

НАО «Жетысуский университет имени Ильяса Жансугурова»

УДК 378.14

На правах рукописи

САКИБАЕВ СПАРТАК РАЗАХОВИЧ

**Формирование профессиональных компетенций будущих учителей
математики с использованием мобильных приложений**

8D01501 – Математика

Диссертация на соискание степени
доктора философии (PhD)

Отечественный научный консультант
доктор педагогических наук,
профессор
С.М. Сеитова

Зарубежный научный консультант
доктор PhD,
З. Дзалилов

Республика Казахстан
Талдыкорган, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	3
ОПРЕДЕЛЕНИЯ	4
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	5
ВВЕДЕНИЕ	6
1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ НА ОСНОВЕ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ	14
1.1 Понятие, сущность и структура профессиональных компетенций будущих учителей математики.....	14
1.2 Принципы использования мобильных образовательных технологий в процессе подготовки будущих учителей математики.....	28
1.3 Проблемы и особенности формирования профессиональных компетенций у будущих учителей математики с применением мобильных приложений.....	40
Выводы по первому разделу.....	46
2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ	49
2.1 Педагогические требования к использованию мобильных приложений, обеспечивающих формирование профессиональных компетенций.....	49
2.2 Методика использования мобильных приложений в процессе формирования профессиональных компетенций будущих учителей математики.....	68
2.3 Экспериментальная проверка эффективности разработанной методики формирования профессиональных компетенций у будущих учителей математики с использованием мобильных приложений.....	79
Выводы по второму разделу.....	99
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	101
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	103
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Акты внедрения	114
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Авторское свидетельство	122
ПРИЛОЖЕНИЕ В – Факультативный курс “Математическое моделирование на мобильных устройствах”	123
ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Критерии оценивания заданий	127
ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Алгоритм использования U-критерия Манна-Уитни	128

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей диссертации использованы ссылки на следующие стандарты:

Президент Республики Казахстан К.-Ж. Токаев. Единство народа и системные реформы – прочная основа процветания страны: послание народу Казахстана от 1 сентября 2021 года.

Государственный общеобязательный стандарт высшего образования: утв. приказом Министра науки и высшего образования Республики Казахстан от 20 июля 2022 года, №2.

Постановление Правительства Республики Казахстан. Об утверждении Государственной программы развития образования и науки Республики Казахстан на 2020-2025 годы: утв. 27 декабря 2019 года, №988.

Приказ и.о. Министра просвещения Республики Казахстан. Об утверждении профессионального стандарта «Педагог»: утв. 15 декабря 2022 года, №500.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей диссертации применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Алгоритм – определенная последовательность действий, приводящая к необходимому результату.

Математическая модель – приближенное описание явления внешнего мира с использованием математического аппарата.

Математическая задача – математическое высказывание, предписывающее нахождение неизвестной величины на основе заданных известных величин с использованием математических методов.

Мобильное обучение (англ. M-Learning) – использование мобильных технологий в учебном процессе.

Образовательная система – совокупность всех объектов и субъектов образовательной деятельности.

Образовательные технологии – различные виды информационных технологий, используемых в учебном процессе.

Профессиональные компетенции – наличие совокупности знаний, умений и навыков, необходимых для осуществления профессиональной деятельности.

Пользовательское восприятие (англ. UX) – все аспекты восприятия пользователем используемого образовательного приложения.

Электронная таблица – компьютерное приложение для обработки данных, хранящихся в табличном виде.

Численные методы – приближенные методы вычислений, которые позволяют свести решение математической задачи к действиям над числами с заданной точностью.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ВУЗ	– высшее учебное заведение
ИС	– информационная система
CAI	– Computer-Aided Instruction
ICAI	– Intellectual Computer-Aided Instruction
ISO	– International Standards Organization
IT	– Information Technology
ITS	– Intellectual Tutoring System
LCD	– Learner-Concentrated Design
LMS	– Learning Management System
LCMS	– Learning Content Management System
UCD	– User-Concentrated Design
UDL	– Universal Design for Learning
UX	– User Experience

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. В своем Послании, озаглавленном «Единство народа и системные реформы – прочная основа процветания страны», Президент Республики Казахстан Касым-Жомарт Токаев акцентировал внимание на том, что нужно уделять повышенное внимание развитию тех отраслей, которые способствуют повышению благополучия казахстанского народа. В число таких отраслей входит и отрасль образования. Президент отметил особую важность вопросов, связанных с совершенствованием системы образования, и, в частности, улучшения его качества и поддержке педагогического корпуса [1].

Повышение уровня профессиональных компетенций будущих учителей математики и, как следствие, совершенствование процесса обучения студентов в ВУЗах является одной из наиболее приоритетных задач казахстанского высшего образования.

Профессиональный стандарт «Педагог» в качестве одного из приоритетных аспектов совершенствования системы образования видит повышение компетенций педагогов [2]. Именно повышение компетенций педагогов являются одной из целей реформ, которые происходят в настоящее время место в области реализации принятой стратегии образования в Республике Казахстан. Данные реформы формируют радикально новые подходы к повышению качества образования и совершенствования и дальнейшего развития всего образовательного сектора в целом. И одной из наиболее эффективных стратегий достижения этой цели является использование инновационных информационных образовательных технологий и приложений в учебном процессе.

Опубликованные исследования, в частности, А.Е. Абылкасымовой [3], демонстрируют, что образовательные программы ВУЗов перманентно подчеркивают необходимость у обучающихся умения применять современные информационные образовательные технологии на занятиях в рамках математических дисциплин. При этом также обнаруживаются определенные проблемы, обусловленные несоответствием используемых образовательных технологий современному уровню развития информационных технологий. Вследствие этого участники образовательного процесса, включая самих преподавателей и обучающихся, не получают возможности использовать современные информационные технологии, наиболее оптимальным способом.

Согласно А.Е. Абылкасымовой, в настоящее время назрела необходимость внесения значительных корректив в процесс интеграции инновационных информационных технологий в образовательный процесс, направленный на подготовку математико-педагогических кадров в университетах Республики Казахстан. Основными целями подобных изменений является формирование подходов, ориентированных на общее повышение уровня образовательного процесса. Без этого представляется невозможным

добиться достижение такой цели, как повышение профессиональных компетенций педагогов-математиков.

Исследование педагогической значимости внедрения инновационных образовательных технологий в обучение является важным предметом исследования отечественных и зарубежных ученых, занимающихся проблемами методики преподавания математики в среднем и высшем образовании. Особенно можно отметить труды казахстанских ученых А.Е. Абылкасымовой [4], З.М. Молдахметова [5], А.К. Мынбаевой и др. [6], Е.А. Туякова [7], С.М. Сеитовой и др. [8] российских ученых М.В. Егуповой [9] и др.

Казахстанские ученые А.Е. Абылкасымова, Е.А. Туяков и Сеитова С.М. и российские исследователи Д.М. Исмоилова [10], А.В. Шилов и др. [11] и Л.П. Латышева и др. [12], Е.А. Василевская, Е.С. Полат и др. в своих работах отмечают роль, которую инновационные образовательные технологии играют в формировании математических компетенций.

Американские ученые R. Huang, M. Spector, и J. Yang, и Hartley подчеркивают, что инновационные образовательные технологии стали неотъемлемой частью современного образования [13, 14].

Канадский ученый Cheng, немецкий и американские исследователи R. Fischer, J. Gikas, индийские ученые D. Pande и др. отмечают, что приоритетной формой использования современных образовательных технологий является электронное обучения, и в особенности такая ее форма как мобильное обучение [15, 16]. Также они указывают, что эти формы обучения, к сожалению, не получили повсеместного и оптимального применения в современном образовательном процессе.

Одним из наиболее эффективных путей повышения уровня образовательного процесса является использование именно мобильных информационных технологий и приложений. Мобильные информационные технологии и приложения не только способствуют развитию такой компоненты математической компетентности как информационные компетенции, но также формируют и развивают у обучающихся навыки независимого исследования и логического и аналитического мышления, стимулируют их мотивационные установки и интерес к учебе и повышают уровень их академической успеваемости в рамках изучения математической дисциплины.

Но для осуществления этих целей мобильные технологии должны использоваться в учебном процессе наиболее оптимальным способом. Однако проведенный анализ исследований использования инновационных мобильных образовательных технологий и приложений для развития профессиональных компетенций и подготовки учителей математики показал наличие определенных **противоречий**:

1. Первым является противоречие, существующее между потребностью социума в подготовке квалифицированных педагогических кадров в области математики на базе инновационных образовательных технологий и необходимостью повышения степени интеграции инновационных мобильных технологий в процесс обучения математики в ВУЗе.

2. Между необходимостью единого критериального подхода к оцениванию степени сформированности профессиональных компетенций будущих учителей математики и недостаточным отражением роли инновационных мобильных технологий и приложений как фактора подобного оценивания.

3. Противоречие между необходимостью использования инновационных мобильных образовательных технологий и приложений в процессе обучения будущих учителей математики и недостаточной степенью разработанности методики их использования в ВУЗах.

Обнаруженные противоречия стали отправной точкой в выборе темы исследования, связанной с проблемой развития профессиональных компетенций будущих учителей математики. Эта тема заключается в обосновании как теоретических и методических, так и практических аспектов инновационного использования мобильных технологий и приложений для эффективного развития указанных компетенций, а также разработки методической основы для использования мобильных приложений и технологий для решения поставленной задачи.

Тема диссертации. «Формирование профессиональных компетенций будущих учителей математики с использованием мобильных приложений» была обусловлена в первую очередь именно выявленной недостаточностью освещения оптимальных способов применения мобильных образовательных технологий и приложений в процессе формирования профессиональных компетенций будущих учителей математики. Важную роль сыграло также и стремление найти наиболее рациональные путей решения этих вопросов.

Цель исследования – разработать и теоретически обосновать инновационный научно-методический подход к эффективному формированию профессиональных компетенций будущих учителей математики на основе использования современных мобильных технологий и приложений.

Объект исследования. Им послужил процесс преподавания математики в высшей педагогической школе на основе применения инновационных мобильных технологий и приложений.

Предметом исследования – научно-методические основы использования мобильных технологий и приложений в обучении будущих учителей математики с целью развития их профессиональных компетенций.

Главная **идея исследования** заключается в том, что в рамках образовательного процесса подготовки учителей математики в ВУЗе, наиболее оптимальным способом применения мобильных технологий и приложений является их использование для проведения вычислений в рамках решения математических задач и моделей из области обыкновенных дифференциальных уравнений.

Для реализации указанной главной идеи была сформулирована **гипотеза диссертационного исследования**, заключающаяся в том для того, чтобы обеспечить необходимый и достаточный уровень подготовки будущих учителей математики к их профессиональной деятельности за счет развития их

профессиональных компетенций, необходимо использовать мобильные технологии и приложения по разработанному подходу.

Задачи исследования. Сообразуясь с определёнными темой, целью и гипотезой исследования, были поставлены следующие:

1. Выявить фундаментальные теоретические и методические принципы, лежащие в основе использования мобильных приложений в процессе развития профессиональных компетенций будущих учителей математики.

