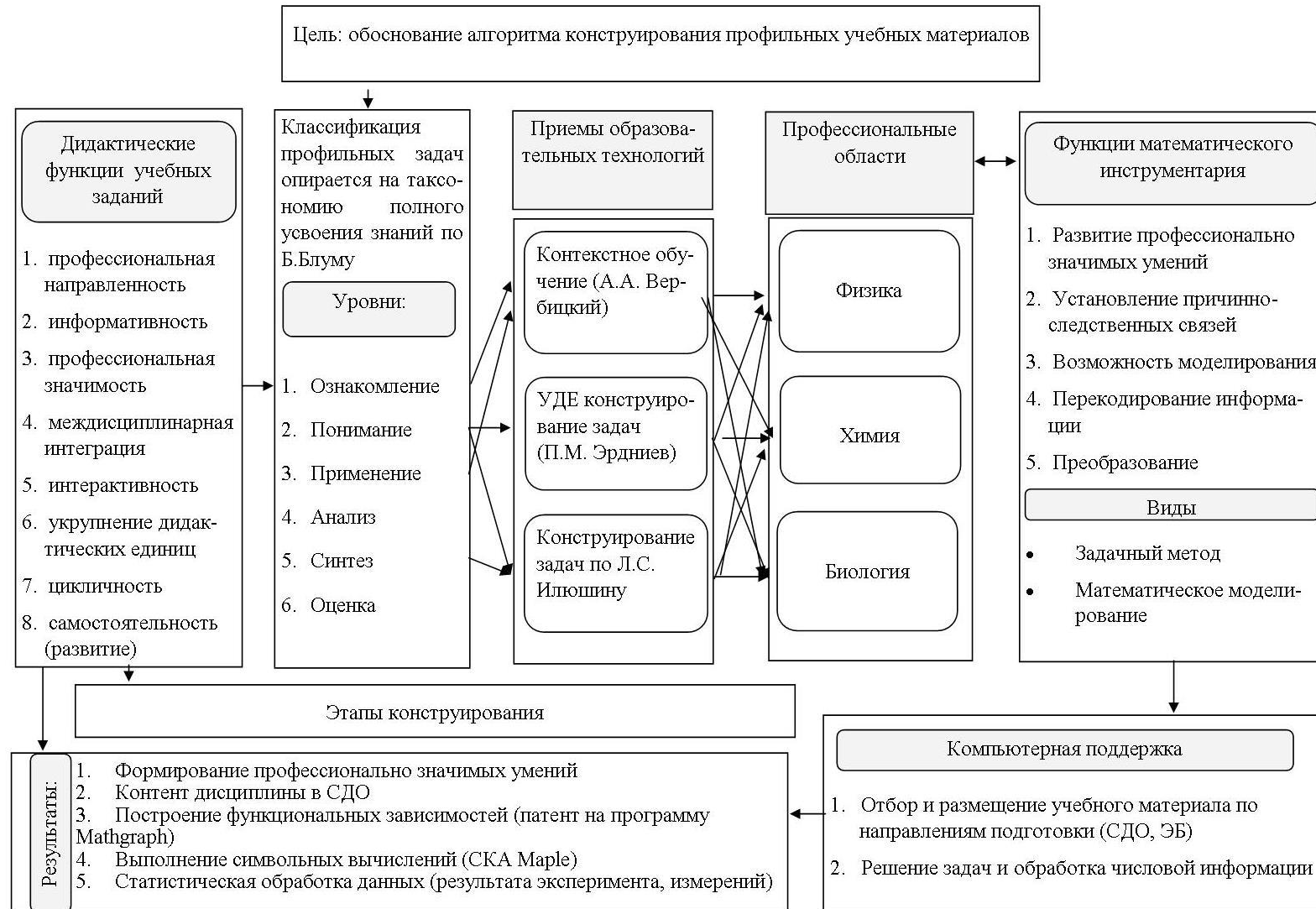


Рисунок 10. Модель конструирования профильных учебных материалов

Так как степень математизации разных профессиональных областей естествознания разная, соответственно, разнообразие видов расчетных задач ограничивается спецификой профессиональных областей. Представленная в модели классификация профильных задач опирается на таксономию полного усвоения знаний по Б. Блуму: ознакомление, понимание, применение, анализ, синтез, оценка [184]. Такое деление по уровням усвоения знаний дает возможность гибко использовать контекстные к профессиональной деятельности конструируемые задачи в зависимости от направления подготовки, контингента студенческой группы. Как известно, математика изучается на первых курсах и не все студенты адаптированы к усвоению основ высшей математики. Например, для иностранцев, которые еще не перешагнули языковой барьер, легче воспринимать задачи на уровне ознакомления и т.д.

Технология УДЕ, разработанная в методике преподавания математики академиком П.М. Эрдниевым, основана на идее самостоятельного составления задач, а не только готовых, данных авторами учебников [179]. Эта технология известна педагогам, преподавателям не только математики, но и естественных наук и гуманитарных. Данное исследование выполнено на кафедре, на которой работал автор технологии УДЕ.

Контекстное обучение по А.А. Вербицкому, наиболее известное и реализованное в высшем профессиональном образовании, приобретает большую значимость в решении стратегической государственной задачи усиления практико-ориентированного подхода [26]. В классических университетах усиливается роль контекстного обучения в разработке контентов учебных дисциплин с профессиональным содержанием, в разработке и обновлении фондов оценочных материалов.

Задачи решают проблемы установления междисциплинарных связей и преемственности в учебном процессе, являются средством понимания закономерностей естественнонаучного познания. Составление задач, аналогичных решенным, осуществлялось с помощью конструктора Л.С. Илюшина, который задает клише,

набор формулировок заданий (в виде незаконченных предложений в Конструкторе задач) [59].

В процессе профессиональной подготовки студентов естественнонаучного направления использовались дидактические возможности компьютерной поддержки конструирования профильных материалов в условиях цифровизации образовательной среды вуза, в аспекте которых разработана и применена авторская программа построения функциональных зависимостей (патент на программу Mathgraph [133]). Она предназначена для графического построения математических и функциональных зависимостей сложной формации, заданной аналитически или таблично одной символьной строкой, и имеет такие особенности: ядро спроектировано на алгоритме разложения символьной строки в математический ряд с использованием метода деревьев, что позволяет вычислять любые функциональные или математические выражения в любой точке области определения.

*На оценочно-рефлексивном уровне* процесс конструирования профильных учебных материалов с применением дидактических приемов образовательных технологий (приемы УДЕ П.М. Эрдниева, контекстного обучения А.А. Вербицкого, конструктор задач Л.С. Илюшина [179, 26, 59]) требует анализа и самоанализа результатов конструирования путем интерактивного обсуждения корректности задачной ситуации, фабулы задач, обсуждения формулировок и правильного построения текста. Безусловно, используются примеры решения математических задач, данные в учебниках, учебных пособиях и готовых контрольно-измерительных материалах. Затем конструируются задачи с применением математических методов с профессионально-значимым содержанием. Для организации проверки и самопроверки и отражения практической применимости математического инструментария в решении задач с профильным содержанием нами были использованы средства компьютерной поддержки, в том числе разработанной программы для визуализации полученных результатов.

Таким образом, конструирование обеспечивает выбор интерактивных форм самостоятельной работы (составление и преобразование задач, моделирование, самоанализ и др.). На оценочно-рефлексивном уровне диагностика корректности

конструирования учебных материалов, оценка и самооценка полученных результатов конструирования является сложной малоисследованной проблемой и требует отдельного исследования.

При составлении контекстных задач необходимо придерживаться выполнения следующих условий:

1. Указание источников для составления задач.
2. Обеспечение необходимого строгого отношения к терминам в тексте задачи.
3. Обеспечение направленности внимания, выделение математической модели.
4. Выявление профессионально значимых элементов содержания с изложением их в контексте решаемой задачи.

Практико-ориентированный подход – это ориентация педагога, исследователя на практику как способ повышения профессиональной направленности студентов и формирования профессионально-значимых умений посредством конструирования профильных учебных материалов в активной продуктивной деятельности с помощью инструментария. В нашем исследовании практико-ориентированный подход опирается на теоретические основания в процессе конструирования профильных учебных материалов, отражая значимость математического инструментария для овладения профессионально-значимыми умениями.

Успешность реализации практико-ориентированного подхода в подготовке студентов к профессиональной деятельности обеспечивается комплексом организационно-педагогических и методических условий.

Определение эффективности реализации практико-ориентированного подхода студентов-естественников осуществляется на основе диагностики, включающей в себя диагностический инструментарий, методы обработки результатов измерений и методы определения показателей и выделения уровней подготовки.

### **2.3. Экспериментальное исследование эффективности подготовки студентов естественнонаучных направлений средствами математического инструментария**

Основной целью педагогического эксперимента является проверка гипотезы проводимого исследования: разработанная модель системы профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений на основе практико-ориентированного подхода средствами математического инструментария и выявленные педагогические условия обеспечит повышение уровней их профессиональной направленности, математической подготовки, сформированности профессионально значимых умений и компетентности.

Для проверки и подтверждения эффективности разработанной модели в 2016–2021 гг. был проведен педагогический эксперимент. Педагогический эксперимент состоял из 3 этапов: подготовительно-поискового (2016–2017 гг.), опытно-экспериментального (2017–2019 гг.) и обобщающего (2019–2021 гг.).

На *первом этапе* (2016–2017 гг.) основными задачами являлись: изучение и анализ нормативных документов, научной и методической литературы и теоретическое обоснование исследования; определение параметров исследования, его объекта, предмета, структуры, гипотезы, методологии, методов, понятийного аппарата. По результатам обоснована модель и осуществлен поиск диагностических материалов.

На *втором, экспериментальном, этапе* (2017–2019 гг.) разработана и апробирована модель системы профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений на основе практико-ориентированного подхода средствами математического инструментария, в ходе формирующего этапа эксперимента составлялся и реализовывался комплекс методов и приемов образовательных технологий, система практико-ориентированных заданий, осуществлялась корректировка разработанной модели.

На *третьем, заключительном* (2019–2021 гг.), *этапе* были проведены анализ и обобщение результатов исследования и диагностики, апробации, сформулиро-

ваны основные выводы, рекомендации и определены возможности внедрения результатов исследования в практику.

Педагогический эксперимент по внедрению в учебный процесс естественнонаучных направлений практико-ориентированного подхода к обучению математическим дисциплинам проводился со студентами 1–2 курсов направлений «Химия», «Биология» и «Физика». Были организованы экспериментальная и контрольная группы. В контрольной группе (КГ) занятия проводились по традиционной методике, а в экспериментальной (ЭГ) – с применением практико-ориентированных технологий обучения: решение практико-ориентированных задач, решение ситуативных задач, разбор кейс-заданий, технологии проблемного обучения. Распределение по группам проводилось так, чтобы в обеих группах был примерно один уровень профессиональной направленности и математической подготовки, т.е. равные стартовые возможности (таблица 13).

Таблица 13. Распределение по группам с учетом уровня математической подготовки

Уровень подготовки	Биология		Химия		Физика	
	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ
I	6	5	7	7	4	3
II	29	29	33	32	15	16
III	4	5	5	4	2	2
IV	1	1	0	1	0	1
Выполнение ПО заданий	4	3	5	4	3	3
Итого	40	40	45	44	21	22

Проведем сравнительный анализ по каждому направлению отдельно и по общей суммарной выборке.

По завершении изучения математических дисциплин проведено контрольное диагностическое тестирование, анализ изменений в распределении студентов по уровням обученности контрольных и экспериментальных групп на констатирующем и контрольном этапах приведен в таблице 14. Контрольные задания со-

держали 21 задание, разбитое по 3 блокам, практико-ориентированные задания представлены в виде 3 заданий, заключенных в кейс (Приложение 5).

Таблица 14. Анализ распределения студентов КГ и ЭГ по уровням математической подготовки

Уровень подготовки	Биология		Химия		Физика	
	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ
Констатирующий этап эксперимента						
I	6	5	7	7	4	3
II	29	29	33	32	15	16
III	4	5	5	4	2	2
IV	1	1	0	1	0	1
Выполнение ПО заданий	4	3	5	4	3	3
Контрольный этап эксперимента						
I	5	2	6	4	2	0
II	28	25	31	27	14	12
III	5	8	6	9	4	6
IV	2	5	2	4	1	4
Выполнение ПО заданий	4	7	6	9	4	5

Отметим, что в начале эксперимента в контрольных и экспериментальных группах студентов, полностью выполнивших практико-ориентированные задания, было 12 (11,3%) и 10 (9,4%) соответственно, а в конце эксперимента – 14 (13,2%) и 21 (19,8%). Таким образом, рост выполнения практико-ориентированных задач в контрольной и экспериментальной группах составил 1,9% и 9,4% соответственно.

Процент выполнения студентами рассматриваемых групп заданий итогового тестирования представлен на рисунках 11,12, 13.

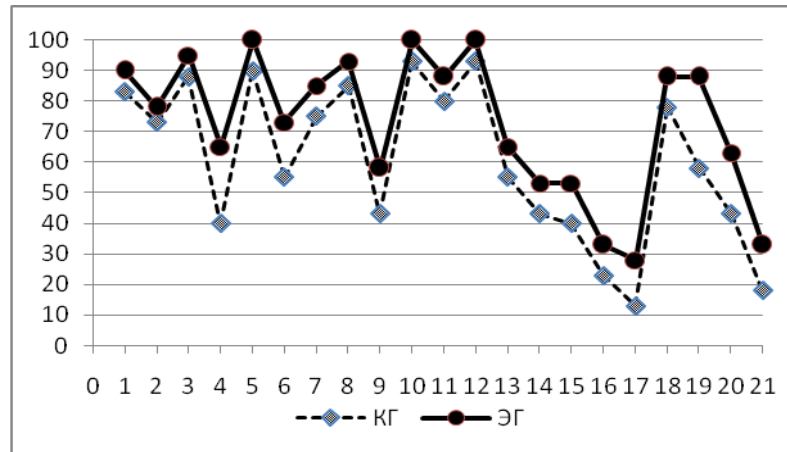


Рисунок 11. Процент выполнения заданий итогового теста студентами направления «Биология».

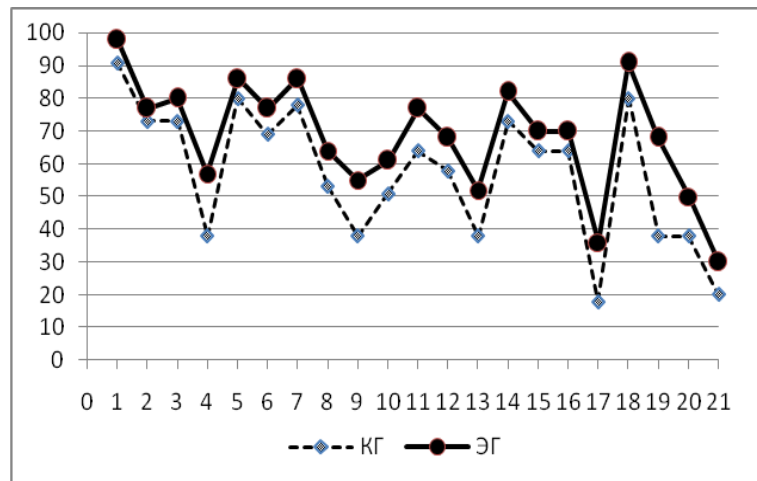


Рисунок 12. Процент выполнения заданий итогового теста студентами направления «Химия».

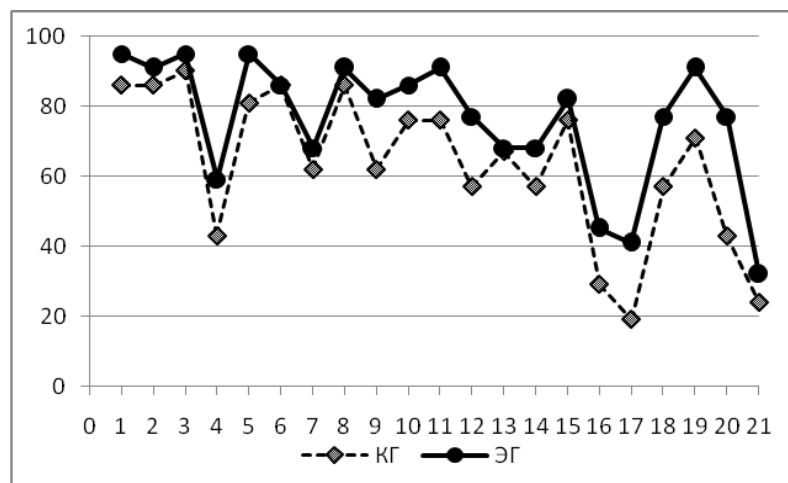


Рисунок 13. Процент выполнения заданий итогового теста студентами направления «Химия».



Таким образом, процент выполнения заданий итогового теста выше в экспериментальных группах направлений.

На стартовом и завершающем этапах необходимо проверить, отличается ли уровень математической подготовки студентов в контрольной группе от уровня математической подготовки студентов в экспериментальной группе. Были сформулированы рабочие гипотезы:

$H_0$  – уровни математической подготовки в двух группах не отличаются.

$H_1$  – уровни математической подготовки в двух группах различны.

Проверка гипотез о совпадении характеристик двух групп проводилась с использованием критерия Крамера-Уэлча в программе Microsoft Excel для Windows.

Эмпирическое значение данного критерия рассчитывается на основании информации об объемах  $N$  и  $M$  выборок  $x$  и  $y$ , выборочных средних  $\bar{x}$  и  $\bar{y}$  и выборочных дисперсиях  $D_x$  и  $D_y$  сравниваемых выборок по следующим формулам:

$$\text{средние арифметические: } \bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad \bar{y} = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M y_j$$

$$\text{выборочные дисперсии: } D_x = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \quad D_y = \frac{1}{M-1} \sum_{j=1}^M (y_j - \bar{y})^2$$

$$\text{эмпирическое значение: } T_{\text{эмп}} = \frac{\sqrt{N \cdot M} \cdot |\bar{x} - \bar{y}|}{\sqrt{N \cdot D_x + M \cdot D_y}}$$

Алгоритм определения достоверности совпадения и различия характеристик сравниваемых выборок заключается в следующем:

1. Вычислить  $T_{\text{эмп}}$  ;
2. Сравнить его с критическим значением  $T_{\text{крит}}$

Если  $T_{\text{эмп}} \leq T_{\text{крит}}$  , то можно сделать вывод, что характеристики сравниваемых выборок совпадают на уровне выбранной значимости, в нашем случае  $\alpha = 0,05$  , если же  $T_{\text{эмп}} > T_{\text{крит}}$  , то достоверность различий характеристик составляет 95%.

Подробная статистическая обработка приведена в приложении 4, 6.

Результаты статистической проверки гипотез приведены в таблице 15.

Таблица 15. Результаты статистической проверки гипотез

	Констатирующий этап			Контрольный этап		
по направлениям подготовки						
	$T_{эмп}$	$T_{крит}$	принимаемая гипотеза	$T_{эмп}$	$T_{крит}$	принимаемая гипотеза
Биология	0,93	2,00	$H_0$	5,58	2,00	$H_1$
Химия	0,42	2,00	$H_0$	4,86	2,00	$H_1$
Физика	0,27	2,00	$H_0$	4,21	2,00	$H_1$
общая выборка						
Итого по выборке	0,57	1,96	$H_0$	8,55	1,96	$H_1$

Полученные данные свидетельствуют о том, что на уровне значимости  $\alpha = 0,05$  уровни математической подготовки в контрольных и экспериментальных группах до начала эксперимента сходятся и различаются после проведения эксперимента.

В таблице 16 представлено распределение студентов в контрольных и экспериментальных группах по трем уровням профессиональной направленности.

Таблица 16. Уровни профессиональной направленности в контрольных и экспериментальных группах (Методика Т.Д. Дубовицкой [43])

Констатирующий этап эксперимента						
Направления подготовки	Контрольная группа			Экспериментальная группа		
	Высокий	Средний	Низкий	Высокий	Средний	Низкий
Биология	60%	23%	17%	53%	35%	12%
Химия	53%	31%	16%	66%	23%	11%
Физика	14%	76%	10%	36%	59%	5%
Итого	48%	37%	15%	55%	35%	10%
Контрольный этап эксперимента						
	Контрольная группа			Экспериментальная группа		
	Высокий	Средний	Низкий	Высокий	Средний	Низкий
Биология	62%	25%	13%	68%	27%	5%
Химия	56%	31%	13%	73%	23%	4%
Физика	19%	71%	10%	45%	55%	0%
Итого	51%	37%	12%	65%	31%	4%

Итоговый уровень сформированности профессионально значимых умений выпускников оценивался в процессе применения полученных компетенций в ходе

подготовки и защиты выпускных квалификационных работ (ВКР). Производилась оценка уровней следующих профессионально значимых умений: У-1 – умение пользоваться языком математики; У-2 – умение моделировать процессы ЕН наук; У-3 – умение производить расчеты и решать задачи профессиональной деятельности; У-4 – компьютерные умения; У-5 – умение планировать и проводить эксперимент (наблюдение); У-6 – умение устанавливать междисциплинарные связи, индикаторы достижения которых приведены в тексте диссертации. Ниже (табл.18) приведена сравнительная характеристика уровней профессионально значимых умений выпускников естественнонаучных направлений.

Таблица 17. Сравнительная характеристика уровней профессионально значимых умений студентов-естественников

Виды практических умений	Направление подготовки	Процент студентов, достигших соответствующего уровня сформированности профессионально значимых умений					
		Контрольная группа			Экспериментальная группа		
		Низ.	Ср.	Выс.	Низ.	Ср.	Выс.
У-1	Физика	25	62	13	12	47	41
	Химия	29	42	29	12	53	35
	Биология	26	52	22	9	58	33
У-2	Физика	37	44	19	12	59	29
	Химия	29	61	10	12	65	23
	Биология	29	61	10	15	61	24
У-3	Физика	31	38	31	12	35	53
	Химия	47	16	37	35	20	45
	Биология	55	16	29	34	33	33
У-4	Физика	19	62	19	12	29	59
	Химия	37	45	18	25	45	30
	Биология	39	45	16	18	64	18
У-5	Физика	32	62	6	6	65	29
	Химия	34	47	19	23	45	33
	Биология	42	42	16	27	49	24
У-6	Физика	37	44	19	12	59	29
	Химия	37	53	10	23	62	15
	Биология	48	45	7	24	64	12

Анализ результатов защиты ВКР и сводных результатов успеваемости студентов естественнонаучных направлений подготовки по итогам освоения основных образовательных программ показал достаточно высокий уровень сформированности профессионально значимых умений экспериментальной группы студен-

тов. Полученные результаты подтвердили выдвинутую гипотезу об эффективности модели системы профессиональной подготовки, влиянии выявленного комплекса педагогических условий на повышение уровней профессиональной направленности, математической подготовки профессионально значимых умений и компетенций студентов-естественников.

Результатом экспериментального исследования является повышение профессиональной направленности студентов, приобретение совокупности профессионально-значимых умений, компетенций, опыта конструирования профильных учебных материалов, обобщенных трудовых функций, обуславливающих профессиональную подготовку студентов на первом этапе вхождения в профессию.

## **ВЫВОДЫ ПО ВТОРОЙ ГЛАВЕ**

1. Особенность применения математического инструментария для подготовки студентов естественнонаучных направлений характеризуется тем, что профессиональные области подготовки студентов базируются на дисциплинах, относящихся, как и математика, к группе фундаментальных. В применении практико-ориентированного подхода средствами математического инструментария раскрывается не только операциональная составляющая математики, но и мировоззренческая, отражающая единство материального мира, пронизанного количественными отношениями.

2. В главе разработана модель системы профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений на основе практико-ориентированного подхода средствами математического инструментария. Модель включает критерии отбора содержания, функции математического инструментария и виды диагностического материала. Компоненты модели систематизированы целью, которая определяет организационно-педагогические условия по этапам реализации: сопряжение образовательных и профессиональных стандартов, направленность учебного процесса на развитие профессиональной мотивации студентов, установление междисциплинарных связей содержания естественнонаучного образования

и математики комплексом методов и приемов образовательных технологий, а также организации систематического взаимодействия преподавателей математики и профильных дисциплин. В главе определены функции математического инструментария:

3. Разработанная модель конкретизирована алгоритмом конструирования профильных учебных материалов средствами математического инструментария, разработана компьютерная программа «Mathgraph» для построения функциональных зависимостей (в соавторстве с коллегами-физиками), проведен отбор практико-ориентированного содержания из профессиональных областей подготовки с позиции критериев конструирования заданий и условий формирования профессионально-значимых умений. Реализован дидактический потенциал комплекса методов и взаимосвязанных приемов технологий обучения (УДЕ по П.М. Эрдниеву, контекстное обучение по А.А. Вербицкому, конструктор задач по Л.С. Илюшину) в аспекте обоснованных критериев, диагностических методов, использования методов математического инструментария с возможностями применения программы «Mathgraph».

4. Экспериментальная проверка эффективности разработанной модели подтвердила гипотезу исследования и эффективность реализации модели профессиональной подготовки студентов средствами математического инструментария. Эффективность исследования определялась на диагностике уровня профессиональной направленности студентов как комплекса мотивирующих факторов; мониторинге математической подготовки посредством тестирования и диагностики уровня компетенций по результатам текущей, промежуточной и государственной итоговой аттестации.