2. Сформулировать критерии для оценки уровня сформированности информационной компетенции будущего учителя математики с использованием мобильных приложений.

3. Разработать научно-методически обоснованный подход применения мобильных приложений в процессе преподавания математических дисциплин.

4. Провести экспериментальное исследование для оценки эффективности разработанного научно-методического подхода к использованию мобильных приложений в развитии профессиональных компетенций будущих учителей математики.

Методы исследования: анализ и синтез результатов исследований отечественных и зарубежных ученых в области педагогики, математики, педагогической психологии и образовательным технологиям; анализ, сравнение и оценка методологических основ педагогической деятельности в рамках реализации концепции мобильного обучения и используемых при этом методических пособий и учебных программ; обобщение и экстраполяция существующего педагогического опыта в области реализации концепции мобильного обучения; беседы с преподавателями и обучающимися по проблеме исследования и наблюдение за их деятельностью в ходе учебного процесса; проведение экспериментального исследования с последующим статистическим анализом его результатов.

В качестве теоретической и методологической основы исследования послужили результаты следующих ученых:

1. А.Е. Абылкасымовой, Е.А. Туякова, А.М. Мубаракова, З.М. Молдахметова, А.Н. Нугусовой, Б.Д. Сыдыкова, С.М. Сеитовой и М.В. Егуповой в области общих аспектов математического образования.

2. А.Е. Абылкасымовой, С.М. Сеитовой, Г.Б. Турткараевой, Г.Б. Ахмедиева, О.В. Берсеновой, Е.М. Егоровой, Т.В. Рихтер, И.В. Кузнецова и др в области исследования структуры профессиональных компетенций педагога-математика.

3. Исследование педагогико-психологических аспектов использования инновационных технологий в образовательном процессе (З. Дзалилов, С.М. Сеитовой, Э.Д. Баженовой, Е.Н. Гавриловой, Д.Б. Тойбазарова и др.).

4. Методика развития информационных компетенций педагогов посредством использования современных образовательных технологий (А.М. Мубараков, Б.Д. Сыдыков, О.А. Кузенкова, R. Huang, M. Spector, V. Cheng, R. Fischer, M. Bond, J. Gikas).

Источники исследования. Закон Республики Казахстан

«Об образовании», Государственный общеобязательный стандарт высшего образования, Профессиональный стандарт «Педагог», Послание Главы государства народу Казахстана, изучение документов касательно сферы образования, научные работы отечественных и зарубежных ученых в сфере педагогики, психологии и математики, официальные материалы Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, нормативные документы Республики Казахстан и др.

Научная новизна настоящего исследования заключается в том, что в нем:

1. Определены теоретические и методические основы использования мобильных приложений в формировании профессиональных компетенций будущих учителей математики.

2. Сформулированы критерии оценивания информационной компетенции будущего учителя математики в сфере использования мобильных приложений.

3. Разработан научно-методически обоснованный подход к использованию мобильных приложений в процессе преподавания математических дисциплин.

4. Экспериментально обоснована эффективность разработанной методики использования мобильных приложений в процессе формирования профессиональных компетенций.

Теоретическая значимость исследования заключается в обобщении и синтезе теоретических основ применения образовательных мобильных технологий и приложений для обеспечения достаточного уровня формирования профессиональных компетенций будущих учителей математики в рамках высшей школы.

Практическая значимость исследования состоит в возможности использования разработанной методики применения мобильных технологий и приложений для совершенствования процесса подготовки будущих учителей математики к их профессиональной деятельности и соответствующей основным критериям и требованиям ВУЗов.

Достоверность и обоснованность полученных результатов основывается на использовании комплекса апробированных научных методов познания, применением критерия Манна-Уитни для статистического анализа данных проведенного эксперимента и последующим изложением полученных результатов на научно-методических семинарах ЖУ им. И. Жансугурова, Институте математики и математического моделирования и на международных научно-практических конференциях.

Основными положениями, выносимыми на защиту, являются:

1. Выявленные концепции методики использования мобильных технологий и приложений в процессе подготовки учителей математики в высшей школе, которые являются теоретической основой исследования.

2. Практические аспекты использования мобильных технологий и приложений в формировании профессиональных компетенций будущих учителей математики, которые являются методической основой исследования.

3. Разработанная методика использования мобильных технологий и приложений в преподавании математических дисциплин, которые повышают профессиональную подготовку будущих учителей математики, а также отвечает основным требованиями педагогического образования.

Экспериментальное исследование было проведено на базе Высшей школы естествознания Жетысуского университета имени Ильяса Жансугурова, Талдыкорганского высшего политехнического колледжа, средней школы-гимназии №5 им. А. Жубанова (Конаев), Казахского Национального женского педагогического университета и Центра повышения квалификации и дополнительного образования Жетысуского университета имени Ильяса Жансугурова (Приложение А).

Исследование проводилось в **три этапа**:

Первый этап (2019-2020) был посвящен ознакомлению с текущим состоянием дел в области научно-методических публикаций, связанных с проблемой исследования. На этом этапе также были изучены методологические, психологические и педагогические аспекты интеграции и реализации мобильных образовательных технологий и приложений в обучении математике в образовательных учреждениях. Проведены сравнительный анализ, оценка и классификация текущих форм использования мобильных образовательных технологий и их влияние на развитие и результаты учебного процесса. Рассмотрены проблемы и нерешенные вопросы, возникающие при внедрении мобильного обучения.

Второй этап (2020-2021) была посвящен созданию психолого-педагогической модели использования мобильных образовательных технологий и приложений для проведения вычислений и решения математических задач из области дифференциальных уравнений с целью эффективного формирования компетенций обучающихся.

Третий этап (2019-2022) был посвящен экспериментальной проверке созданной психолого-педагогической модели применения мобильных образовательных технологий и приложений, статистической обработке и обобщению полученных результатов и их представлению в диссертационной работе.

Апробация и внедрение исследования в практику:

Основные выводы диссертационного исследования докладывались и обсуждались на научных семинарах Высшей школы естествознания Жетысуского университета имени Ильяса Жансугурова и во время прохождения научной стажировки в Институте математики и математического моделирования (Алматы).

Полученные результаты исследований были **апробированы**:

– при проведении курсов повышения квалификации для учителей математики средних школ г. Талдыкорган и Алматинской области в период с 27 января по 29 февраля 2020 года совместно с Центром повышения квалификации и дополнительного образования при ЖГУ имени И. Жансугурова на тему: «Развитие профессиональной компетентности учителя математики в условиях

обновленного содержания образования». Трудоемкость курсов составила 72 академических часа;

- при прохождении научной стажировки в Институте математики и математического моделирования в период с 20 октября 2021 года по 20 ноября 2021 год (Алматы);

- на факультативных занятиях по математическому моделированию на мобильных устройствах для обучающихся по образовательной программе (Информационно-коммуникационные технологии) Высшей школы технических наук Жетысуского университета имени Ильяса Жансугурова (Приложение А);

- в период с 03 апреля по 29 апреля 2023 года совместно с Центром повышения квалификации и дополнительного образования Жетысуского университета имени Ильяса Жансугурова были организованы и проведены курсы повышения квалификации для учителей математики общеобразовательных школ г. Талдыкорган и Жетысуской области на тему «Формирование профессиональных компетенций учителей математики с использованием мобильных приложений». Трудоемкость курсов составила 72 часа (Приложение А);

- эксперимент внедрен в учебный процесс, в элективную дисциплину «Прикладные пакеты в обучении математике» ОП «6В01501-Математика» Казахского Национального женского педагогического университета, высшей школы математики, физики и цифровых технологий, кафедры математики в объеме 5 академических кредитов (Приложение А).

Публикации. Основные результаты и положения диссертационного исследования опубликованы в различных научных журналах и сборниках, материалах конференций, всего 13 работ, из них:

- статьи в журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, определенных Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан - 3;

- статьи в международных рецензируемых научных журналах, входящих в базу данных Scopus - 2;

- публикации в научных журналах - 4;

- статьи в материалах международных научно-практических конференций - 2;

- учебное пособие, рекомендованное Ученым советом университета - 1;

- свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом – 1 (Приложение Б).

Структура и содержание диссертации.

Диссертация включает в себя перечень использованных нормативных документов, описания используемых в тексте сокращений, введения, двух разделов, заключения, списка использованной литературы, и приложений.

Во введении приводится обоснование выбора темы исследования и его актуальность, дается определение его цели и задач, объекта и предмета

исследования, научная гипотеза исследования, теоретико-методологические основы, этапы, методы и база исследования, научная новизна, теоретическая, практическая значимость и положения, выносимые на защиту.

В первом разделе содержится описание теоретических основ применения образовательных мобильных технологий и приложений в курсе математических дисциплин ВУЗа. Проведен сравнительный анализ результатов, полученных отечественными и зарубежными учеными, исследующими вопросы методологии мобильного обучения. Рассмотрены нерешенные вопросы и проблемы, возникающие в процессе реализации концепции мобильного обучения.

Второй раздел посвящен выработке методических требований к эффективному использованию мобильных образовательных технологий и приложений в учебном процессе математической дисциплины. Построена педагогическая модель использования мобильных образовательных приложений, а также даны научно-методические рекомендации по ее использованию. Приведено изложение проведения экспериментального исследования, посвященного проверке построенной модели использования мобильных образовательных приложений.

Заключение подводит итоги исследования и формулирует его основные выводы и результаты.

Список использованных источников: в рамках проведения исследования были использованы 140 наименований источников. Также в приложении к диссертации прилагается дополнительный вспомогательный материал, применявшийся в ходе проведения исследования.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ НА ОСНОВЕ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

1.1 Понятие, сущность и структура профессиональных компетенций будущих учителей математики

Педагогическая наука является одной из наиболее динамично изменяющихся отраслей знаний в современной мире. Подобная динамика изменений отражается в постоянной трансформации среды, в рамках которой осуществляет свою профессиональную деятельность педагог и на предъявляемых к нему требованиях.

Одной из динамических характеристик педагогического образования на современном этапе является явно различимая тенденция перехода от знаниевого подхода в планировании и реализации образовательного процесса к компетентностному подходу. Компетентностный подход, в качестве своей приоритетной цели, видит формирование профессиональных компетенций, обуславливающих формирование способности и готовности будущего педагога к самостоятельному и эффективному решению разнообразных педагогических задач, с которыми ему придется столкнуться в ходе своей будущей преподавательской деятельности.