5. Полученные результаты конструирования профильных учебных материалов могут компенсировать недостаток дидактического обеспечения учебного материала (задач, кейсов, заданий) для методического обеспечения практико-ориентированного профильного материала, который недостаточен, разобщен и неравномерно представлен по направлениям подготовки.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации решены основные задачи исследования и достигнута цель исследования: обосновать, разработать модель системы профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений («Физика», «Химия», «Биология») на основе практико-ориентированного подхода средствами математического инструментария и экспериментально выявить педагогические условия её эффективной реализации.

Получены следующие основные результаты:

1. Раскрыта сущность и особенности профессиональной подготовки студентов естественнонаучных направлений, имеющей динамический характер, определяемой социальными, технологическими, мотивационными факторами, запросами работодателей на функциональность знаний и умений в профессиональной деятельности выпускников. На государственном уровне в ФГОС признана важная роль практико-ориентированного образования, в исследовании определены теоретико-методологические основы, закономерности развития практико-ориентированного подхода, система принципов профессиональной подготовки студентов-естественников: единства фундаментальной и прикладной направленности, единства образовательной и профессиональной подготовки, единства профессионально значимых и математических знаний и другие.

2. На основе сопряжения требований к подготовке выпускников направлений подготовки в профессиональных и образовательных стандартах направлений подготовки «Физика», «Химия», «Биология» и «Математика» выявлены компоненты обобщенных трудовых функций выпускников естественнонаучных направлений: прогнозирование, моделирование, расчеты по видам профессиональной деятельности, сбор, статистическая обработка данных, перекодирование текстовой информации в наглядную, графическую и др.

Для формирования профессионально-значимых умений применялся математический инструментарий, определена роль математического инструментария и

особенности его применения для формирования профессионально-значимых умений, введено уточненное определение математического инструментария:

*«математический инструментарий – это совокупность инструментов практической деятельности, включающей методы математики (математическое моделирование и задачный метод) с возможностями компьютерной поддержки для решения практических задач профессиональной подготовки и проявляющейся в вовлечении студентов в продуктивную деятельность по формированию профессионально-значимых умений».*

3. Разработана модель системы профессиональной подготовки на основе практико-ориентированного подхода средствами математического инструментария, структура которой представлена мотивационно-целевым, содержательным, процессуально-деятельностным и результативно-оценочным компонентами, выявлены организационно-педагогические условия её эффективной реализации: сопряжение образовательных и профессиональных стандартов, направленность учебного процесса на развитие профессиональной мотивации студентов, установление междисциплинарных связей содержания естественнонаучного образования и математики с комплексом методов и приемов образовательных технологий, а также организации систематического взаимодействия преподавателей математики и профильных дисциплин.

4. Разработан алгоритм конструирования профильных учебных материалов средствами математического инструментария, компьютерная программа «Mathgraph» для построения функциональных зависимостей (в соавторстве с коллегами-физиками), проведен отбор практико-ориентированного содержания из профессиональных областей подготовки с позиции критериев конструирования заданий и условий формирования профессионально-значимых умений. Реализован дидактический потенциал комплекса методов и взаимосвязанных приемов технологий обучения (УДЕ по П.М. Эрдниеву, контекстное обучение по А.А. Вербицкому, конструктор задач по Л.С. Илюшину) в аспекте обоснованных критериев.

5. Эффективность разработанной в исследовании модели подтверждена результатами экспериментальной работы на основе предложенного в исследовании диагностического инструментария, которая показала позитивную, статистически достоверную динамику уровня профессиональной направленности студентов, математической подготовки, сформированности профессионально значимых умений и компетентности экспериментальной группы по сравнению с контрольной.

В ходе эксперимента подтверждена гипотеза исследования, показана эффективность разработанной модели практико-ориентированного обучения студентов-естественников. Совершенствование практико-ориентированного подхода в естественнонаучном образовании следует продолжать в отдельных направлениях профессиональной подготовки учителей для повышения их квалификации, студентов СПО, а также для развития функциональности естественнонаучной подготовки школьников.



**БИБЛИОГРАФИЯ**

1. Абдуразаков М.М. Математическое моделирование как средство обучения / М.М. Абдуразаков, О. Доржпалам // Балтийский гуманитарный журнал. – 2017. – Т.6. – №4 (21). – С. 223–226.
2. Абдуразаков М.М. Факторы, влияющие на содержание и характер профессиональной деятельности современного учителя в информационно-образовательной среде / М.М. Абдуразаков, Д.Д. Гаджиев, О.Н. Цветкова, Г.В. Токмазов // Информатика и образование. 2018. – № 10. – С. 42–51.
3. Анохин П.К. Теория функциональных систем / П.К. Анохин – М.: Наука, 1978. – 400 с.
4. Бабанский Ю.К. Избранные педагогические труды // Составитель М.Ю. Бабанский. – М.: Педагогика, 1989. – 560 с.
5. Байгушева И.А. Профессионально-деятельностный подход к отбору содержания математической подготовки в вузе / И.А. Байгушева, М.А. Степкина // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №4. – С. 150.
6. Балахонов А.В. История соотношения фундаментальных и прикладных аспектов высшего медицинского образования / Балахонов А.В. // Фундаментальные и прикладные исследования проблем образования. – Т.2. – СПб, 2004. – С.141–150.
7. Балл Г.А. О психологическом содержании понятия «задача» / Г.А. Балл // Вопросы психологии. – 1970. – № 6. – С.17–22.
8. Баранова Е.В. Совершенствование профессиональных компетенций будущих учителей математики во время прохождения педагогической практики / Е.В. Баранова, Н.В. Гусева // Научно-практический журнал приволжский научный вестник, 2014. – №8. – С.65–68.
9. Бахмат В.И. Повышение эффективности профессиональной подготовки инженера на основе задачного подхода: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.08 /В.И. Бахмат. – Барнаул, 2009. – 232 с.

10. Беккер Д. Образование по системе свободных искусств и наук: ответ на вызовы XXI в. / Д. Беккер // Вопросы образования. – 2015. – №4. – С. 33–61.
11. Бершадский М.Е. Дидактические и психологические основания образовательной технологии / М.Е. Бершадский, В.В. Гузеев. – М.: Центр «Педагогический поиск», 2003. – 256 с.
12. Беспалько В. П. Опыт разработки и использования критериев качества усвоения знаний / В.П. Беспалько // Советская педагогика. – 1968. – № 4. –С. 52–62.
13. Блонский П. П. Память и мышление / Наркомпрос, гос. науч.-исслед. ин-т психологии / П.П. Блонский. – М.; Л.: Гос. соц.-экон. изд-во, 1935. – 213 с.
14. Бондаренко Т.Н. Роль практико-ориентированного подхода в учебном процессе вуза при формировании и развитии отраслевых и региональных рынков услуг РФ / Т.Н. Бондаренко, А. П. Латкин // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – С. 455.
15. Борытко Н.М. Методология и методы психолого-педагогических исследований: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.М. Борытко, А.В. Моложавенко, И.А. Соловцова; под ред. Н.М.Борытко. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 320с.
16. Бронникова Т. С. Экономика и управление инновационным развитием предприятия. Методологический инструментарий: монография / Т. С. Бронникова. — М.: Русайнс, 2020. – 243 с.
17. Бурматова О.П. Методология и инструментарий анализа эколого-экономических аспектов регионального развития / под ред. А.С. Новосёлова; Российская академия наук, Сибирское отделение, Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН. – Новосибирск: Издательство ИЭОПП СО РАН. 2021. – 441 с.
18. Вакульчик В. С. Методические средства и приемы реализации когнитивно-визуального подхода при обучении математике студентов технических специальностей / В. С. Вакульчик, А. П. Мателенок // Вестник Полоцкого госу-

- дарственного университета. – Серия Е: Педагогические науки. – 2014. – № 7. – С. 41–48.
19. Васильева П.Д. Гуманизация естественно-математического обучения в условиях информатизации образования / П.Д. Васильева, С.А. Волкова, В.С. Тугульчиева, Т.В. Хондяева, Т.В. Бураева // Образовательное пространство в информационную эпоху – 2019. // Сборник научных трудов. Материалы научно-практической конференции / Под редакцией С.В. Ивановой. – 2019. – С.1026–1035.
20. Васильева П.Д. Естественно-математическое образование студентов в региональном вузе в условиях глобализации / П.Д. Васильева, В.С. Тугульчиева, Т.В. Хондяева, К.И. Баирова // Социальные и культурные трансформации в контексте современного глобализма: Сборник научных трудов II Международной конференции «Социальные и культурные трансформации в контексте современного глобализма», посвященной 85-летию профессора Х.И.Ибрагимов (г. Грозный, 06.06.2019 – 07.06.2019). – 2019. – С. 469-473.
21. Васильева П.Д. К проблеме формирования математических понятий в обучении бакалавров естественнонаучного профиля / П.Д. Васильева, В.С. Тугульчиева // Казанская наука. – 2017. – №22. – С. 151–153.
22. Васильева П.Д. Методика разработки ситуативных задач по химии / П.Д. Васильева, В.С. Тугульчиева // Прикладные исследования и технологии ART2016 : сборник трудов межд. конф. НОУ ВО Московский технологический институт. – 2016. – С. 64–68.
23. Васильева П.Д. Практико-ориентированное обучение студентов в вузе: проблемы и трансформации / П.Д. Васильева, В.С. Тугульчиева // Высшее образование: проблемы и трансформации: Коллективная монография / отв.ред. А.Ю. Нагорнова. – Ульяновск: Зебра, 2019. – С. 7–14.
24. Васильева П.Д. Профессионально-методическая подготовка учителя химии в вузе как самоорганизующаяся система: дис....д-ра пед. наук: 13.00.02 / П.Д. Васильева. – Санкт-Петербург, 2004. – 384 с.

25. Вербицкий А. А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход / А. А. Вербицкий. – М.: Высшая школа, 1991. – 207 с.
26. Вербицкий А. Контекстное обучение в компетентностном подходе / А. Вербицкий // Высшее образование в России. – 2006. – № 11. – С. 39–46.
27. Ветров Ю. Практико-ориентированный подход / Ю. Ветров, Н. Клушина // Высшее образование в России. – 2002. – №6. – С. 43-46.
28. Виноградова М.В. Способы реализации практической направленности при обучении математике в рамках дуальной системы обучения в агровузе / М.В. Виноградова // АПК: инновационные технологии. – 2019. – №3. – С.44–49
29. Выготский Л. С. Собрание сочинений: в 6 т. Т. 2: Проблемы общей психологии / Л. С. Выготский. – М. 1982. – 504 с.
30. Гальперин П.Я. Развитие исследований по формированию умственных действий / Психологическая наука в СССР. Т 1. – Москва, 1966.
31. Герасимов Б.Н. Инструменты обеспечения технологий решения задач управления организации / Б.Н. Герасимов, К.Б. Герасимов // Управленческие науки. – 2018. – №8(1). – С.82–89.
32. Герасимов Н.Г. Структура научного исследования. Философский анализ познавательной деятельности в науке / Г.Н. Герасимов. – М.: Мысль, 1985. – 215 с.
33. Гнатышева Е.В. Педагогический инструментарий формирования цифровой культуры будущего педагога / Е.В. Гнатышева // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. – 2018. – № 3. – С. 46–54.
34. Горбунова Л. Г. Проблема формирования понятия о физико-химических константах в обучении общей химии / Л.Г. Горбунова, П.Д. Васильева, В.С. Тугульчиева // Research, theory and practice in chemistry didactics/science and technology education for the 21st century Proceedings of the 23rd International Conference on Chemistry Education and 9th Regional IOSTE Symposium for Central and Eastern Europe. – 2014. – С. 103–114.

35. Гриншкун В.В. Определение подходов к комплексному исследованию информационной образовательной среды в системах общего, профессионального и дополнительного образования / В.В. Гриншкун // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. – 2019. – Т. 16. – № 1. – С. 12–21.
36. Грушевский С.П. Модульная визуализация учебной информации в профессиональном образовании: Монография / С.П. Грушевский, О.В. Иванова, А.А. Остапенко. – М.: НИИ школьных технологий, 2017. – 200 с.
37. Грушевский С.П. Формирование системности математических знаний средствами интерактивных граф-схем в средней и высшей школе / С.П. Грушевский, О.В. Иванова // Школьные технологии. – 2018. – № 5. – С. 20–25.
38. Губина Е.М. Реализация практико-ориентированного подхода в системе высшего профессионального образования будущих специалистов сферы туризма / Е.М. Губина // Физическое воспитание и спортивная тренировка. – 2013. – №2(6). – С. 105-110.
39. Гурова Л. Л. Психологический анализ решения задач / Под ред. А.Н. Соколова. – Воронеж: Изд. Воронежского ун-та, 1976. – 327 с.
40. Дмитриева Ф. В. Формирование профессиональных компетенций у студентов СПО через внедрение в образовательный процесс практико-ориентированных задач / Ф.В. Дмитриева // Вестник Северо-Восточного федерального университета. – 2012. – Т. 9. – №3. – С. 131–135.
41. Долженко Р. А. Концепция CDIO как основа инженерного образования: промежуточные итоги и направления дальнейшего использования в России / Р.А. Долженко // Известия УГГУ. 2017. – Вып. 2(46). – С. 104–108.
42. Дроботенко Ю.Б. Аспектный анализ понятия профессиональной подготовки в педагогическом вузе / Ю.Б. Дроботенко // Современные исследования социальных проблем: Modern Research of Social Problems: электронный научный журнал. – 2015. – №12(56). - Режим доступа: [www.sisp.nkras.ru](http://www.sisp.nkras.ru) (дата обращения: 25.11. 2016).

43. Дубовицкая Т. Д. Диагностика уровня профессиональной направленности студентов / Т.Д. Дубовицкая // Психологическая наука и образование. – 2004. – № 2. – С. 82–86.
44. Дудырев Ф. Ф. Дуальное обучение в российских регионах: модели, лучшие практики, возможности распространения / Ф.Ф. Дудырев, О.А. Романова, А.И. Шабалин // Вопросы образования. – 2018. – №2. – С. 117–138.
45. Егупова М. В. Методическая система подготовки учителя к практико-ориентированному обучению математике в школе: дисс. ...д-ра пед. наук: 13.00.02 / М.В. Егупова. – Москва, 2014. – 452 с.
46. Ерёмин В. В. Математика в химии / В. В. Ерёмин. – М.: МЦНМО, 2016. – 64 с.
47. Еровенко В.А. Онтодидактика естественнонаучного образования с рефлексивной точки зрения «понимания» высшей математики // Разработка нового поколения научно-методического обеспечения образовательного процесса высшей школы: проблемы, решения и перспективы: Материалы I Международной научно-практической конференции / Редколлегия: Е.А. Достанко и др. – 2020. – С. 73–80.
48. Загвязинский В. И. Методология и методы психологопедагогического исследования. – 5-е изд., испр./ В.И. Загвязинский, Р. Атаханов – М.: ИЦ «Академия», 2008. – 208 с.
49. Задорожная О.В. Проектирование комплекса учебных проектов в процессе обучения математическому анализу в университете: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / О.В. Задорожная. – Нижний Новгород, 2011. – 237 с.
50. Зеер Э.Ф. Понятийно-терминологическое обеспечение компетентностного подхода в профессиональном образовании / Э.Ф. Зеер // Понятийный аппарат педагогики и образования. Вып. 5 / Рос. гос. проф.-пед. ун-т; отв. ред. Е.В. Ткаченко, М.А. Галагузова– Екатеринбург.: ВЛАДОС, 2007. – С. 345–346.

51. Зимняя И.А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании / И.А. Зимняя.– М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. – 329 с.
52. Зинченко В.О. Методологическая основа практико-ориентированного обучения в вузе / В.О. Зинченко, О.М. Россомахина // Вестник Костромского государственного университета. – Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. – 2020. – Т. 26. – № 1. – С. 151–156.
53. Ибрагимов Г.И. Методология и методика педагогического исследования: учебник / Г.И. Ибрагимов. – М.: КНОРУС, 2022. – 280 с.
54. Иванов И.А. Модель курса алгебры и начал анализа для классов естественно-научного направления / И.А. Иванов // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2010. – №136. – С.153–162.
55. Иванова Ю.В. Перспективы развития образования по модели свободных искусств и наук в России / Ю.В. Иванова, П.В. Соколов // Вопросы образования. – 2015. – №4. –С. 72-91.
56. Иванченко Г.В. Образовательные практики высшей школы: границы и перспективы технологического подхода / Г.В. Иванченко, В.Г. Безрогов // Фундаментальные и прикладные исследования проблем образования: Материалы Всероссийского методологического семинара: в 2 т. Том 2. / Под науч. ред. Н.В. Бордовской. – СПб.: Изд-во РГПУ им А.И.Герцена, 2004. – С. 15–19.
57. Ильин В.В. Философия: учебник для вузов / В.В. Ильин. – М.: Академический проект, 1999. – 592с.
58. Ильина И.А. Плюсы и минусы академического и прикладного бакалавриата / И.А. Ильина // Социальные коммуникации: наука, образование, профессия. – 2016. – №16-1. – С.46–48.
59. Илюшин Л.С. Использование «конструктора задач» в разработке современного урока / Л.С. Илюшин // Школьные технологии. – 2013. – №1. – С. 123–132.
60. Интеграция образования в области естественных и точных наук / Аниськин В. Н., Баранова Е. В., Богословский В. И., Гавронская Ю. Ю., Жукова Т. А.,

- Ларченкова Л. А., Макарова Л. П., Макарова Н. В., Пак М. С., Плахов Н. Н., Подходова Н. С., Попова Р. И., Роговая О. Г., Симонова И. В., Снегурова В. И., Сотова Л. П., Станкевич П. В., Шаталов М. А. ; В. Н. Аниськин, Е. В. Баранова, В. И. Богословский, Ю. Ю. Гавронская, Т. А. Жукова, Л. А. Ларченкова, Л. П. Макарова, Н. В. Макарова, М. С. Пак, Н. Н. Плахов, Н. С. Подходова, Р. И. Попова, О. Г. Роговая, И. В. Симонова, В. И. Снегурова, Л. П. Сотова, П. В. Станкевич, М. А. Шаталов ; под редакцией Е. В. Барановой ; Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена. – Санкт-Петербург: Издательство Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена, 2019. – 199 с.
61. Калугина И.Ю. Образовательные возможности практико-ориентированного обучения учащихся: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.01 /И.Ю. Калугина – Екатеринбург, 2000. – 215 с.
62. Карлов Н.В. О фундаментальном и прикладном в науке и образовании, или «Не возводи дом свой на песке» / Н.В. Карлов // Вопросы философии. – 1995. – № 11. – С. 35–46.
63. Карманова А.В. Конструирование профильных компонентов курса математике в системе аграрного образования: автореф. дисс. ... канд.пед.наук: 13.00.08 / А.В. Карманова. – Краснодар, 2005. – 20 с.
64. Карпенков С.Х. Основные концепции естествознания: Учебное пособие. – 2-е изд.перераб. и доп./ С.Х. Карпенков. – М.: Академический Проект, 2002.– 368 с.
65. Кедров Б.М. О науках фундаментальных и прикладных / Б.М. Кедров // Вопросы философии. – 2006. – №10.– С.40.
66. Кийко П.В. Реализация дуальной системы при обучении математике бакалавров экономического направления / П.В. Кийко // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. - 2017. – Спецвыпуск №3. – С.8.
67. Кириленко Г.Г. Философия. Высшее образование / Г.Г. Кириленко, Е.В. Шевцов – М.: Слово: Эксмо, 2009 . – 672 с.



68. Клековкин, Г.А. Задачный подход в обучении математике: монография / Г.А. Клековкин, А.А. Максютин. – Москва; Самара: СФ ГОУ ВПО МГПУ, 2009. –184 с.
69. Кондратьев А.С. Обучение математическому моделированию явлений реального мира как универсальному методу научного исследования / А.С. Кондратьев, А.В. Ляпцев // В сборнике: Актуальные вопросы современно университетского образования. Материалы XI Российско-Американской научно-практической конференции. – 2008. – С. 134–137.
70. Кондратьев Э. В. Переход российского высшего образования на стандарты СДИО: содержание, перспективы, проблемы / Э.В. Кондратьев, И.С. Чемезов // Вестник ВГУ. Серия: экономика и управление. – 2015. - № 3. – С. 41–50.
71. Концепция развития математического образования в Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Доступ из системы ГАРАНТ. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70452506/> (дата обращения: 11. 02. 2022).
72. Концепция развития практико-ориентированного профессионального образования в России. – [firo.ranepa.ru](http://firo.ranepa.ru): сайт. – Режим доступа: [https://firo.ranepa.ru/files/docs/spo/konc\\_razv\\_praktikoorient\\_obr.pdf](https://firo.ranepa.ru/files/docs/spo/konc_razv_praktikoorient_obr.pdf). – Дата доступа 02.03.2022
73. Копосова Е.Г. Обучение математике студентов химического факультета педагогического университета на основе межпредметных связей /Е.Г. Копосова // Актуальные проблемы преподавания математики в педагогических вузах и средней школе: Тезисы докл. XXIII Всерос. семинара преподавателей математики ун-тов и пед.вузов, 13-15 октября 2004 г./ гл. ред. Е.В. Яковлев. – Челябинск, Москва, 2004.– С. 45–47.
74. Коржуев А.В. Научное исследование по педагогике: теория, методология, практика: Учебное пособие для слушателей системы дополнительного профессионального образования преподавателей высшей школы / А.В. Коржуев, В.А. Попков. – М.: Академический Проект; Трикста, 2008. – 287с.

75. Косарев Н.Ф. Задачный метод как одно из средств дифференцированного обучения учащихся физике: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Н.Ф. Косарев. – Уфа, 2005. – 191 с.
76. Кострова Ю.С. Формирование интеллектуальной компетентности студентов посредством использования метода проектов в процессе изучения математики в негуманитарном вузе: автореф. дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.01/ Ю.С. Кострова. – Рязань, 2012. – 21 с.
77. Кочергин А.Н. Моделирование мышления / А.Н. Кочергин. – М.: Политиздат, 1969. – 224 с.
78. Краевский В.В. Общие основы педагогики: учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений / В.В. Краевский. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 256 с.
79. Кузнецова Н. Е. Фундаментализация, системность и действенность естественнонаучного образования / Н.Е. Кузнецова // Роль академической науки в развитии современного образования. Вып. 1. – СПб., 2001. – С. 32.
80. Кузьмина Н.В. Формирование педагогических способностей / Н.В. Кузьмина. – Л.: ЛГУ, 1961. – 41 с.
81. Лазарева М.В. Формирование профессиональной компетентности бакалавров в процессе педагогической практики в условиях вуза: автореф. дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / М.В. Лазарева. – Москва, 2009. – 23 с.
82. Леднев В.С. Содержание образования: сущность, структура, перспективы. – 2-е изд., перераб./ В.С. Леднев. – М.: Высшая школа, 1991. – 224 с.
83. Леонтьев А.Н. Педагогика здравого смысла: избранные работы по философии образования и педагогической психологии / А.А. Леонтьев; под ред. Д.А. Леонтьева. – М.: Смысл, 2016. – 527 с.
84. Логвинов И.И. Дидактика: от здравого смысла к научной теории / И.И. Логвинов. – М.: Народное образование, 2003. – 224 с.
85. Мажар Е.Н. Практико-ориентированный подход в профессиональной подготовке студентов-лингвистов к межкультурному взаимодействию: дисс. ... д-ра пед. наук: 13.00.08/ Е.Н. Мажар. – Москва, 2018. – 461 с.