Каждая отрасль знаний опирается на свои нормативные документы, в соответствии с которыми определяются требования к профессиональным компетенциям внутри данной отрасли. Официальное нормативное определение профессиональных педагогических компетенций приведено в Государственном общеобязательном стандарте высшего образования. Данный общеобязательный стандарт трактует понятие компетенции как «способность практического использования приобретенных в процессе обучения знаний, умений и навыков в профессиональной деятельности». В свою очередь, профессиональный стандарт «Педагог» [2], специфицирует требования к уровню квалификации и компетенции педагога всех уровней образования, отражающие структуру профессиональной деятельности педагога и психолого-педагогические компетенции. В частности, данный стандарт:

- 1) описывает содержание педагогической деятельности, требования к уровню его подготовки;
- 2) является основой для разработки образовательных программ подготовки и повышения квалификации педагогов, переподготовки специалистов из других сфер деятельности;
- 3) описывает компетенции профессионального восхождения от подготовки и вхождения в профессию до педагогического мастерства;
- 4) формирует основание для соотнесения трудовой деятельности конкретного педагога и профессионально признанного эталона практики;
- 5) предоставляет педагогу возможности для профессионального развития собственной карьеры;

6) является средством дифференцированной оценки уровней квалификации, трудовых функций и степени профессионального развития педагога;

7) предоставляет педагогу возможность развивать лидерские качества в преподавании, обучении и воспитании, активно реагируя на изменения и инновационные процессы;

8) является навигатором профессионального развития педагогов.

Требования, отраженные в данном стандарте, демонстрируют, что профессиональные компетенции педагогов рассматриваются как неотделимые от его личностных качеств. Также данный стандарт подчеркивает необходимость, наряду с профессиональными компетенциями, развивать и общекультурные компетенции. Совокупность упомянутых компетенций должна служить основополагающим фактором в формулировании задач и целей образовательного процесса и обеспечения его результативности.

Ознакомившись с нормативными документами, регламентирующими понятие и состав профессиональных компетенций в сфере педагогики, перейдем к рассмотрению того, как профессиональные компетенции педагога освещаются в опубликованных научных исследованиях.

Представляется целесообразным начать освещение профессиональных компетенций педагога с изучения их содержания и сущности. Опираясь на исследования [3, с. 5-7; 17-25], можно провести обобщение интерпретации данного понятия различными авторами как это представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Интерпретация понятия “компетенция” различными авторами

Определение компетенции	Автор
1	2
Формально сформулированное требование, предъявляемое к результатам процесса обучения будущего специалиста и представляющее собой один из определяющих атрибутов его будущей профессиональной деятельности.	А.Е. Абылкасымова, О.В. Берсенева
Владение определенным комплексом знаний вкупе с определенной группой взаимосвязанных умений и навыков, необходимых для выполнения определённых действий в рамках осуществления своей будущей профессиональной деятельности.	А.Е. Абылкасымова, Д.М. Абдуразакова, Е.М. Егорова
Формирование новых психологических представлений, находящих свое проявление в комплексе определенных и взаимосвязанных знаний, отношений, установок и ценностей	Т.А. Козырева, А.Е. Савинова
Совокупность необходимых для осуществления успешной профессиональной деятельности взаимосвязанных знаний, умений и навыков и определенных характеристик личности	А.Е. Савинова, Г.Б. Турткараева, Т.Л. Анисова
Способности субъекта, выражающиеся его соответствии стандартам поведения, принятым в социуме или социальной среде	А.Е. Савинова, Т.Л. Анисова
Способность и готовность к ведению успешной профессиональной деятельности, обусловленные знаниями, умениями и навыками, приобретенными в процессе обучения.	А.Е. Савинова, И.В. Георге, Н.В. Басалаева

Продолжение таблицы 1

1	2
Наличие определенного комплекса знаний, умений, навыков, дополненных определенной системой ценностей и способностей индивидуума, которые обеспечивают осуществление эффективной профессиональной деятельности и соответствия принятым в профессиональной среде четко сформулированным системам оценивания и критериям исполнения, и способствующие созданию необходимых предпосылок для процесса постоянного личного саморазвития и самообразования.	Т.Л. Анисова, И.В. Георге
Совокупность интегральных профессионально-личностных характеристик, позволяющих субъекту эффективно осуществлять свои профессиональные функции и обязанности в соответствии с принятыми в профессиональной среде критериям, нормами, стандартами и требованиями.	И.В. Шадрина
Определенная группа знаний и умений, дополненная другими функциональными компонентами и обладающая характеристиками идеальности, нормативности и способностью к моделированию свойств субъекта. К числу функциональных компонентов относят такие как эмоционально-волевая регуляция своего поведенческого аспекта и самоорганизация	Т.Л. Анисова, И.В. Георге
Примечание – Составлено по источникам [3, с. 5-7; 17, с. 65-68; 18, с. 7-8; 19, с. 130-132; 20, с. 103-112; 21, с. 408-409; 22, с. 76-81; 23, с. 3-29; 24, с. 4-16; 25, с. 183-184]	

Ряд зарубежных исследователей, в частности таких как, R. Huang и др., J. Spector [26] при определении профессиональных компетенций современного педагога делают особый упор на такой их составляющей, как информационные компетенции, причем делают это именно в контексте использования информационных образовательных технологий. Их понимание понятия компетенции приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Профессиональные компетенции в контексте использования образовательных технологий

Определение компетенции	Автор
Умения и навыки в области информационных образовательных технологий, такие как коммуникация и координация, представления образовательного контента, использование компьютерных образовательных ресурсов	R. Huang и др.
Способность применять современные информационные образовательные технологии для решения педагогических задач	J. Spector
Примечание – Составлено по источникам [13, р. 3-30; 26]	

В свою очередь, в дополнение к данным из таблиц 1 и 2, в таких работах как [27, 28], компетенции учителя математики описываются, как совокупность взаимосвязанных качеств, определяющих субъекта через его математические знания, умения и навыки, дополненные наличием определенных способов мышления, создающих возможности и предпосылки к освоению новых

математических знаний и способствующих развитию навыков их использования в ходе осуществления учебного процесса.

Таким образом, упрощенное определение понятия математической компетенции можно свести к конечному результату освоения математических знаний в сочетании со способностями к их практическому использованию.

Обобщение интерпретаций понятия «компетенция» авторами, указанными в таблицах 1 и 2, в сочетании с анализом таких работ, как например [29-31], позволяет нам выделить определенные фундаментальные составляющие содержания и структуры данного понятия в контексте педагогики математики:

1. Обладание педагогом определенной совокупности взаимосвязанных знаний, умений и навыков в области математики, включая и относящиеся к информационным образовательным технологиям.

2. Наличие у педагога определённых психологических и личностных качеств и установок, позволяющих успешно осуществлять педагогическую деятельность в контексте математического образования.

3. Наличие у педагога психологической готовности к выполнению профессиональных обязанностей и решению профессиональных задач на базе сочетания сформированной совокупности математических знаний, умений и навыков и определенных качеств и характеристик личности.

Исследования [4, р. 411-413; 17, с. 65-68; 18, с. 7-8; 19, с. 130-132; 20, с. 103-112; 21, с. 408-409; 22, с. 76-81; 23, с. 3-180; 24, с. 3-180; 25, с. 183-184], демонстрируют, что в контексте математического образования, указанные компетенции можно разделить на две категории, как это показано в таблице 3.

Таблица 3 – Категории компетенций будущего педагога-математика

Категория	Описание
Общие компетенции	Общенаучные, педагогические, и социально-личностные компетенции и общий кругозор
Специфические (предметные) математические компетенции	Знания, умения и навыки, специфичные для математической науки, в совокупности со способностью и готовностью их активного применения в рамках будущей педагогической деятельности
Примечание – Составлено по источникам [4, р. 411-413; 17, с. 65-68; 18, с. 7-8; 19, с. 130-132; 20, с. 103-112; 21, с. 408-409; 23, с. 3-180; 24, с. 3-180; 25, с. 183-184]	

Анализируя указанные работы можно также выявить и обобщить конкретную природу каждой категории из таблицы 3. Так, общие компетенции можно представить следующим образом:

1. Наличие способностей к постановке целей и планированию своей деятельности.

2. Наличие способности к правильному восприятию полученной информации.

3. Наличие способности к критическому анализу, осмыслению и обобщению полученной информации.

4. Способность переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности и приобретать новые знания.

5. Способность формулировать свои суждения и высказывания в логически обоснованной и непротиворечивой форме.

6. Способность к приложению имеющихся общенаучных знаний и фундаментальных законов в профессиональной педагогической деятельности.

7. Способность к выявлению естественнонаучных основ изучаемых проблем и явлений, возникающих в ходе осуществления профессиональной педагогической деятельности и умение применять для их решения соответствующий научный и логический аппарат.

Предметные компетенции можно представить в следующем виде.

1. Наличие навыков математического мышления и обладание математической культурой.

2. Наличие достаточных знаний в основных разделах математики и демонстрация высокого уровня осмысления этих знаний.

3. Умение решать нетривиальные математические задачи в различных областях математики, требующими оригинального подхода и математического мышления.

4. Владение типовыми методами решения стандартных математических задач.

5. Способность использовать методы научного анализа и синтеза для исследования изучаемых явлений и процессов и построения и решения соответствующих математических моделей.

6. Наличие коммуникативных и когнитивных функций, проявляющихся в умении применять методы оснований математики и формальной и математической логики для построения дедуктивных и индуктивных логических рассуждений и формирования логических заключений.

7. Способность к точному и ясному изложению математических задач среднего уровня сложности для непрофессиональной аудитории используя общедоступную терминологию.

8. Способность к точному и строгому изложению математических утверждений и методов их доказательства с использованием лингвистических и семантических конструкций, понятных профессиональной аудитории.

9. Наличие навыков критического мышления.

10. Наличие навыков к самоанализу.

11. Готовность к постоянному самообразованию и саморазвитию.

Продолжая классификацию, исследования [19, с. 130-132; 20, с. 103-112; 21, с. 408-409; 25, с. 183-184; 30, с. 80-89; 31, с. 658-678; 32] разделяют вышеуказанные математические компетенции в зависимости от меры их сформированности на три условных уровня: базовый, продвинутый и исследовательский.

В таблице 4 приведено описание этих критериев.