86. Маклаева Э. В. Организация продуктивной деятельности студентов средствами математики / Э. В. Маклаева, С. В. Федорова // Синергия. – 2016. – №2. – С. 27–32.
87. Мамыкина Л.А. Реализация практико-ориентированного обучения математике студентов технических вузов в рамках национальной доктрины российского инженерного образования / Л.А. Мамыкина // Современные проблемы науки и образования. – 2006. – № 4. – С. 54–56.
88. Маняйкина Н.В.. "Задачный подход" в педагогической практике будущих учителей иностранного языка как условие формирования их профессиональной направленности: дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Н.В. Маняйкина.– Екатеринбург, 2009. – 145 с.
89. Маркова А.К. Мотивация учения в среднем и старшем возрастах / А.К. Маркова // Вестник практической психологии образования. – 2012. – №4. – С. 40.
90. Математические и инструментальные методы в современных экономических исследованиях: монография / Под ред. М.В. Грачевой и Е.А. Тумановой. – М.: Экономический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2018. – 232 с.
91. Менеджмент качества образовательных процессов: учебное пособие / под ред. Э.В. Минько, М.А. Николаевой. – М.: Норма: ИНФРА–М., 2016. – 400 с.
92. Менчинская Н.А. Проблемы учения и умственного развития школьника: Избранные психологические труды / Н.А. Менчинская. – М.: Педагогика, 1989. – 224с.
93. Методика обучения математике в 2 ч. Часть 1 : учебник для академического бакалавриата / Н. С. Подходова [и др.] ; под редакцией Н. С. Подходовой, В. И. Снегуровой. – Москва : Юрайт, 2019. – 274 с.
94. Микерова Г.Ж. Лингводидактические основы обучения русскому языку по технологии укрупнения дидактических единиц в начальных классах: дисс. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Г.Ж. Микерова. - Майкоп, 2008. – 381 с.
95. Мильман В.Э. Мотивация творчества и роста: структура, диагностика, развитие: теоретическое экспериментальное и прикладное исследование диалекти-

- ки созидания и потребления / В. Э. Мильман. – М.: Миря и Ко, 2005. – 165 с.
96. Мухина С.Н. Подготовка студентов к изучению специальных дисциплин в процессе обучения математике в техническом вузе: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / С.Н. Мухина. – Калининград, 2001. – 136 с.
97. Мышкис А.Д. Элементы теории математических моделей / А.Д. Мышкис. – 3-е изд., испр. – М.: КомКнига, 2007. – 192 с.
98. Нахман А.Д. Математический инструментарий реализации компетентностной парадигмы / А.Д. Нахман // Вопросы педагогики. – 2021. – №2-2. – С. 150–154.
99. Нахман А.Д. Основные аспекты обучения математическому моделированию в системе «школа-вуз» / А.Д. Нахман // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2016. – №5. – С.41–56.
100. Новиков А.М. Методология / А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: ЛЕНАНД, 2021. – 632 с.
101. Новиков А.М. Процесс и методы формирования трудовых умений: Профпедагогика / А.М. Новиков. – М.: Высш. шк., 1986. – 288 с.
- 102.Новикова Ю.Б. Повышение качества образования будущего учителя на основе практико-ориентированного подхода / Ю.Б. Новикова // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. Серия: Педагогика. Психология. Социальная работа. Ювенология. Социокинетика. – 2008. – Т. 14.– № 2. – С. 63-67.
- 103.Носков М.В. К теории обучения математике в технических вузах / М.В. Носков, В.А. Шершнева // Педагогика. – 2005. – №10. – С. 62-67.
- 104.Образцов П. И. Методология, методы и методика педагогического исследования: Учебное пособие / .П.И. Образцов. – Орел: ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева», 2016. – 134 с.
- 105.Огнев А.С. Теория и практика контекстного образования / А.С. Огнев // Педагогика. – 2019. – №9. – С. 117–124.

106. Огородник В.Э. Практико-ориентированный подход в педагогическом образовании: теоретико-методологические аспекты / В.Э. Огородник, Е.А. Аршанский // Весніакуацыі. – 2018. – № 12. – С. 3–10.
107. Пак М.С. Инструментальная дидактика химии: программа курса для дополнительного профессионального образования / М.С. Пак. – Санкт-Петербург, 2014. – 29 с.
108. Палеева М.Л. Основы технологии создания учебных заданий по математике для тестового контроля / Л.М. Палеева // Вестник Иркутского государственного университета. – 2013. – №3(74). – С. 206–212.
109. Паничев С.А. Дедуктивный подход к структурированию содержания высшего естественнонаучного образования: дисс. ...д-ра пед. наук: 13.00.01 / С.А. Паничев.– Тюмень, 2004. – 384 с.
110. Пентин А.Ю. Особенности школьного естественнонаучного образования в России в ракурсе международных исследований TIMSS и PISA / А.Ю. Пентин, Г.С. Ковалева, Е.Н. Давыдова, Е.С. Смирнова // Естественнонаучное образование: проблемы, оценки качества / Под общей ред. проф. Г.В. Лисичкина – М.: Изд-во Московского ун-та, 2018. – С. 42–55.
111. Перминов Е.А. Об актуальности фундаментализации математической подготовки студентов педагогических направлений в цифровую эпоху / Е.А. Перминов, Д.Д. Гаджиев, М.М. Абдуразаков // Образование и наука. – 2019. – Т. 21. – № 5. –С. 87–112.
112. Перминова Л.М. Методологический анализ понятийно-терминологического аппарата педагогики и дидактики/ Л.М. Перминова // Педагогика. – 2019. – № 9.– С.5-16.
113. Плотникова Е. Г. Концептуальные положения процесса обучения математике в ВУЗе / Е.Г. Плотникова // Высшее образование сегодня. – 2011. – № 3. – С. 48–51.
114. Плотникова Е.Г. Педагогическая система профильного подхода к обучению математике в вузе / Е.Г. Плотникова // Академические чтения. – СПб.: Изда-

- тельство РГПУ им. А.И. Герцена. – Вып.3: Теория и практика модернизации отечественного образования. – 2002. – С. 76–78.
115. Подласый И.П. Педагогика: учебник / И.П. Подласый. – 2-е изд., доп. – М.: Юрайт: Высш. образование, 2010. – 574 с.
116. Подходова Н.С. Интеграция естественнонаучных и математических знаний на основе ознакомления студентов с методом моделирования / Н.С. Подходова // Метаметодика как перспективное направление развития предметных методик. Выпуск 5. – СПб, САГА, 2008. – С. 149–154.
117. Подходова Н.С. Эволюция средств оценивания формирования готовности будущих учителей математики к профессиональной деятельности / Н.С. Подходова, В.И. Снегурова, В.В. Орлов // Развитие общего и профессионального математического образования в системе национальных университетов и педагогических вузов: Материалы 40-го Международного научного семинара преподавателей математики и информатики университетов и педагогических вузов. – Брянск, 2021. – С. 201–206.
118. Пойа Д. Как решать задачу / пер. с англ. [В.Г. Звонаревой и Д.Н. Белла]; под ред. Ю.М. Гайдука – 2-е изд. – М.: Учпедгиз, 1959. – 208 с.
119. Полупан К.Л. Концептуальные основы проектирования индивидуального образовательного маршрута студента в цифровой образовательной среде вуза: автореф. дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.01/К.Л. Полупан. – Калининград, 2020. – 41с.
120. Попков В.А. Дидактика высшей школы: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – 2-е изд., испр. и доп./ В.А. Попков, А.В. Коржуев. – М.: Академия, 2004. – 192 с.
121. Попова Г.И. Конструирование электронных учебных материалов в профессиональной подготовке учителей: автореф. дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.08/ Г.И. Попова – Краснодар, 2006. – 24 с.
122. Профессиональный стандарт "Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)", утвержденный приказом Министерства

- труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 октября 2013 г. N 544н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 6 декабря 2013 г., регистрационный N 30550), с изменением, внесенным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 5 августа 2016 г. N 422н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 23 августа 2016 г., регистрационный N 43326). - – Доступ из системы ГАРАНТ. URL:garant.ru>Прайм> (дата обращения: 14.11.2018).
123. Профессиональный стандарт "Специалист по химической переработке нефти и газа", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21 ноября 2014 г. N 926н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 19 декабря 2014 г., регистрационный N 35271), с изменением, внесенным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 декабря 2016 г. N 727н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 13 января 2017 г., регистрационный N 45230). - Доступ из системы ГАРАНТ. URL:garant.ru>Прайм> (дата обращения: 14.11.2018).
124. Профессиональный стандарт "Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21 декабря 2015 г. N 1046н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 20 января 2016 г., регистрационный N 40654). - Доступ из системы ГАРАНТ. URL:garant.ru>Прайм> (дата обращения: 14.11.2018).
125. Психология: словарь / под общ. ред. А. В. Петровского, М. Г. Ярошевского. – 2-е изд. – М.: Политиздат, 1990. – 494 с.
126. Резник Н. И. Инвариантная основа внутрипредметных, межпредметных связей: методологические и методические аспекты: монография / Н.И. Резник. – 3-е изд, дораб.и доп.– СПб.: Речь, 2012. – 265 с.
127. Рослова Л.О. Функциональная математическая грамотность: что под этим понимать и как формировать / Л.О. Рослова // Педагогика. – 2018. – № 10. – С. 48–56.

- 128.Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии: в 2-х т./ С.Л. Рубинштейн. – М.: Педагогика, 1989. – Т. I. – 488 с.
- 129.Савицкая А.В. Практико-ориентированный подход в обучении: обзор зарубежной литературы и проблемы реализации в вузе / А.В. Савицкая// European Social Science Journal.– 2013. – № 4 (23). – С. 66–74.
- 130.Сазанова Е.А. Особенности теории и технологии практико-ориентированного подхода при подготовке учителя: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Е.А. Сазанова. – Томск, 2000. – 264 с.
- 131.Салмина Н.Г. Знак и символ в обучении / Н.Г. Салмина. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. – 83 с.
- 132.Самойленко П.И. Высшее профессиональное образование: содержательный и методологический аспекты / П.И. Самойленко, А.В. Коржув. – М.: Янус – К, 2008. – 224 с.
133. Свидетельство 2019610182. Программа для ЭВМ «MathGraph» / Д.Б. Бембитов, Л.Н. Джимбеева, В.С. Тугульчиева (RU); Правообладатель: ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова» . №2019610182; заявл. 10.01.2019; опубл. 30.01.2019 Бюл.№2
- 134.Севостьянов А.Г. Моделирование технологических процессов: учебник / А.Г. Севостьянов, П.А. Севостьянов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 344 с.
- 135.Селевко Г.К. Современные образовательные технологии: учебное пособие / Г.К. Селевко. – М. Народное образование, 1998. – 256 с
- 136.Селевко Г.К. Энциклопедия образовательных технологий: В 2 т. / Г.К. Селевко.– М: НИИ школьных технологий, 2006. – 816 с.
- 137.Скатецкий В.Г. Математические методы в химии: учеб.пособие для студентов вузов / В.Г. Скатецкий, Д.В. Свиридов, В.И. Яшкин. – Минск: ТетраСистемс, 2006. – 368 с.
- 138.Скибицкая И.Ю. Проектирование педагогического инструментария формирования профессионализма студентов экономического вуза: дисс. ... канд. пед.наук: 13.00.08/ И.Ю. Скибицкая. – Новосибирск, 2005. – 213 с.



- 139.Сластенин В.А. Педагогика: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.А. Сластенин, И.В. Исаев, В.Н. Шиянов. – 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 576 с.
- 140.Сотникова О.А. К проблеме понимания математики в современном вузовском обучении. Фундаментальные и прикладные исследования проблем образования: Материалы Всероссийского методологического семинара: В 2т. / Под науч. ред. Н.В. Бордовской. Том 2. – СПб.: Изд-во РГПУ им.А.И. Герцена, 2004. – С. 167–171.
- 141.Талызина Н.Ф. Деятельностная теория обучения как основа подготовки специалистов/ Н.Ф. Талызина // Вестник Моск. ун-та. – Серия 20. Педагогическое образование. – 2009. – № 3. – С. 17–44.
- 142.Темербекова А.А. Методика обучения математике: учебное пособие / А.А. Темербекова, И.В. Чугунова, Г.А. Байгонакова. – Санкт-Петербург: Лань, 2015. – 512 с.
- 143.Терёшин Н.А. Прикладная направленность школьного курса математики / Н.А. Терёшин – М.: Просвещение, 1990. – 96 с.
- 144.Титова И.М. Педагогический университет: К проблеме соотношения фундаментального и прикладного в профессионально-методической подготовке студента / И.М. Титова // Вестник СЗО РАО. – 1999. - №4.
- 145.Трофимова Ю.М. Шведская модель высшего образования (чем она интересна для нас?) / Ю.М. Трофимова // Интеграция образования. – 1999. – №1. – С. 3–7.
- 146.Тугульчиева В.С. Практико-ориентированное обучение бакалавров естественно-научного профиля как способ формирования профессиональных компетенций / В.С. Тугульчиева, П.Д. Васильева // Вестник Марийского государственного университета. Т. 13. – № 1. – 2019. – № 1. –С. 41–47.
- 147.Тугульчиева В.С. Интегрирующая роль математики в профессиональной подготовке бакалавров естественнонаучного профиля / В.С. Тугульчиева, П.Д. Васильева // Вестник Северо-Восточного федерального университета

- им. М. К. Аммосова. – Серия: Педагогика. Психология. Философия. – 2017. – № 1. – С. 70–76.
148. Тугульчиева В.С. Проблемы реализации практико-ориентированного подхода в естественно-математическом образовании регионального вуза / В.С. Тугульчиева В. С., П.Д. Васильева // Бизнес. Образование. Право. – 2019. – № 1 (46). – С. 421–425.
149. Тугульчиева В.С. Формирование понятия «Функция» в обучении бакалавров естественнонаучного профиля / В.С. Тугульчиева, П.Д. Васильева // Slovak international scientific journal. – 2018. – № 14. – С. 20–23.
150. Тугульчиева В.С. Активизация познавательной деятельности студентов-химиков на занятиях по математическим дисциплинам / В.С. Тугульчиева, П.Д. Васильева // Актуальные проблемы науки, производства и химического образования: сборник материалов IX Всерос. науч-практ. конф. с международным участием (г. Астрахань, 21 ноября 2018 г.). – Астрахань, 2019. – С. 159–163.
151. Тугульчиева В.С. Интегрирующая роль математики в реализации практико-ориентированного обучения бакалавров-естественников: Сборник трудов Международной конференции «Вектор развития современного естественнонаучного образования» (12-13 октября 2018, Якутск). – Киров: ДПО «Межрегиональный центр инновационных технологий в образовании, 2019. – С. 217–219.
152. Тугульчиева В.С. Использование цифровых технологий в процессе реализации практико-ориентированного подхода в обучении математике студентов естественнонаучного профиля / В.С. Тугульчиева, Р.А. Бисенгалиев // Информационные технологии в экологии, образовании и бизнесе: Материалы конференции (КБГУ, г. Нальчик, 25 мая 2021 г.). – Нальчик, 2021. – С. 89–96.
153. Тугульчиева В.С. Коррекция математических знаний первокурсников / В.С. Тугульчиева, Д.Б. Бембитов // Научный альманах: [по материалам международной научно-практической конференции «перспективы развития