Таблица 4 – Уровни математических компетенций

Уровень	Критерии определения уровня
Базовый	<p>Понимание базовых терминов</p> <p>Знание и понимание основных определений, утверждений и теорем в рамках изучаемой математической дисциплины;</p> <p>Знание и понимание ключевых математических проблем, связанных с учебным материалом в рамках изучаемой математической дисциплины;</p> <p>Навык поиска необходимой учебной и научной информации по изучаемой математической дисциплине;</p> <p>Готовность и способность воспроизводить полученную математическую информацию.</p>
Продвинутый	<p>Навык корректного формулирования и доказательства изученных математических утверждений и теорем;</p> <p>Способность демонстрировать доказательства математических утверждений и теорем, аналогичных тем, что были изучены ранее;</p> <p>Умение проводить логический анализ и синтез информации, полученной в процессе изучения дисциплины;</p> <p>Знание и понимание существующих междисциплинарных аспектов математики;</p> <p>Навык правильного использования математических терминов, выражений и фраз в общении с коллегами, учеными и студентами</p>
Исследовательский	<p>Способность применять разнообразные, в том числе нестандартные, методы и подходы для решения математических задач, в том числе и тех, которые выходят за рамки основного курса;</p> <p>Умение обобщать, представлять, анализировать, синтезировать и интерпретировать полученные результаты, а также оценивать их значимость;</p> <p>Навык доказывать математические теоремы и утверждения, отличающиеся по характеру от ранее изученных;</p> <p>Способность демонстрировать доказательства математических теорем и утверждений, отличающихся по характеру от ранее изученных;</p>
	<p>Способность выявлять, находить междисциплинарные связи между математикой и смежными дисциплинами;</p> <p>Навык систематизации и упорядочивания полученной математической информации;</p> <p>Готовность и способность использовать современные образовательные технологии для работы с учебным контентом</p>
<p>Примечание – Составлено по источникам [19, с. 130-132; 20, с. 103-112; 21, с. 408-409; 25, с. 183-184; 30, с. 80-89; 31, с. 658-678; 32, с. 3-24]</p>	

Результаты исследований А.Е. Абылкасымовой, И.В. Шадринной и Н.Ф. Талызиной показывают, что для того, чтобы способствовать реализации вышеуказанных компетенций, необходимо стремиться к тому, чтобы, для субъекта ее реализации само содержание математической компетенции представлялось важным и значимым. Только в этом случае, личность будет

строить свое поведение и деятельность таким образом, чтобы обеспечить реализацию компетенции [3, с. 5-7; 25, с. 183-184; 33].

Значительное количество исследований, посвященных математическим компетенциям, рассматривает их не непосредственно, а через призму такого понятия как математическая компетентность. Согласно Г.Б. Турткараевой [25, с. 183-184], в педагогической науке профессиональная компетентность определяется как владение, обладание субъектом совокупностью соответствующих профессиональных педагогических компетенций.

В свою очередь, Е.В. Колбина [34] интерпретирует профессиональную компетентность учителя математики как совокупность компетенций, позволяющих ему выполнять определенные педагогические функции в рамках образовательного процесса преподаваемой математической дисциплины. Автор делает основной акцент именно на деятельностном характере компетентности, рассматривая ее как систему обобщенных компетенций в сочетании с предметными компетенциями в конкретных областях. При этом она добавляет, что неотъемлемым атрибутом профессиональной компетентности является особое психическое состояние, нахождение в котором позволяет субъекту действовать самостоятельно, эффективно и ответственно в рамках выполняемых профессиональных функций.

Н. Бэгз и др. [35] также отмечают, что помимо системы компетенций, которой обладает субъект, профессиональная компетентность включает в себя также другие факторы, способствующие личной самореализации, такие как, прежде всего образованность субъекта в целом, общая и специальная эрудиция, постоянно демонстрируемая способность и готовность к перманентному повышению уровня своей профессиональной и научной подготовки, социальность и динамичность. Динамичность профессиональной компетентности заключается в том, что она находится в процессе постоянного изменения и развития, что способствует готовности субъекта к ведению эффективной профессиональной деятельности.

Другими факторами являются способность, стремление и готовность субъекта реализовать свои личностные качества, опыт и компетенции для осуществления продуктивной и эффективной профессиональной деятельности. Все это требует от личности осознания социальной значимости своей деятельности и персональной ответственности за ее результаты. А этого можно достичь только посредством перманентного развития и совершенствования личности субъекта, что подчеркивает важность наличия мотивационной и аксиологической составляющей компетентности.

Из работ Л.С. Капкаевой [36] и Р.А. Абдусаламова [37] и [38] можно выделить основные сущностные составляющие профессиональной компетентности педагога-математика, коими являются:

1. Создание условий для рационального и эффективного использования своих знаний и способностей, ориентированного на обеспечение успешной профессиональной деятельности и выполнения профессиональных функций в рамках педагогической деятельности в сфере математики.

2. Самостоятельное и перманентное вовлечение индивидуума в процесс самообразования с целью повышения уровня своих педагогических компетенций в области математики.

3. Совершенствование личностных качеств, необходимых для успешного выполнения педагогических обязанностей; демонстрация самостоятельности и гибкости мышления при решении разнообразных задач, возникающих в рамках осуществления педагогом своей профессиональной деятельности.

4. Нахождение в состоянии активного научно-педагогического взаимодействия с коллегами по педагогической среде для обмена научной и методической информацией.

5. Демонстрация способности к быстрой активации и актуализации имеющихся знаний и компетенций, для обеспечения оптимального и эффективного выполнения педагогической деятельности в современной педагогической среде.

6. Наличие способности к саморегулированию и быстрой адаптации на меняющиеся условия, обстоятельства и критерии среды обучения.

Основываясь на выделенных сущностных аспектах профессиональной педагогической компетентности, можно построить обобщенное визуальное представление о ключевых составляющих содержания этого понятия. Данное визуальное представление приведено на рисунке 1.

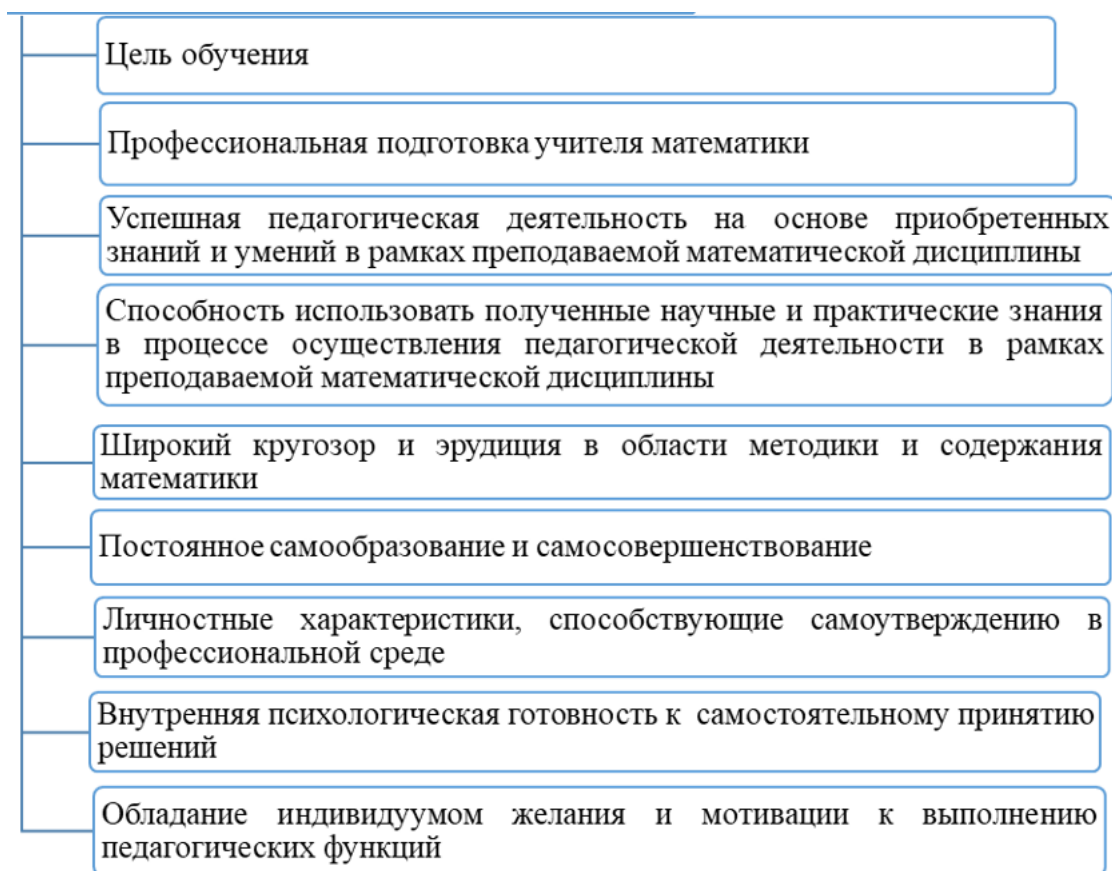


Рисунок 1 – Содержание профессиональной компетентности

Отсюда следует, что основными характеристиками профессиональной педагогической компетентности учителя математики являются как его личностные, так и профессиональные аспекты. Причем в процессе эффективного формирования профессиональной компетентности, оба указанных аспекта участвуют в равной мере.

После анализа содержания профессиональной компетентности учителя математики, перейдем к освещению исследований, посвященных изучению ее структуры. Так, например, И.В. Шадрина [25, с. 183-184] акцентирует внимание на таких компонентах в общей структуре педагогической компетентности математические знания и умения и стремление к перманентному математическому самообразованию.

В свою очередь исследования [27, с. 30-41; 28, с. 94-103] выделяют также такой компонент компетентности как профессионально-ориентированную деятельность в области математики.

Анализируя работы [17, с. 65-68; 19, с. 130-132; 20, с. 103-112; 21, с. 408-409; 22, с. 76-81; 25, с. 183-184; 39, 40], можно прийти к выводу, что структуру профессиональной компетентности учителя математики составляют такие базовые компоненты, как *мотивационно-ценностный, эмоционально-волевой, когнитивный, деятельностный, личностный и рефлексивный*.

Мотивационно-ценностный компонент находит свое выражение в личностном отношении будущего педагога к своей профессиональной педагогической деятельности в области математического образования. Она определяет наличие мотивации к профессиональной деятельности и обучению в сочетании с его личными предпочтениями, интересами и целями.

Эмоционально-волевой компонент отвечает за формирование в субъекте положительного эмоционального фона и настроения, проявление адекватной реакции на положительные и негативные результаты своей педагогической деятельности, ценностное осознание значения и роли своей педагогической деятельности, положительное отношение и стремление субъекта к профессиональному саморазвитию, самообразованию и самосовершенствованию.

Когнитивный компонент отвечает за получаемые педагогом предметные и смежные знания и понимание содержания компетенции. Данный компонент также отвечает за осуществление связи с другими компонентами профессиональной компетентности и будущей профессиональной деятельностью в области педагогики математики;

Деятельностный компонент отражает уровень сформированности компетенций у будущих преподавателей, включая: учебные, коммуникативные, рефлексивные и практические [41]. Данный компонент также отвечает за способность педагога к овладению разнообразными методами решения задач с вариативным уровнем сложности. Сюда относят также и наличие мотивации и готовности к применению сформированных компетенций в рамках осуществления своей педагогической деятельности, поддержание готовности к дальнейшему профессиональному самосовершенствованию, саморазвитию, и

самообразованию.

Личностный компонент проявляет себя в системе индивидуально-психологических свойств и характеристик, которые оказывают непосредственное влияние на индивидуальный стиль преподавания и обучения, педагогической деятельности, предпочитаемые формы и методы проведения занятий; результаты и способы взаимодействия субъекта со студентами и преподавателями;

Рефлексивный компонент отражает способность субъекта к осуществлению самоанализа, самоконтроля и самооценки своего процесса самообучения и самосовершенствования, и оцениванию эффективности формирования им своих профессиональных компетенций. Полноценное развитие данного компонента компетентности традиционно наблюдается на заключительном экспертном этапе развития субъекта, когда сформированы остальные компоненты компетентности.