- науки и образования», г. Тамбов, 31 октября 2016 г.]. – 2016. – №10-2(24) – С. 206–209.
154. Тугульчиева В.С. Математическое моделирование в практико-ориентированном обучении студентов естественнонаучного направления подготовки / В.С. Тугульчиева // Сборник тезисов всероссийского научно-образовательного форума с международным участием «Приоритеты в современном естественнонаучном образовании: проблемы и перспективы» (г. Якутск, 22–26 ноября 2021 г.). – Якутск, 2021. – С. 490–497.
155. Тугульчиева В.С. О применении практико-ориентированных технологий в обучении математике студентов естественнонаучных направлений подготовки / В.С. Тугульчиева // Материалы IV Международной научной конференции «Осенние математические чтения в Адыгее» (г. Майкоп, 12–17 октября 2021 г.). – Майкоп, изд-во АГУ. – 2021. – С. 365–369.
156. Тугульчиева В.С. О проблеме формирования математической компетентности у студентов естественнонаучных направлений / В.С. Тугульчиева // Университеты в системе поиска и поддержки математически одаренных детей и молодежи: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции (Майкоп, 19.12-23.12. 2018 г.). – Майкоп: Адыгейский гос. ун-т, 2018. – С. 87–92.
157. Тугульчиева В.С. Педагогические условия практико-ориентированного обучения математике студентов естественнонаучного профиля / В.С. Тугульчиева // Профильная школа. – 2021. №4. – С. 31–40.
158. Тулькибаева Н.Н. Теория и практика обучения учащихся решению задач: монография / Н.Н. Тулькибаева. – Челябинск : ЧГПУ, 2000. – 251 с.
159. Урсул А.Д. Отражение и информация. – М.: Мысль, 1973. – 231 с.
160. Федосеев В.М. Математическое образование инженера в контексте стандартов CDIO: методический аспект / В.М. Федосеев // Инженерное образование. – 2014. – № 16. – С. 93–97.
161. Философский энциклопедический словарь / гл. ред. Л. Ф. Ильичев [и др.]. – М.: Сов. энциклопедия, 1983. – 840 с.

162. Фирсов В.В. Методика обучения математике как научная дисциплина / В.В. Фирсов // Полюном. – №1. – 2009. – С. 59–67.
163. Фридман Л.М. Психопедагогика общего образования: пособие для учителей / Л.М. Фридман. – Москва, 1997. – 288 с.
164. Фридман Л.М. Наглядность и моделирование в обучении / Л.М. Фридман. – М.: Знание. – 1984. – 80 с.
165. Чанько А.Д. Корпоративные университеты: анализ деятельности в международных исследованиях / А.Д. Чанько, А.В. Баснер // Российский журнал менеджмента. – 2015. – №3. – Том 13. – С.79–110.
166. Читалин Н.А. Научно-педагогические основания естественнонаучной и профессиональной подготовки: опыт, анализ, перспективы / Н.А. Читалин, А.Р. Камалеева, С.Ю. Грузкова // Казанский педагогический журнал. – 2016. – № 5(118). – С. 38–44 .
167. Чугунов Д. Ю. Введение программ прикладного бакалавриата в российскую систему образования: зачем и как? / Д.Ю. Чугунов, К.Б. Васильев, И.Д. Фрумин // Вопросы образования. – 2010. – №4. – С. 247–268.
168. Шадриков В.Д. Профессиональные способности / В.Д. Шадриков. – М.: Университетская книга, 2010. – 320 с.
169. Шапоринский С.А. Обучение и научное познание / С.А. Шапоринский. – М.: Педагогика, 1981. – 208 с.
170. Шаталов М.А. Межпредметные связи как инструмент построения систем интегрированного обучения / М.А. Шаталов, И.В. Якубенкова, Е.Е. Метельская, Я.Ю. Баталова; М.А. Шаталов, И.В. Якубенкова, Е.Е. Метельская, Я.Ю. Баталова // Методология и методика научных исследований в области биологического и экологического образования [Текст] : сборник материалов III методологического семинара, Санкт-Петербург, 11-13 ноября 2003 г. / Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена. – Санкт-Петербург, 2003. - Выпуск 2. – С. 91–93.

171. Швырев В.С. Современное знание и проектно-конструктивное сознание / В.С. Швырев // Эпистимология и философия науки. – 2006. – Т.9. – №3. – С. 39–55.
172. Шелехова Л.В. Использование систем динамической математики в учебно-исследовательской работе студентов / Л.В. Шелехова, С.И. Калашникова // Осенние математические чтения в Адыгее: Материалы IV Международной научной конференции. Адыгейский государственный университет/ – Майкоп, 2001. – С. 377–379.
173. Шипилина Л.А. Методология психолого-педагогических исследований: учеб. пособие для аспирантов и магистрантов по направлению «Педагогика» / Л.А. Шипилина. – 6-е изд., стереотип. – М.: ФЛИНТА: Наука, 2013. – 208 с.
174. Шишов С.Е. Компетентностный подход к образованию: прихоть или необходимость? / С.Е. Шишов, И.Г. Агапов // Стандарты и мониторинг в образовании. – 2002. – Март-апрель. – С. 56–62.
175. Шиянов Е.Н. Педагогика: общая теория образования / Е.Н. Шиянов. – Ставрополь: СКСИ, 2007. – 634 с.
176. Штейнберг В.Э. Дидактические многомерные инструменты: Теория, методика, практика / В.Э. Штейнберг. – М.: Народное образование, 2002. – 304 с.
177. Щеглова А.Е. Реализация основных профессиональных образовательных программ прикладного бакалавриата: промежуточные итоги и проблемы // Поволжский педагогический поиск. – 2017. – №1(19). – С. 186–193.
178. Энгельс Ф. Анти-Дюринг / Ф. Энгельс. – М.: Директ-Медиа, 2007. – 43 с.
179. Эрдниев П.М. Укрупнение дидактических единиц / П.М. Эрдниев, Б.П. Эрдниев. – М.: Просвещение, 1989. – 255 с.
180. Эрдниев П.М. Фактор времени в процессе обучения и проблема УДЕ усвоения знаний / П.М. Эрдниев // Вопросы философии. – 1974. – № 4. – С. 51–55.
181. Эрентраут Е.Н. Практико-ориентированные задачи как средство реализации прикладной направленности курса математики в профильных школах: Автореф. дисс. ... канд. пед. наук / Е.Н. Эрентраут. – Екатеринбург, 2005. – 28 с.

182. Якиманская И.С. Психологические основы математического образования: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 050201 (032100) «Математика»/ И.С. Якиманская. – Москва, 2004. – 320 с.
183. Ялалов Ф. Деятельностно-компетентностный подход к практико-ориентированному образованию / Ф. Ялалов // Высшее образование в России. – 2008. – № 1. – С. 89-93.
184. Bloom B.S., (Ed.). 1956. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain. New York: Longman.
185. Crawley E. F., Brodeur D. R., Soderholm D. H. The education of future aeronautical engineers: Conceiving, designing, implementing and operating // Journal of Science Education and Technology. – 2008. – № 17(2). – P. 138–151.
186. OECD (2017), PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving, revised
187. Vasileva P.D., Tugulchieva V.S. Solving systematic interrelated assignments in teaching chemistry // 12<sup>th</sup> European conference on research in chemistry education (Ecrice 2014). Book of abstracts. – 2014. – P. 148.
188. Vasilyeva P.D., Tugulchieva V.S., Khondyaeva T.V., Bairova K. Mathematics in regional higher education institution under conditions of globalization // The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS . Volume LXXVI, Pages 1- 3763 (28 December 2019) Conference: SCTCMG 2019 - Social and Cultural Transformations in the Context of Modern Globalism. – 2019. – P. 3317-3323.
189. Vasilyeva P.D., Volkova S.A., Tugulchieva V.S., Khondyaeva T.V., Buraeva T.V. Humanization of science and mathematics education in the context of informatization // The European Proceedings of Social & Behavioral Sciences EpSBS. – 2019. – №109 – P. 969-974.
190. Vasilyeva P.D., Tugulchieva V.S., Khondaeva T.V. Adaptation of first-year foreign students in teaching chemistry and mathematics at the university // DidSci Plus – Research in Didactics of Science PLUS Proceedings of the International Confer-

ence Charles University – Faculty of Science Prague, 25th-27th June 2018. Charles University, Faculty of Science. – 2018. – P. 449-455.

191. Volkova S.A, Vasilyeva P.D., Tugulchieva V.S., Khondaeva T.V. Implementation of the system approach in continuing natural science education // *Espacios*. – 2018. T. 39.– № 38.

**ПРИЛОЖЕНИЯ**

## Приложение 1

**Анкета «Адаптация к учебному процессу» для первокурсников, обучающихся на естественнонаучных направлениях**

1. На каком курсе Вы учитесь? \_\_\_\_\_

2. Какое последнее учебное заведение Вы закончили и в каком году?

Среднюю общеобразовательную школу, в \_\_\_\_\_ году

Профессиональное училище, в \_\_\_\_\_ году

Техникум, колледж, в \_\_\_\_\_ году

другое (что именно?) \_\_\_\_\_

---

3. Почему Вы выбрали именно ту специальность, на которую поступили?  
(можно выбрать несколько вариантов ответа или дать свой)

Эта специальность кажется мне престижной.

Родители настояли на поступлении на эту специальность.

Эта специальность поможет получить высокооплачиваемую работу.

Подал документы по совету друзей.

На этой специальности меньше конкурс.

Меня привлекает моя будущая профессия.

На этой специальности мне легче сдать вступительные экзамены.

Меня интересует данная область науки.

Другая причина (какая?) \_\_\_\_\_

4. Представляете ли Вы на данный момент специфику своей будущей профессии?

да

нет

5. Отношение к выбранному направлению подготовки

изменилось в лучшую сторону

не изменилось



разочаровался (лась)

6. Для чего, на Ваш взгляд, нужен курс математики в подготовке студентов Вашего направления подготовки?

для развития логического мышления

для решения профессиональных задач

для развития интеллекта в целом

для широты кругозора

другие причины (укажите, пожалуйста, какие) \_\_\_\_\_

7. С какими дисциплинами, по Вашему мнению, связана дисциплина «Математика»? \_\_\_\_\_

8. Легко ли Вы справляетесь с учебной нагрузкой по дисциплине «Математика» (линейная алгебра, аналитическая геометрия, математический анализ, дифференциальные уравнения, математическая статистика и др.)?

легко;

думал(а), что будет легче, но школьных знаний не хватило для успешного освоения дисциплины без дополнительной подготовки;

бывают трудности из-за лени, но я работаю над собой;

не справляюсь

9. Проранжируйте причины, мешающие Вам усвоить материал по математике (поставьте номера: 1 – самая главная, 2 – вторая по степени влияния и т.д.):

пробелы в знаниях

низкая работоспособность

отсутствие интереса к учебе

нежелание получать определенную специализацию

различающийся уровень требований учреждения довузовского образования (школы, техникума, колледжа и т.п.) и вуза

отсутствие понятной учебной литературы

другие причины (указать какие) \_\_\_\_\_

---

При наличии иных причин дополните список, проставив соответствующий ранг.

10. Считаете ли Вы, что если на занятиях по математике использовать математические задания, связанные с другими дисциплинами, то изучение математики и связанных с ней дисциплин пройдет более успешно?