Анализируя опубликованные исследования, можно выделить этапы, на которых происходит формирование составляющих профессиональной компетентности в образовательном процессе в рамках математических дисциплин. Описание этих этапов представлено в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования профессиональной компетентности

Этапы	Содержание
Диагностический	Предварительное оценивание общего уровня сформированности необходимых умений и навыков, необходимых для развития определенной педагогической компетенции. Осмысление и формулирование личностных мотивов, ценностей и целей образования. Анализ личностных особенностей, оказывающих влияние на эффективность осуществляемой учебной деятельности.
Мотивационно-ценностный	Стимулирование и расширение мотивации в области педагогической деятельности, развитие ценностно-смыслового восприятия педагогической работы
Теоретический	Создание системы основополагающих знаний и навыков, отвечающих за эффективность развития определенной профессиональной компетенции.
Практический	Применение полученных знаний и умений в контексте практической учебной деятельности.
Контрольно-аналитический	Мониторинг и оценка уровня сформированности определенной профессиональной компетенции, осуществление мероприятий по его коррекции, планирование дальнейших шагов развития

А.В. Боровикова отмечает, что эффективность прохождения данных этапов формирования компонентов профессиональной компетентности у обучающихся во многом предопределяется системой имеющихся у обучающихся личностных мотивов. Кроме того, обнаруживается надобность в наличии определенных критериев оценивания уровня сформированности компетентности [42].

Подобные вопросы, связанные с формулированием критериев оценивания степени сформированности педагогической компетентности, рассматриваются в работе Щербатых С.В., и др. [43]. Данная работа выделяет пять уровней оценивания: репродуктивный, адаптивный, моделирующий, системно-моделирующий и педагогическое мастерство. Описание этих уровней приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Уровни сформированности профессиональной компетентности

Уровень	Описание
Репродуктивный	Педагог способен к интерпретации и пересказу обучающимся полученной учебной информации.
Адаптационный	Педагог способен адаптировать и приспособить полученную им информацию к уровню подготовки аудитории
Моделирующий	Педагога отличает высокий уровень владения формами и методами обучения, наличие совокупности определенных взаимосвязанных знаний, умений и навыков по отдельным разделам академической дисциплины, способность формулировать цели обучения, ставить разнообразные задачи, разрабатывать способы и алгоритмы их решения и привлекать к себе на помощь разнообразные педагогические и психологические средства стимулирование интереса обучающихся и их вовлечения в учебную деятельность
Системно-моделирующий	Педагог демонстрирует достаточно высокий уровень владения разнообразными педагогическими способами и методами, направленными на формирования у обучающихся необходимой для определенного математического предмета, совокупности знаний, умений и навыков.
Уровень педагогического мастерства	Педагог демонстрирует готовность и способность выйти за рамки предметной деятельности и обладает педагогическим умением и мастерством способствовать развитию и совершенствованию психологических и личностных характеристик обучающихся, и их потребностей в самосовершенствовании, самообразовании и саморазвитии

Другой подход к оцениванию уровня сформированности профессиональной компетентности описан у И.В. Георге в [24, с. 3-180]. В этой работе описывается систематический подход к оцениванию сформированности профессиональной компетентности, состоящая из четырех уровней. Эти уровни описаны в таблице 7.

Таблица 7 – Уровни сформированности профессиональной компетентности

Уровень	Ключевые характеристики
Адаптация	Уровень обладания первоначальным набором умений
Становление	Уровень, на котором индивидуум обладает ограниченной степенью сформированности умений
Сформированность	Уровень, на котором индивидуума отличает достаточная сформированность умений
Владение	Уровень, на котором индивидуум демонстрирует эффективное владение профессионально-педагогическими методами

Опираясь на вышеуказанные описания уровней профессиональной компетентности, можно обобщить следующие уровни их сформированности, которые приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Уровни сформированности компетентности

Уровень	Описание
Начальный	Субъект обладает ограниченным объемом математических знаний. Отличается недостаточной самостоятельностью в принятии решений в рамках осуществления своей педагогической деятельности. Демонстрирует явную потребность в получении руководства, и различного рода рекомендациях и инструкциях по широкому кругу вопросов, связанных с процессом преподавания. Также этот уровень характеризуется неспособностью субъекта к проведению самостоятельного анализа, оценивания и конструирования учебного процесса и используемых методических материалов. При этом очень часто решение математических задач в рамках учебного процесса делается с упором на формальное теоретическое обоснование, игнорируя практический опыт.
Базовый	Будущий специалист способен к демонстрации осмысленности и целенаправленности своих действий, способен планировать ожидаемые результаты своей работы, может выбирать наилучшие условия для выполнения тех или иных практических действий, но при этом все это осуществляется им на основе сторонних рекомендаций
Высокий	Специалиста характеризует способность как самостоятельному планированию и конструированию процесса. Он может свободно применять различные математические способы и методы для решения разнообразных задач, встречающихся в педагогической деятельности.
Творческий	Уровень, на котором индивидуум демонстрирует эффективное владение профессионально-педагогическими методами и способствование развитию и совершенствованию психологических и личностных характеристик обучающихся, и их потребностей в самосовершенствовании, самообразовании и саморазвитии

Ознакомившись с текущим состоянием исследований, посвященных вопросам профессиональных компетенций и компетентности педагога-математика, целесообразно упомянуть, что существует еще ряд вопросов, которые все еще не получили достаточного освещения и проработки в опубликованных исследованиях. В частности, к числу таких вопросов, нужно отнести вопрос об эффективном способе оценивания и формирования профессиональных компетенций учителя математики посредством развития такой их составляющей, как информационные компетенции в области использования мобильных образовательных информационных технологий и приложений.

Анализ значительного количества исследований, посвященных использованию информационных технологий в учебном процессе математических дисциплинах, в частности таких как [11, с. 46-51; 12, с. 64-76; 31, с. 658-678; 44, 45] показал, что современные информационные технологии, в

частности мобильные информационные технологии, все еще используются не самым оптимальным образом. В большинстве случаев, использование мобильных устройств ограничивается либо демонстрацией учебного и справочного материала, либо предоставлением интерактивного теста. В тоже время уделяется недостаточное внимание использованию мобильных устройств в качестве средства решения задач и математических моделей из области высшей математики. В частности, наблюдается недостаточность исследований в области использования мобильных технологий и приложений для проведения вычислений и решения задач и математических моделей из области дифференциальных уравнений.

С точки зрения настоящего исследования, наиболее оптимальное использование мобильных технологий связано, в первую очередь, с активным использованием мобильных устройств в качестве замены традиционным компьютерам для решения проведения математических вычислений и решения математических задач и моделей, требующих использования методов дифференциальных уравнений. Также представляется целесообразным оценивать информационную компетенцию именно как знания, умения и навыки в области использования мобильных технологий и приложений для проведения вычислений и решения задач и математических моделей из области дифференциальных уравнений. Следовательно, целенаправленные действия по развитию информационной компетенции развивают также и уровень профессиональных компетенций педагога.

В силу этого в систему оценивания информационной компетенции как части математических компетенций современного преподавателя математики представляется включить следующие одиннадцать базовых критериев:

1. Понимание возможностей мобильных образовательных технологий и приложений в контексте конкретного предмета или занятия.
2. Способность быстро и точно оценить, смогут ли мобильные образовательные технологии и приложения в данном конкретном случае облегчить или затруднить процесс обучения и преподавания.
3. Хорошее понимание мобильных технологий и приложений и методов управления информацией и процесса решения задач посредством мобильных технологий и приложений.
4. Способность адаптировать учебный процесс к последним разработкам и тенденциям в области мобильных технологий и приложений.
5. Способность и готовность к активному использованию мобильных технологий и приложений для проведения вычислений и решения математических задач и моделей из области высшей математики, а именно дифференциальных уравнений.
6. Способность и готовность к переориентации существующего учебного процесса на мобильные технологии и приложения.
7. Способность выбрать оптимальную комбинацию психолого-педагогических и технологических моделей для реализации концепции мобильного обучения.

8. Умение оптимизировать представление учебного материала для использования с учетом размера экранов мобильных устройств.

9. Умение находить алгоритмы решения поставленных задач, оптимизированные для использования на мобильных устройствах.

10. Знания в области защиты персональных мобильных данных.

11. Знания в области контроля доступа к нелегальному мобильному контенту.

Первые два из указанных критериев оценивания информационной компетенции находятся в прямой связи с мотивационно-ценностной и эмоционально-волевой компонентами структуры профессиональной компетентности. Следующие три критерия основаны на использовании когнитивной и деятельностной компонентов компетентности. В свою очередь остальные критерии связаны с как с когнитивной, так и личностной и рефлексивной компонентами компетентности.

Возвращаясь к таблице 8, соответствие первым двум указанным критериям оценивания информационной компетенции можно считать базовым уровнем профессиональной компетентности. Овладение следующими двумя критериями можно рассматривать как высокий уровень профессионального становления компетентности. И наконец, критерии 6, 7 и 8 и критерии 9, 10 и 11 характеризуют соответственно высокий уровень и уровень мастерства компетентности соответственно.

Следует подчеркнуть, что приоритетность каждого из указанных критериев информационной компетенции зависит от особенностей конкретной учебной среды и поставленных в каждом конкретном случае академических задач.

Ознакомившись с представлением понятия информационная компетенция в контексте мобильных технологий и приложений, подведем итоги данного пункта. В 1.1 были освещены вопросы, связанные с содержанием и структурой профессиональных компетенций будущего учителя математики. Причем сами компетенции рассматривались как с обще-дисциплинарной точки зрения, так и в специфическом контексте математической дисциплины. Изложенный материал позволяет прийти к выводу, что профессиональные компетенции будущего учителя математики имеют многогранную структуру со всем комплексом внутренних взаимосвязей и взаимозависимостей. Так представляется невозможным развивать профессиональные компетенции в отрыве от одновременного развития общекультурных и личностных компетенций, а также, не принимая во внимание такого фактора, как информационные компетенции и современный уровень развития информационных и образовательных технологий.

Профессиональные компетенции будущего учителя математики являются компонентом профессиональной педагогической компетентности, характеризующего выпускника. Их можно рассматривать как одну из форм реализации интегративного личностного качества субъекта, способного и готового к реализации своего потенциала в дальнейшей педагогической

деятельности. Одним из важнейших внешних показателей профессиональной компетентности специалиста является его способность самостоятельно решать задачи, определяемые условиями реальной педагогической деятельности. Скорость и эффективность формирования педагогических компетенций и их структурных компонентов во многом предопределяется субъектной позицией студента. Именно активная, целенаправленная и мотивированная познавательная деятельность студента являются главным фактором его академической успешности роста его компетентности. Определяющим фактором субъектной позиции студента в рамках изучаемого математического курса является его способность и готовность вести самостоятельную познавательную деятельность. Для этого, необходимо всемерно стимулировать познавательную самостоятельную деятельность студентов. Одним из путей достижения этого является использование мобильных приложений. Использование потенциала современных мобильных приложений развивает информационную компетенцию обучающегося и как следствие оказывает положительное влияние на развитие их профессиональных компетенций в целом. Мобильное обучение должно стать приоритетным вектором развития процесса модернизации и совершенствования обучения в высшей школе в деле подготовки будущих учителей математики к будущей профессиональной педагогической деятельности.

1.2 Принципы использования мобильных образовательных технологий в процессе подготовки будущих учителей математики

Перейдем к освещению базовых принципов, лежащих в основе использования мобильных образовательных технологий и приложений в процессе подготовки будущих учителей математики. Знание этих принципов необходимо для успешной интеграции мобильных устройств в образовательный процесс. При изложении данных принципов будут рассмотрены лежащие в их основе концепции и связанные с ними измерения.

Начнем с интерпретации самого понятия «мобильные образовательные технологии». Ученые R. Huang, J.M. Spector & J. Yang в [13, p. 3-30] интерпретируют образовательные технологии как теорию и практику совершенствования процесса обучения и повышения результатов обучения и успеваемости посредством использования разнородных технических инструментов и связанных с ними образовательных ресурсов. В свою очередь, A. Jones и др., и A. Svela и др. интерпретируют понятие «мобильные образовательные технологии» как использование всего многообразия комплекса мобильных информационных технологий с целью повышения эффективности образовательного процесса в области математики и формирования положительного учебного опыта у студентов-математиков педагогического профиля [46, 47]. Данное определение мобильных образовательных технологий подразумевает широкий спектр видов образовательной деятельности, включая проектирование, настройку, адаптацию, тестирование и оценку различных действий, ресурсов, инструментов и методологий, направленных на облегчение

обучения и повышение академической успеваемости на математических занятиях. Как отмечается в [48], в это определение можно также включить совокупность навыков и компетенций в области мобильных технологий приложений и их эффективное использование в контексте математического образовательного процесса.

Исходя из результатов опубликованных исследований и анализа применения мобильных технологий в рамках учебного процесса, можно рассматривать понятие мобильных образовательных технологий как объединение мобильных технологий, приложений, образования, ресурсов и процессов. Эти компоненты совместно работают для улучшения качества образовательного процесса в области математики [45, p. 207-221; 49].

Ознакомившись с основными определениями и формулировками мобильных образовательных технологий и приложений, перейдем к освещению теоретических принципов их применения в контексте математического образования. При этом в ходе дальнейшего изложения под мобильными технологиями и приложениями будет понимать именно мобильные образовательные технологии и приложения.

Исследователи A. Svela и др., и D. Tang и др., констатируют комплексность и многогранность теоретических принципов применения мобильных приложений. Это прежде всего обусловлено тем, что сфера применения мобильных технологий в области математики достаточно многогранна в силу вовлеченности всего многообразия диверсифицированных методологий и принципов, ориентированных на облегчение, поддержку и улучшение процессов обучения и преподавания и повышения академической успеваемости. Они отмечают, что область образовательных технологий, в особенности мобильных приложений, является динамично развивающейся сферой в современной образовательной среде, результаты которой могут успешно применяться и адаптироваться в рамках учебного процесса по любой преподаваемой дисциплине. В силу этого, динамика развития мобильных приложений обеспечивает предпосылку для формирования междисциплинарных связей между математикой и другими академическими предметами. К тому же, рассмотренная тенденция к быстрому развитию обуславливает необходимость к быстрой адаптации и отражению последних достижений, имеющих место в мобильных технологиях в рамках образовательного процесса в области математики [47, p. 139-157; 50].

M. Vano и др. в [51], придерживаются подобного мнения, утверждая, что любая сфера инновационных информационных технологий, включая и мобильных, очень сложна, в силу комплексности используемых теоретических принципов и перманентной необходимости учитывать различные факторы, возникающие в процессе взаимодействия между компонентами и людьми, которые составляют и формируют среду обучения. В большинстве случаев подобные связи и отношения между этими факторами имеют сложную природу и имеют тенденцию к постоянному изменению во времени.

Н. Crompton и др., отмечают, что принципы использования мобильных приложений имеют сложную природу именно из-за того, что они являются междисциплинарным направлением и поскольку в формировании и развитии ее практик и подходов участвуют специалисты из разных областей человеческой деятельности, включающей в себя помимо педагогов-математиков, психологов, контент-дизайнеров, технических специалистов, преподавателей и администраторов. В большинстве случаев эти специалисты могут иметь разный опыт, компетенции, уровень образования и систему взглядов на образовательный процесс в своей области [52].

Также А. Al-Hunayyan и др., и Valk J.-H. и др. акцентируют внимание на том, что одной из предпосылок роста принципов использования мобильных приложений, является их использование в рамках диверсифицированных форм обучения, таких как, например, электронное обучение (e-learning), дистанционное обучение, обучение по запросу и другие. Мобильные технологии не только должны опираться на последние достижения в сфере информационных технологий, но и привносит в математическое обучение такие современные подходы, как мобильные устройства, виртуальная реальность, дополненная реальность, имитационное моделирование, перевернутые классы и облачные вычисления [53, 54].

Получив представление о комплексной природе принципов использования мобильных приложений, обратимся к изложению концепций, лежащих в основе этих принципов. Так, опираясь на работы [55-58], можно выявить, что базовыми концепциями, на которых базируются эти принципы являются те, которые содержатся в таблице 9.

Таблица 9 – Концепции мобильных технологий

Концепция	Описание
1	2
Образование	Систематизированная деятельность, связанная с развитием: 1) общих знаний, навыков и компетенций в области математики; 2) способностей к решению задач; 3) способностей к построению логических рассуждений; 4) стремления и способностей к непрерывному самообучению в области математики на протяжении всей жизни.
Электронное обучение	Процесс, характеризующийся планомерным и последовательным расширением текущего уровня знаний и умений обучающихся по математике с использованием информационных технологий.
Мобильное обучение	Разновидность электронного обучения, основанная на повсеместном внедрении и использовании мобильных технологий и приложений для работы с учебным материалом.
Педагогический дизайн	Процесс планирования, управления и оценивания учебной деятельности в области математики в рамках мобильного обучения и связанных с ней ресурсов с целью обеспечения достижения намеченных образовательных целей и задач.
Установки	Отношение обучающегося к той или иной учебной ситуации, возникающей при мобильном обучении.

Продолжение таблицы 9

1	2
Носители информации	Относится к различным средствам, используемым для хранения, представления и распространения мобильной учебной информации из области математики. В контексте образовательных технологий этот термин в основном будет относиться к цифровым носителям.
Мультимедийные ресурсы	Математические образовательные ресурсы, которые распространяются в разнообразных мультимедийных форматах, таких как текст, аудио, видео, анимированная графика, виртуальная реальность и дополненная реальность. Широкое использование мультимедийных ресурсов в современном секторе математического образования привело к необходимости развития новых форм грамотности, таких как информационная грамотность, технологическая грамотность, визуальная грамотность и цифровая грамотность.

Также можно установить, что, рассмотренные концепции служат материалом, на основе которого базируются принципы использования мобильных приложений. В контексте обучения математике эти принципы имеют следующую формулировку:

1. *Принцип повторения.* Овладение мобильными приложениями в рамках математической дисциплины лучше всего осуществляется на практической основе. Чем сильнее подкрепляется желаемое поведение, тем больше вероятность его повторения. Нейронные связи в мозгу, связанные с каким-либо действием, укрепляются, когда это действие повторяется на постоянной основе. Этот принцип требует, чтобы вся учебная деятельность была построена на частом использовании мобильных устройств для решения математических задач и получения нового математического знания.

2. *Принцип регламентации.* Уровень овладения навыками в области мобильного обучения зависит от количества времени, которое обучающийся тратит на изучение и использование мобильных приложений, согласно утвержденному учебному плану и плану самостоятельной работы, разработанных на этапе педагогического дизайна учебного курса

3. *Принцип наглядности.* Форме представления учебного контента уделяется приоритетное внимание. С этой целью для повышения наглядности рекомендуется использовать мультимедийную форму представления.

4. *Принцип обратной связи.* Процесс овладения навыками в области мобильного обучения значительно облегчается при наличии постоянной и адекватной положительной обратной связи от преподавателя, несущей полезную учебную и воспитательную информацию. Сюда также входят взаимодействия между самими обучающимися, осуществляемые в процессе выполнения заданий в классе.

5. *Принцип базовых технических навыков.* Этот принцип требует, что успешное использование мобильного обучения возможно только в том случае, если обучающиеся владеют определенным набором навыков в области

использования мобильных технологий и приложений и используемых носителей информации.

6. *Принцип индивидуализации.* Это принцип требует, что использование мобильного обучения должно быть ориентировано на обучающегося, на его специфические установки, образовательные потребности и нужды и должно осуществляться на основе гибкого подхода, подстраиваемого под обучающегося. Нужно адаптировать учебный процесс для формирования способностей к обучению отдельного обучающегося и позволить ему самостоятельно выбирать точное место и время занятий.

7. *Принцип педагогической целесообразности.* Этот принцип требует, чтобы мобильное обучение использовалось только тогда, когда это может принести положительный педагогический эффект. Также данный принцип может формулироваться как требование использования мобильных технологий и приложений самым оптимальным способом с целью полноценного использования их потенциала.

Ознакомившись с указанными принципами, можно увидеть их связь с компонентами профессиональной компетентности, рассмотренных в 1.1. Так использование принципа повторения развивает деятельностный компонент компетентности.

Принцип регламентации требует от обучающегося навыков самоконтроля и в силу этого развивает рефлексивный компонент компетентности.

Принцип обратной связи и наглядности помогает обучающемуся справляться с определенными процедурными препятствиями в процессе обучения, облегчает восприятие преподносимого материала, тем самым оказывая влияние на эмоционально-волевой и когнитивные компоненты его компетентности.

Принцип технических навыков базируется на использовании информационных компетенций.

И наконец принцип индивидуализации мобильного обучения находится в прямой связи с личностным и мотивационно-ценностным компонентами компетентности.

Результаты, полученные такими исследователями, как N. YawAsabere, L. Wong и J.M. Spector в [59-61] показывают, что для реализации указанных принципов задействуется значительное количество разнообразных видов деятельности и отношений, называемых также измерениями. При этом существует значительное количество альтернативных подходов и способов к выявлению и описанию этих измерений. Сообразно с одним из этих подходов, наиболее актуальными измерениями мобильных технологий можно считать те, что приведены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Измерения мобильных образовательных технологий

Другой подход к выявлению и описанию измерений мобильных приложений можно сформулировать, опираясь на исследования таких ученых как R. Huang, J. Ferreira [62], D. Almajali [63], T. Kattoua [64], W. Horton [65]. Из них можно прийти к заключению, что измерения мобильных приложений включают в себя такие как коммуникация и координация, создание интерактивного контента и ресурсов, мобильное аппаратное и программное обеспечение, реализация, внедрение и поддержка и использование разнообразных мультимедийные форматы мобильного представления данных. Далее приводится более детальное описание каждого отдельного измерения.