да

нет

11. Для повышения Вашего интереса к дисциплине «Математика» необходимо (можно выбрать несколько вариантов ответа или дать свой):

решать только стандартные типовые задачи по строго заданному алгоритму

проводить самостоятельную работу по поиску, составлению и решению задач, касающихся Вашей будущей профессии

решать задачи, в условии которых используются данные из связанных с математикой дисциплин

Другое (что именно?) \_\_\_\_\_

---

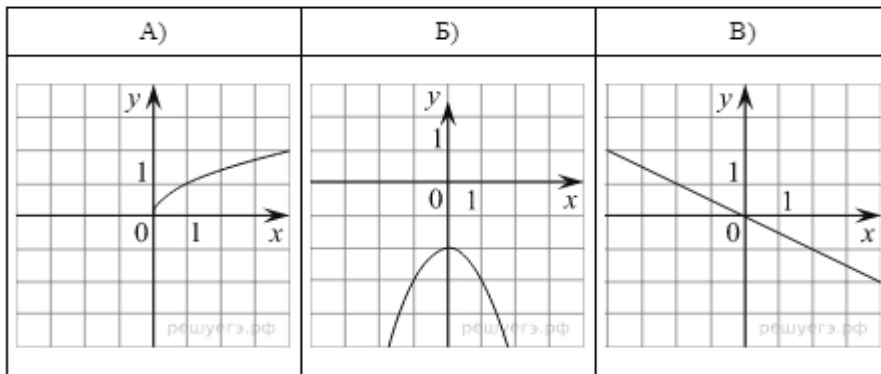
### Задания входного контроля (первый год исследования)

1) Даны два множества: отрезок  $A=[-3;8]$  и полусегмент  $B=(6;10]$ . Найти:  $A \cup B$ ,  $A \cap B$ ,  $A \setminus B$

2) Числовая последовательность задана формулой общего члена  $x_n = \frac{n-1}{2n+1}$ .

Является ли число  $\frac{4}{11}$  членом заданной последовательности?

3) Установите соответствие между графиками



и формулами, которые их задают

1)  $y = -\frac{1}{2}x$     2)  $y = -\frac{1}{x}$     3)  $y = -x^2 - 2$     4)  $y = \sqrt{x}$

4) Укажите номера верных утверждений.

1) Центры вписанной и описанной окружностей равностороннего треугольника совпадают.

2) Существует квадрат, который не является ромбом.

3) Сумма углов любого треугольника равна  $180^\circ$ .

5) Решить уравнение:  $\sin 2x = \frac{1}{2}$

6) Упростите выражение:  $\left( \frac{x^{1.5} - 1}{x^{0.5} - 1} + x^{0.5} \right) : \frac{x-1}{x^{0.5} - 1}$

7) Решить уравнение:  $\sqrt{12-x} = x$

- 8) Решить уравнение:  $\log_3 \frac{x-2}{x+3} = 1$
- 9) Решить уравнение:  $|2x-3|=11$
- 10) Построить график функции:  $y = \frac{3}{x+2} - 1$
- 11) Найдите наименьшее значение функции  $y = x^3 - 3x^2 + 2$  на отрезке  $[1;4]$
- 12) Найти область определения функции  $y = \ln(x^2 - 4x + 4)$
- 13) Найти значение выражения  $\frac{3\cos^2 17^\circ - 3\sin^2 17^\circ}{5\sin 56^\circ}$
- 14) В 2008 году в городском квартале проживало 40000 человек. В 2009 году, в результате строительства новых домов, число жителей выросло на 8%, а в 2010 году на 9% по сравнению с 2009 годом. Сколько человек стало проживать в квартале в 2010 году?
- 15) Построить треугольник ABC на плоскости, если известны координаты его вершин A(2;3), B(7;3) и C(7;-5) и вычислить его площадь.

## Приложение 3

## Задания входного контроля (начиная со второго года исследования)

## Блок А

A1. Вычислите значение дроби  $\frac{4a-3b}{3a-5b}$ , если  $5a-8b=0$

- 1) -13      2) -14      3) -15      4) -16      5) -17

A2. Определите  $\sin^2 \alpha$ , если  $\cos 2\alpha = \frac{1}{4}$

- 1)  $\frac{3}{4}$       2)  $\frac{1}{4}$       3)  $\frac{1}{16}$       4)  $\frac{3}{8}$

A3. Значение выражения  $3^{-12} \cdot (3^{-5})^2$  равно:

- 1) 81      2)  $3^{-22}$       3)  $3^{-19}$       4) 9      5)  $\frac{1}{9}$

A4. Найдите множество значений функции  $y = x^2 + 8x$

- 1)  $[0; \infty)$       2)  $(-8; \infty)$       3)  $[-16; \infty)$       4)  $(-16; \infty)$       5)  $[8; \infty)$

A5. Графику функции  $y = 3x - 7$  принадлежат точки с координатами (выберите не менее двух вариантов)

- 1) (1;-4)      2) (4;5)      3) (2;1)      4) (3;-2)

A6. Сумма корней (корень, если он один) уравнения  $(x+3)\sqrt{x-1} = 0$  равна:

- 1) -1      2) 3      3) -2      4) 1      5) -3

A7. Решение неравенства  $0,4^{x+2} \leq 0,16^{2x-1}$  имеет вид

- 1)  $\left(-\infty; \frac{4}{3}\right]$       2)  $\left[\frac{4}{3}; +\infty\right)$       3)  $\left(\frac{4}{3}; +\infty\right)$       4)  $\left(-\infty; \frac{4}{3}\right)$

A8. Производная функции  $y = 2\sqrt{x} + x^3 - 1$  имеет вид

- 1)  $\frac{4}{3}\sqrt{x^3} + \frac{x^4}{4} - x$       2)  $\frac{2}{\sqrt{x}} + 3x^2$       3)  $\frac{1}{\sqrt{x}} + 3x^2 - 1$       4)  $\frac{1}{\sqrt{x}} + 3x^2$

A9. Одна из первообразных функции  $3x^2 - \sqrt{x} + 1$  имеет вид

- 1)  $x^3 - \frac{2}{3}x\sqrt{x} + 3$       2)  $x^3 - 2x\sqrt{x} + x + 2$       3)  $x^3 - \frac{2}{3}x\sqrt{x} + x$       4)  $6x - \frac{1}{2\sqrt{x}}$

A10. В ромб площадью  $18\sqrt{5}$  вписан круг площадью  $5\pi$ . Сторона ромба равна:

- 1) 8      2) 18      3)  $\frac{9\sqrt{5}}{5}$       4)  $\frac{18\sqrt{5}}{5}$       5) 9

A11. Площадь осевого сечения цилиндра равна 10. Площадь его боковой поверхности равна:

- 1)  $5\pi$       2)  $10\pi$       3)  $20\pi$       4) 20      5) 10

A12. В урне содержатся одинаковые шары разного цвета: 7 белых, 6 черных, 4 красных и 3 зеленых. Шары тщательно перемешаны. Наудачу извлечен один шар. Тогда вероятность, что вынутый шар окажется не белым, равна

- 1) 0,65      2) 0,3      3) 0,2      4) 0,35

### Блок В.

B1. Найдите область определения функции  $f(x) = \sqrt{\log_2(x+4) - \log_2(2x-3)}$

- 1)  $(-4; 0]$       2)  $(-4; 1,5)$       3)  $(1,5; 7]$       4)  $(1; 1,5)$       5)  $(-\infty; 1]$

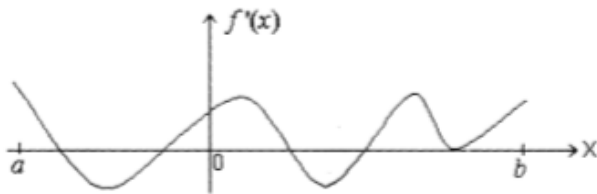
B2. Найдите сумму корней или корень, если он единственный, уравнения  $\sqrt{39-5x} = x-5$ . Полученное значение: \_\_\_\_\_

B3. Число натуральных решений неравенства  $|x^2 - 36| \cdot (x-5) \leq 0$  равно \_\_\_\_\_

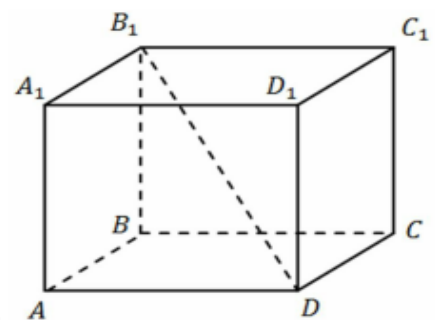
B4. Найдите сумму наибольшего и наименьшего значений функции  $y = x^3 - 3x + 7$  на отрезке  $[-3; 1]$

- 1) 14    2) -4      3)      4) -2      5) -6

B5. Найдите количество точек экстремума функции  $f(x)$  на отрезке  $[a; b]$ , если график ее производной  $f'(x)$  на этом промежутке имеет вид



Ответ: \_\_\_\_\_



B6. В прямоугольном параллелепипеде  $ABCA_1B_1C_1D_1$

$AB = 6, BC = 7, AA_1 = 6$ . Тогда длина диагонали  $B_1D$  равна \_\_\_\_\_

### Кейс-задания С

#### Для направления «Биология»

Пусть популяция бактерий в момент  $t$  насчитывает  $x(t) = 3000 + 100t^2$ , где  $t$  - время (в секундах).

С1. Скорость роста популяции в произвольный момент времени находится по формуле \_\_\_\_\_

С2. Установите соответствие между численностью популяции и временем

5500	12
3900	5
17400	3

С3. Популяция растет со скоростью 800 бактерий в секунду в момент времени  $t =$  \_\_\_\_\_

#### Для направления «Физика»

Закон прямолинейного движения материальной точки задается формулой  $s(t) = -t^3 + 14t^2$ , где  $t$  - время (в секундах), а  $s(t)$  - расстояние (в метрах), пройденное точкой к моменту  $t$ .

С1. Через 5 секунд точка будет находиться на расстоянии \_\_\_\_\_ метров от точки отсчета

С2. Установите соответствие между значениями расстояния, скорости и ускорения в момент времени  $t=3$

$s$	10
$v$	99
$a$	57

С3. ускорение движения точки будет равно  $10 \text{ м/с}^2$  в момент времени  $t =$  \_\_\_\_\_

#### Для направления «Химия»

Количество вещества, вступившего в химическую реакцию, задается зависимостью:  $p(t) = \frac{t^3}{3} + 3t^2 - 3$  (моль)

С1. Установите временной момент, начиная с которого скорость вещества, вступившего в реакцию, превысило 27 моль/сек

С2. Установите соответствие между временем и количеством вещества, вступившего в реакцию

3	177
6	1005
12	33

С3. Скорость химической реакции в момент времени  $t=6$  равна \_\_\_



### Проверка гипотезы $H_0$ – уровни математической подготовки в двух группах не отличаются

№	Биология				Химия				Физика			
	количество выпол- ненных заданий		квадраты отклоне- ний от среднего		количество выпол- ненных заданий		квадраты отклоне- ний от среднего		количество выпол- ненных заданий		квадраты отклоне- ний от среднего	
	кг	эг	кг	эг	кг	эг	кг	эг	кг	эг	кг	эг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	10	11	3,71	0,25	10	11	1,72	0,01	17	16	19,61	10,12
2	10	11	3,71	0,25	10	8	1,72	9,55	14	12	2,04	0,67
3	10	10	3,71	2,25	10	10	1,72	1,19	7	7	31,04	33,85
4	10	12	3,71	0,25	10	10	1,72	1,19	12	13	0,33	0,03
5	10	10	3,71	2,25	11	10	0,10	1,19	14	16	2,04	10,12
6	10	10	3,71	2,25	13	16	2,85	24,10	11	11	2,47	3,31
7	13	12	1,16	0,25	8	8	10,96	9,55	13	14	0,18	1,40
8	15	12	9,46	0,25	10	10	1,72	1,19	15	14	5,90	1,40
9	13	12	1,16	0,25	14	12	7,23	0,83	14	13	2,04	0,03
10	13	13	1,16	2,25	14	13	7,23	3,64	16	15	11,76	4,76
11	12	10	0,01	2,25	11	12	0,10	0,83	15	14	5,90	1,40
12	10	10	3,71	2,25	14	12	7,23	0,83	16	15	11,76	4,76
13	12	10	0,01	2,25	10	9	1,72	4,37	11	12	2,47	0,67
14	10	9	3,71	6,25	9	8	5,34	9,55	13	14	0,18	1,40
15	12	11	0,01	0,25	12	11	0,47	0,01	13	14	0,18	1,40
16	10	9	3,71	6,25	7	9	18,59	4,37	8	8	20,90	23,21
17	15	12	9,46	0,25	11	11	0,10	0,01	9	9	12,76	14,58
18	13	12	1,16	0,25	13	13	2,85	3,64	9	7	12,76	33,85
19	15	15	9,46	12,25	15	13	13,61	3,64	15	14	5,90	1,40
20	17	17	25,76	30,25	9	11	5,34	0,01	15	13	5,90	0,03
21	10	10	3,71	2,25	11	11	0,10	0,01	7	13	31,04	0,03
22	14	14	4,31	6,25	14	12	7,23	0,83		18		26,85
23	10	10	3,71	2,25	14	17	7,23	34,92				
24	13	11	1,16	0,25	11	11	0,10	0,01				
25	11	10	0,86	2,25	8	8	10,96	9,55				





## Приложение 5

## Задания итогового теста

## Блок А

1. Минором элемента  $a_{ij}$  матрицы  $A$  называют:

- 1) определитель матрицы  $A$ , у которого отсутствует  $i$ -я строка и  $j$ -й столбец;
- 2) определитель матрицы  $A$ , у которого отсутствует  $j$ -я строка и  $i$ -й столбец;
- 3) матрица  $A$ , у которой отсутствует  $i$ -я строка и  $j$ -й столбец;
- 4) матрицы  $A$ , у которой отсутствует  $j$ -я строка и  $i$ -й столбец;
- 5) определитель матрицы  $A$ .