Представляется целесообразным начать с описания такого измерения как коммуникация. Данное измерение определяется как возникающие в процессе использования мобильных приложений письменные и устные навыки, а также способность находить наиболее эффективное использование различных форм и модальностей представления, возникающих в общении между обучающимися и преподавателями на математическом занятии. Традиционно, коммуникативное измерение считается замкнутым по отношению к координационному измерению.

Координационное измерение интерпретируется, как комплекс таких навыков, как умение идти на компромисс, управлять, руководить и сотрудничать в процессе применения мобильных приложений на математических занятиях. Большинство академических мобильных программ, реализованных в настоящее время, не уделяют достаточного внимания развитию коммуникативного и координационного измерения, предпочитая вместо этого концентрироваться исключительно на вопросах, связанных с освоением математического контента. Согласно сформировавшимся установкам у значительного количества педагогов утвердилось некорректное восприятие

этих измерений как не поддающихся формированию и развитию. Без сознательного и целенаправленного развития и тренировки этих измерений представляется невозможной эффективная адаптация любой формы технологий. Более того, в рамках мобильных технологий они составляют один из основных сегментов ключевых измерений. Например, без наличия указанных измерений становится невозможной планомерная деятельность в области онлайн контента и ресурсов.

Измерение онлайн контента и ресурсов достигло своего текущего уровня актуальности в результате появления и широкого распространения Интернета и других форм информационных и коммуникационных технологий. Эти формы обусловили аккумуляцию значительного объема образовательного контента и ресурсов, которые можно эффективно адаптировать в рамках математического учебного процесса. Данное измерение состоит их элементов, приведенных на рисунке 3.

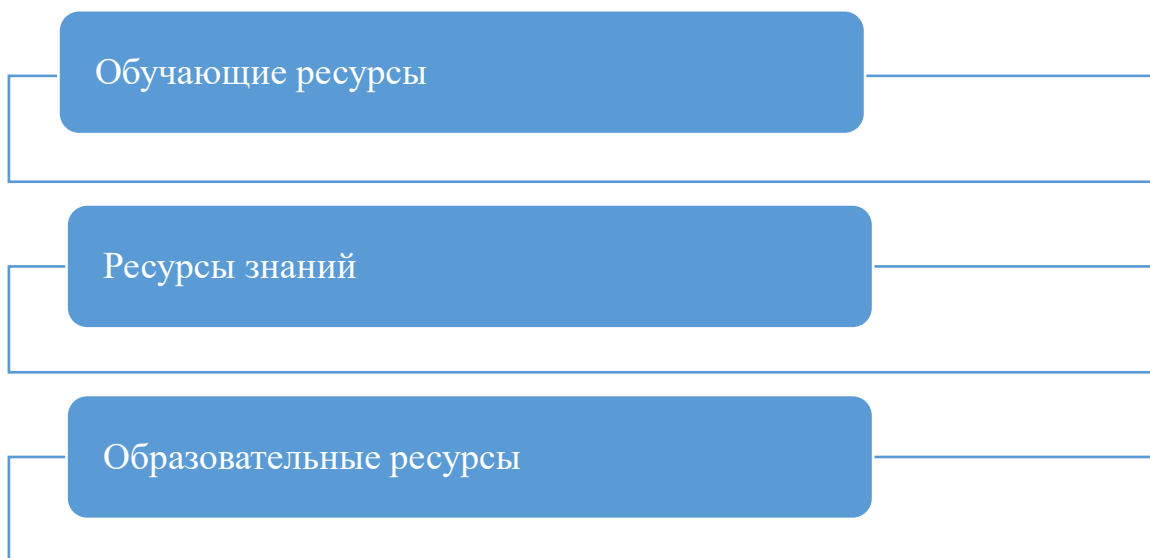


Рисунок 3 – Компетенции в области контента и ресурсов

Под обучающими ресурсами понимаются ресурсы, которые можно использовать на мобильных устройствах для обеспечения процесса математического самообразования на протяжении всей жизни.

Ресурсы знаний определяются как структурированная коллекция обучающих ресурсов в области математики.

В свою очередь, информационные ресурсы представляют собой структурированную коллекцию ресурсов знаний.

Образовательные ресурсы включают в себя данные, факты, видео и т.д., несущие в себе математическую информацию. Образовательные ресурсы, доказавшие свою точность и надежность, могут рассматриваться как форма математического знания. В тех случаях, когда использование образовательного ресурса сочетается с различными формами оценивания, обратной связью и различными академическими действиями, то его можно рассматривать как объект обучения [66-69].

Измерение онлайн-контента и ресурсов связано с измерением аппаратного и программного обеспечения. Важность этой формы измерений обусловлена тем, что помимо работы с различными формами образовательных ресурсов, использование мобильных приложений также подразумевает работу с разнообразным аппаратным и программным обеспечением, используемым в процессе обучения.

В контексте настоящего исследования, данное измерение подразумевает работу с разнообразным мобильным аппаратным и программным обеспечением, используемым в процессе обучения математике. Способность к использованию подобного рода программных и аппаратных средств требует от специалистов в области мобильных технологий и математического образования навыков непрерывного профессионального развития.

С. Voville в [70, 71] и М. Domingo [72] также отмечают измерения внедрения и поддержки, под которым в данном контексте мы будем понимать необходимость наличия четких представлений о наиболее эффективных способах внедрения мобильных приложений для целей поддержки учебного процесса в области математики. Из этого следует, что оптимальная адаптация мобильных образовательных приложений невозможно без наличия четкого представления о том, как участники процесса обучения, включая преподавателей и студентов, внедряют мобильные технологические инструменты, чтобы сделать процесс обучения математике более эффективным и результативным

Рассмотренные измерения внедрения и поддержки мобильных технологий следует дополнить измерениями форматов хранения, представления и распространения в области образовательных данных.

Исходя из нашего контекста, под данным видом измерений мы будем понимать навыки в области оптимального и эффективного использования мобильных приложений в области математического обучения посредством определения оптимального формата представления мобильного образовательного математического контента, в наибольшей мере соответствующего конкретной учебной ситуации.

Можно предложить и другой подход к описанию тех измерений, которые обуславливаются принципами использования мобильных приложений. Этот подход основан на использовании так называемой модели обучающих систем Роберта Теннисона (Tennison ISD model), схема которой приведена на рисунке 4.

Данная модель демонстрирует различные, но взаимосвязанные измерения (т.е. виды деятельности), вовлеченные в процесс интеграции мобильных приложений.

Измерение Analysis охватывает деятельность, связанную с формированием общей философии и теоретических аспектов мобильного обучения.

Измерение Design относится к деятельности, связанной с проектированием мобильной обучающей среды.

Измерение Production относится ко всем аспектам деятельности, связанной с подготовкой к реализации мобильной обучающей среды.

Измерение Implementation включает в себя деятельность по реализации мобильной учебной среды.

И наконец измерение Maintenance относится к деятельности, связанной с поддержкой реализованной мобильной учебной среды.

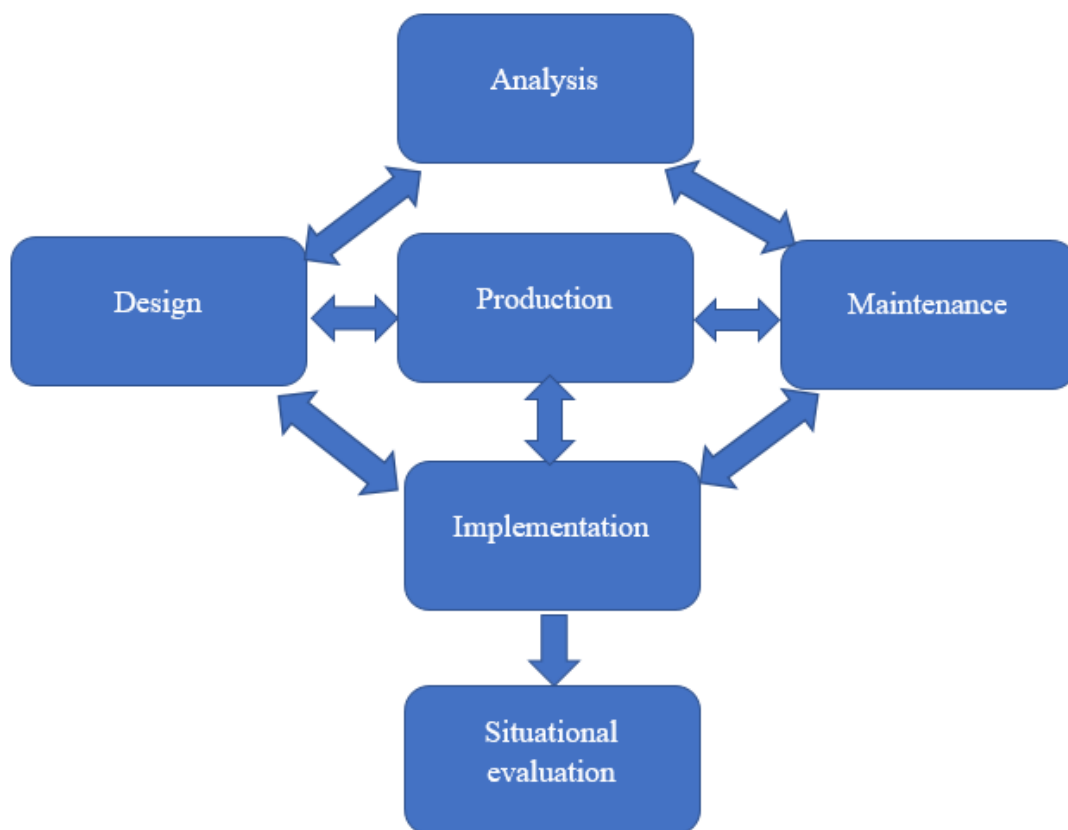


Рисунок 4 – Модели обучающих систем Теннисона

Резюмируя измерения мобильных приложений как деятельность и отношения, возникающие в ходе реализации принципов использования мобильных приложений, перейдем к выявлению форм обучения, в рамках которых указанные принципы и измерения находят свое применение. Опираясь на результаты исследователей J. Spector, M.V. Kuimova и др., I. Blau и др., и D. Findik-Coskuncay D. [73-75] можно установить, что основными сферами применения принципов и измерений мобильных приложений являются онлайн-обучение, онлайн-конференции и адаптивное обучение.

В соответствии с результатами таких ученых как J. Keengwe и др., [76], L. Dhaheri и др., [77], M. Sharples [78], большинство преподавателей реализуют принципы мобильного обучения в рамках онлайн-обучения.

Исследователи G. Mothibi и H. Al-Samarráie и др., также выделяют, что именно онлайн-обучение является основной сферой применения принципов и измерений мобильных приложений в современном образовательном процессе [79, 80].