2. Длина вектора  $\overline{BC}$ , если  $B(4;0)$ ,  $C(5;1)$  равна

- 1)  $\sqrt{1,5}$     2)  $\frac{5}{\sqrt{3}}$     3)  $\sqrt{\frac{2}{3}}$     4)  $\sqrt{6}$     5) 1

3. Угловым коэффициентом прямой, заданной уравнением  $x - 5y - 3 = 0$ , равен

- 1) 0,2    2) -0,6    3)  $\frac{5}{3}$     4) -0,2    5) -5

4. Если уравнение окружности имеет вид  $x^2 + y^2 - 2x - 4y + 1 = 0$ , то произведение координат ее центра равно

- 1) 2    2) -2    3) -8    4) 8    5) 2,25

5. Абсолютная величина значения предела  $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{6 - 20x^3}{4x^3 + 5x - 2}$  равна

- 1) 1,5    2) 5    3) -5    4)  $\infty$     5) 3

6. Производная функции  $y = \log_3 5x + \ln \sin x$  имеет вид:

- 1)  $\frac{1}{\ln 3} + \operatorname{tg} x$     2)  $\frac{1}{\ln 3x} + \operatorname{arctg} x$     3)  $\frac{1}{x \ln 3} + \operatorname{tg} x$   
 4)  $\frac{1}{x \ln 3} + \operatorname{ctg} x$     5)  $\frac{1}{x \ln 3} - \operatorname{ctg} x$

7. Одна из первообразных функции  $3x^2 - \sqrt{x} + 1$  имеет вид

- 1)  $x^3 - \frac{2}{3}x\sqrt{x} + 3$     2)  $x^3 - 2x\sqrt{x} + x + 2$     3)  $x^3 - \frac{2}{3}x\sqrt{x} + x$     4)  $6x - \frac{1}{2\sqrt{x}}$

8. Частная производная  $\frac{\partial z}{\partial x}$  функции  $z = \cos(2x + 7y)$  имеет вид

1)  $-2\sin(2x+7y)$  2)  $-7\sin(2x+7y)$  3)  $-\sin(2x+7y)$  4)  $-(2x+7y)\sin(2x+7y)$

9. Если точка  $A(1;4;3)$  принадлежит плоскости  $Ax+By+Cz+D=0$ , а вектор  $\vec{n} = (-5;8;-1)$  – нормальный вектор этой плоскости, то значение  $D$  равно

1) 0      2) 14      3) -8      4) -24      5) 24

10. Общее решение дифференциального уравнения  $xy' + 2y = 0$  имеет вид:

1)  $y = \frac{C}{x^2}$  2)  $y = C - 2x$       3)  $\frac{2}{x^2} + \frac{1}{y^2} = C$       4)  $y = Cx^2$

11.  $X$  и  $Y$  – независимы.  $DX = 5$ ,  $DY = 2$ . Используя свойства дисперсии, найдите  $D(2X+3Y)$ :

1) 76      2) 19      3) 38      4) 42

12. Если все частоты вариантов умножить на одно и то же число, то среднее арифметическое ...

- 1) увеличится во столько же раз;      2) не изменится;  
3) уменьшится во столько же раз;      4) увеличится на такое же число.

### Блок В

13. Если известно, что  $A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 6 \\ 0 & 5 & 1 \end{pmatrix}$ ,  $B = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 3 \\ -7 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ , то определитель матрицы  $C = 2A \cdot B^T$  равен

1) 216      2) -3756      3) 138      4) 108      5) 32

14. Определить тип кривой  $4x^2 + 9y^2 - 40x + 36y + 100 = 0$

1) эллипс      2) окружность      3) гипербола      4) парабола

15. Если плоскость проходит через точки  $A(2;1;3)$ ,  $B(6;2;1)$  и перпендикулярна плоскости  $4x + 2y - z + 4 = 0$ , то произведение координат нормального вектора этой плоскости равно \_\_\_\_\_

16. Найдите общее решение дифференциального уравнения  $y'' - 5y' + 6y = -2e^{2x}$

1)  $y = C_1 + C_2e^{2x} - 5e^{2x}$       2)  $y = C_1e^{3x} + C_2e^{2x} + e^{2x}$   
3)  $y = C_1e^{3x} + C_2e^{2x} + xe^{2x}$       4)  $y = C_1e^{-3x} + C_2e^{-2x} + 2e^{2x}$

17. Результат вычисления интеграла  $\int_0^{\pi} \sin 2x \cos 3x dx$  равен \_\_\_\_\_

18. Случайная величина распределена по нормальному закону, причем  $M(X)=15$ . Найти  $P(10 < X < 15)$ , если известно, что  $P(15 < X < 20)=0,25$

- 1) 0,1      2) 0,15      3) 0,2      4) 0,25      5) 0,3

### Блок С

#### Для студентов направления «Биология»

Скорость размножения некоторых бактерий описывается уравнением

$$\frac{dx}{dt} = 10 + 4t,$$

где  $x(t)$  – число бактерий в популяции. Для того чтобы число особей не превышало предельно допустимое число, ежедневно отбирают 20 бактерий

В момент времени  $t=0$  популяция бактерий составляла 100

19. Если  $x(t)$  – закон размножения бактерий, то математическая модель для нахождения  $x(t)$  имеет вид:

1)  $x(t) = 2t^2 - 10t + 100$       2)  $x(t) = 2t^2 + 30t + 100$

3)  $x(t) = 2t^2 + 10t + 100$       4)  $x(t) = -2t^2 - 10t + 100$

20. Установите соответствие между временем  $t$  и числом бактерий в популяции

$t=14$                       268

$t=15$                       308

$t=13$                       352

$t=12$                       400

21. Если посев бактерий был осуществлен в понедельник, отбор осуществлялся только в рабочие дни, то в следующий понедельник число бактерий будет \_\_\_\_\_

#### Для студентов направления «Химия»

Скорость вступления вещества в реакцию описывается уравнением

$$\frac{dx}{dt} = 10t + 3t^2,$$

где  $x(t)$  – количество вещества в мг.

В момент времени  $t=1$  количество вещества, вступившего в реакцию 6 мг

19. Если  $x(t)$  – закон вступления вещества в реакцию, то математическая модель для нахождения  $x(t)$  имеет вид:

- 1)  $10t + 3t^2 + 6$                       2)  $5t + t^3 + 6$   
 3)  $5t + t^3 - 6$                          4)  $10t^2 + 3t^3 + 6$

20. Установите соответствие между временем  $t$  и количеством вещества вступившего в реакцию

$t=14$	1794
$t=15$	2268
$t=13$	3456
$t=12$	2820

21. Найдите разность между количествами вещества, вступившего в реакцию на 8 и 14 минуте \_\_\_\_\_

**Для студентов направления «Физика»**

Скорость остывания вещества описывается уравнением

$$\frac{dT}{dt} = k(T - 20),$$

где  $T$  – температура тела,  $20^0$  – температура окружающего воздуха,  $k$  – коэффициент пропорциональности.

В момент времени  $t=0$  температура тела  $100^0$

19. Если  $T(t)$  – закон снижения температуры тела,  $k = -0,1 \ln 2$  то математическая модель для нахождения  $T(t)$  имеет вид:

- 1)  $20 + 80 \cdot 2^{-0,1t}$                       2)  $80 + 20 \cdot 2^{-0,1t}$   
 3)  $20 + 80 \cdot 2^{0,1t}$                          4)  $80 + 20 \cdot 2^{0,1t}$

20. Установите соответствие между временем  $t$  и температурой тела

$t=10$	30
$t=20$	40
$t=30$	60

21. Найдите момент времени, когда температура тела достигнет  $25^0$  \_\_\_\_\_

**Проверка гипотезы  $H_1$  – уровни математической подготовки в двух группах отличаются**

№	Биология				Химия				Физика			
	Количество выпол- ненных заданий		Квадраты отклоне- ний от среднего		Количество выпол- ненных заданий		Квадраты отклоне- ний от среднего		Количество выпол- ненных заданий		Квадраты отклоне- ний от среднего	
	кг	эг	кг	эг	кг	эг	кг	эг	кг	эг	кг	эг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	11	16	2,64	0,60	13	18	1,00	13,22	18	18	21,78	4,00
2	11	16	2,64	0,60	17	14	25,00	0,13	16	19	7,11	9,00
3	10	15	6,89	0,05	9	12	9,00	5,59	12	14	1,78	4,00
4	10	16	6,89	0,60	15	12	9,00	5,59	12	16	1,78	0,00
5	10	13	6,89	4,95	13	17	1,00	6,95	14	17	0,44	1,00
6	10	14	6,89	1,50	17	18	25,00	13,22	11	16	5,44	0,00
7	14	18	1,89	7,70	9	13	9,00	1,86	13	17	0,11	1,00
8	15	16	5,64	0,60	11	18	1,00	13,22	16	15	7,11	1,00
9	14	18	1,89	7,70	14	14	4,00	0,13	14	16	0,44	0,00
10	13	18	0,14	7,70	14	15	4,00	0,40	11	16	5,44	0,00
11	12	14	0,39	1,50	14	15	4,00	0,40	13	15	0,11	1,00
12	11	11	2,64	17,85	12	15	0,00	0,40	16	19	7,11	9,00
13	13	14	0,14	1,50	10	15	4,00	0,40	11	15	5,44	1,00
14	12	15	0,39	0,05	9	12	9,00	5,59	15	15	2,78	1,00
15	11	13	2,64	4,95	12	15	0,00	0,40	12	14	1,78	4,00
16	10	16	6,89	0,60	8	11	16,00	11,31	11	15	5,44	1,00
17	15	17	5,64	3,15	11	14	1,00	0,13	11	12	5,44	16,00
18	16	14	11,39	1,50	13	14	1,00	0,13	10	13	11,11	9,00
19	16	19	11,39	14,25	15	14	9,00	0,13	15	18	2,78	4,00
20	18	18	28,89	7,70	11	14	1,00	0,13	15	15	2,78	1,00
21	12	16	0,39	0,60	11	14	1,00	0,13	14	18	0,44	4,00
22	13	16	0,14	0,60	12	15	0,00	0,40		19		9,00
23	12	13	0,39	4,95	14	17	4,00	6,95				
24	12	17	0,39	3,15	11	14	1,00	0,13				



№	Биология				Химия				Физика			
	Количество выпол- ненных заданий		Квадраты отклоне- ний от среднего		Количество выпол- ненных заданий		Квадраты отклоне- ний от среднего		Количество выпол- ненных заданий		Квадраты отклоне- ний от среднего	
	кг	эг	кг	эг	кг	эг	кг	эг	кг	эг	кг	эг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
25	12	14	0,39	1,50	9	12	9,00	5,59				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
26	14	14	1,89	1,50	10	15	4,00	0,40				
27	14	18	1,89	7,70	10	12	4,00	5,59				
28	11	14	2,64	1,50	14	13	4,00	1,86				
29	13	14	0,14	1,50	13	18	1,00	13,22				
30	10	12	6,89	10,40	8	14	16,00	0,13				
31	11	15	2,64	0,05	10	12	4,00	5,59				
32	16	17	11,39	3,15	14	14	4,00	0,13				
33	14	14	1,89	1,50	14	16	4,00	2,68				
34	10	14	6,89	1,50	15	15	9,00	0,40				
35	17	17	19,14	3,15	14	14	4,00	0,13				
36	8	15	21,39	0,05	10	12	4,00	5,59				
37	15	15	5,64	0,05	10	12	4,00	5,59				
38	13	16	0,14	0,60	8	10	16,00	19,04				
39	14	15	1,89	0,05	7	16	25,00	2,68				
40	12	12	0,39	10,40	17	16	25,00	2,68				
41					14	16	4,00	2,68				
42					12	17	0,00	6,95				
43					12	13	0,00	1,86				
44					14	15	4,00	0,40				
45					10		4,00					
Объем выборки по направле- ниям			40	40			45	44			21	22
выборочное среднее			12,63	15,23			12,00	14,36			13,33	16,00
дисперсия			5,11	3,56			6,55	3,96			4,83	3,81
T <sub>эмп</sub>			5,58				4,86				4,21	