В работах таких ученых, как Yu. Huan и др. [81] и E. McGovern и др. [82], выделяется такая сфера приложения принципов и измерений мобильных приложений как онлайн-конференции и семинары. Указанные исследования описывают тенденции, связанные с применением принципов и измерений мобильных приложений, в научной и академической сферах, на основе анализа научных статей, опубликованных на международных конференциях и семинарах. Их опрос был основан на анализе более 400 тезисов научных работ, опубликованных на этих конференциях. Анализ показал, что интенсивность использования мобильных принципов и измерений в сфере академических и обучающих онлайн-конференций и семинаров демонстрирует тенденцию к росту с каждым годом во всех его аспектах. В частности, многие высшие учебные заведения стали уделять больше внимания такому конкретному аспекту данной сферы, как Интернет.

Такая сфера обучения как адаптивное обучение обладает потенциалом для широкого использования принципов и измерений использования мобильных приложений. Указанные авторы описывают исследование, одним из результатов которого является, что высшие учебные заведения уделяют все большее внимание использованию мобильного обучения в рамках адаптивного обучения. Адаптивное обучение может продемонстрировать свою эффективность в изменении способа обучения в высших учебных заведениях, таких как университеты. При этом растет число образовательных учреждений, таких как университеты, которые реализуют данное измерение путем предоставления полных онлайн-программ, с поддержкой мобильного доступа, избегая традиционного личного общения между преподавателем и обучающимися. Этот наблюдаемый рост использования адаптивного обучения в контексте сектора образования был вызван существующей потребностью в адаптируемых возможностях обучения из-за тенденций в экономике, глобализации и возможных пандемиях. Данная форма обучения может стать доминирующей сферой применения принципов и измерений мобильных приложений в учебных заведениях.

Рассмотрев формы обучения, в рамках которых находят свое применение принципы и измерения мобильных приложений, остановим свое внимание на основных факторах, наличие которых является необходимым для успешного использования указанных принципов и измерений в учебном процессе.

Так, E. Pechenkina в [83] и L. Alfarani [84] указывают, что к таким факторам можно отнести пониманием преподавателями тех образовательных преимуществ, которые дает мобильное обучение.

Можно выделить и три других фактора. Первым фактором является обеспечение эффективности процесса приобретения студентами новых знаний в рамках мобильного обучения. Эта эффективность обеспечивается прежде всего за счет облегчения доступа к большому количеству мобильного образовательного контента, размещенного в Интернете.

Вторым фактором мобильного электронного обучения обеспечение снижения психологического напряжения и повышению уровня

удовлетворенности обучающихся процессом обучения. Этого можно достичь предоставлением возможности обучающимся самостоятельно управлять процессом обучения, выбирая удобный для себя темп и скорость прохождения материала.

Третьим фактором является наличие академического персонала с достаточным уровнем технической подготовки. Это имеет особое значение в развивающихся странах, где не хватает достаточного количества высококвалифицированных специалистов в области образования и технологий.

Ученые J. Gray и др., и O. Martin-Rodriguez и др., в дополнение к вышеперечисленным положительным факторам, отдельно выделяют и социальный фактор. Мобильное электронное обучение успешно только в атмосфере интерактивности, взаимодействия и общения между преподавателями и обучающимися, а также между самими обучающимися. Это может быть достигнуто с помощью таких средств, как форумы, платформы для обмена мгновенными сообщениями, чаты и другие инструменты, которые можно использовать для улучшения общения и взаимодействия между обучающимися и преподавателями. Этот повышенный уровень коммуникативности и интерактивности позволяет мобильному электронному обучению положительно влиять на познавательную и учебную деятельность обучающихся и, следовательно, повышать уровень образовательных стандартов [85, 86].

Ученые Y. Lee, Y. Hsieh и C. Ma провели исследование, которое выявило, что принципы и измерения мобильных приложений также коррелируют с таким фактором, как готовность учебного заведения к переходу на “безбумажный” учебный процесс и снижению расходов, связанных с приобретением и доставкой учебных материалов в печатной форме, что является характерным для традиционного заочного (дистанционного) обучения. Такие учебные заведения стремятся обеспечивать доставку учебного материала в различных форматах, таких как текст, аудио, графические изображения, мультимедийные анимации и видео на «безбумажных» электронных носителях, и, следовательно, делает этот учебный материал доступным для читателей в любое время и из любого места [87].

Рассмотрев основные факторы, которые могут способствовать широкому внедрению принципов и измерений использования мобильных приложений в обучении, представляется целесообразным приступить к обзору форм компьютерного обучения, на основе которых можно реализовать указанные принципы и измерения. Одними из этих форм являются методологии Computer-Aided Instruction (CAI) и Computer-Aided Learning (CAL).

Методология CAI подразумевает использование информационных технологий, преимущественно, в обучении программированию и реализации численных методов, в то время как модель обучения Computer-Aided Learning (CAL) определяется как использование информационных технологий для решения задач в других академических дисциплинах. Как подчеркивает S. Mangal в большинстве учебных учреждений, эти две модели обучения

используются параллельно для обеспечения поддержки большего количества преподаваемых дисциплин.

S. Robert и N. Ahuja описывают иную форму компьютерного обучения, известную как LMS (Learning Management System), которую можно трактовать в контексте мобильного электронного обучения как систему управления обучением, применяемую в основном для организации деятельности различных вспомогательных служб, используемых для регистрации, отслеживания и предоставления математического учебного контента студентам. В то же время форма компьютерного обучения LCMS (Learning Content Management System) может интерпретироваться как система управления мобильным обучением, которая фокусируется исключительно на поддержке, управлении и доставке самого учебного контента обучающимся. В силу различия их назначений, указанные две методологии обучения, являются взаимодополняемыми и, как правило, должны использоваться в тандеме [88, 89].

Согласно J. Nouri, Y. Cheng, V. Chang, Y. Park и T. Moravec, очень часто упомянутые формы компьютерного обучения LMS и LCMS используются в качестве инструмента в контексте так называемого смешанного обучения B-Learning и модели Actions (действий). Концепция обучения B-Learning характеризуется как комбинация различных методологий и подходов к обучению. Модель Actions базируется на исследовании аспектов факторов, влияющих на успешное внедрение мобильного электронного обучения [90-94].

В независимости от того, какая именно форма компьютерного обучения применяется для реализации принципов и измерений использования мобильных приложений, необходимо всегда учитывать, что мобильные приложения ориентированы прежде всего на обучающихся, а не на процессе.

Проведенный в рамках настоящего исследования анализ существующей практики использования мобильного обучения в образовании показал, что в большинстве случаев внедрение мобильных образовательных технологий в обучение делает упор только на технической и формальной стороне вопроса, без достаточной степени внимания, уделяемого следованию теоретическим принципам, лежащих в их основе, и учету связанных с ними измерений. Преподаватели предпочитают ограничивать использование мобильных приложений презентацией учебного материала и доступом к образовательным ресурсам. В силу этого, использование мобильных приложений не достигает желаемого академического эффекта. И при этом недостаточное внимание уделяется использованию мобильного устройства как средства проведения вычислений и решения задач используя методы высшей математики. В силу вышесказанного, *принцип педагогической необходимости* для использования мобильных приложений можно интерпретировать как необходимость использования мобильных приложений как полноценного инструмента решения задач.

Резюмируя данный пункт, определим мобильное электронное обучение как подход к математическому обучению, основанный на использовании мобильных образовательных технологий. Технология играет роль посредника в

процессе обучения математике, представляющего собой познавательный психический акт получения новых знаний и информации. При мобильном обучении основное внимание уделяется не процессу, а образовательным потребностям самого обучающегося. Для успешной интеграции электронного обучения, представляется необходимым знать его базовые теоретические концепции, принципы и измерения, и осуществлять правильный выбор формы компьютерного обучения, на основе которой можно реализовать соответствующий принцип или измерение в зависимости от целей и задач конкретной учебной программы. Вне зависимости от выбранного конкретного подхода, основными конечными результатами процесса мобильного электронного обучения должны являться повышение качества и уровня привлекательности учебного процесса в области математики в сочетании с развитием профессиональных компетенций обучающихся.

1.3 Проблемы и особенности формирования профессиональных компетенций у будущих учителей математики с применением мобильных приложений

Теперь перейдем к рассмотрению вопросов, связанных с текущим состоянием исследований, посвященных формированию профессиональных компетенций у будущих учителей математики на базе использования мобильных приложений. Особое внимание будет уделено выявлению степени соответствия использований мобильных приложений в каждом конкретном случае концепциям, принципам и измерениям, рассмотренным в предыдущей главе.

М. Atan и др., В. Al-Takhneh [95] и Y. Yosiana и др. [96] подчеркивают, что увеличившаяся популярность мобильных устройств среди учащихся школьного и студенческого возраста привела к их широкому использованию в области математического образования. Преподаватели математических дисциплин начинают уделять больше времени использованию мобильных устройств в учебном процессе. При правильном использовании мобильные устройства могут оказать положительное влияние на знания и навыки обучающихся и достижения ими поставленных академических целей.

Также авторы отмечают, что, к сожалению, в настоящее время уровень и стратегия использования мобильных технологий в сфере математического образования недостаточны для полного развития компетенций обучающихся. В контексте данных исследований можно наблюдать недостаточное использование принципа педагогической целесообразности и концепции педагогического дизайна.

В. Al-Takhneh, К. Fabian и др., [97] и Supandi и др. [98] описывают потенциальные образовательные преимущества использования мобильных приложений на занятиях по математике в высших учебных заведениях. При этом подразумевалось использование мобильных приложений только для презентации интерактивного учебного материала, то есть использование принципа наглядности, концепции мультимедийных ресурсов и измерения

образовательных ресурсов. Было выявлено, что в целом, большинство участников образовательного процесса выражают положительное отношение к интеграции мобильных приложений в учебный процесс. В то же время преподаватели математики все еще не готовы к полной реориентации образовательного процесса на мобильное обучение.

Так, в частности, Al-Takhuneh [95, p. 180-191] привел результаты опроса, проведенного в высшем учебном заведении для того, чтобы определить отношение обучающихся к возможности использования концепции мобильного обучения в учебном процессе математических и естественно-научных дисциплин.

Результаты опроса приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Результаты опроса по отношению к мобильному обучению

Вопрос	Положительный ответ (в %)	Отрицательный ответ (в %)
Отношение к использованию мобильных технологий в обучении вообще	80	20
Положительное влияние использования мобильного подхода на развитие их математического мышления	75	25

Как видно из таблицы 10, большая часть опрошенных студентов выразила свое положительное отношение к использованию мобильного обучения при изучении математических дисциплин. Но инертность преподавателей в отношении апробации стратегии мобильного обучения является определенным негативным фактором, препятствующим полноценному развитию компетенций при помощи мобильных приложений.

Таким образом в данном случае наблюдается положительное влияние только на мотивационно-ценностный компонент компетентности обучающихся и в то же время несоблюдение принципов педагогической целесообразности, повторения, регламентации и обратной связи. Как следствие, недостаточно используются концепции педагогического дизайна и установок обучающегося.

Как показывают работы исследователей A. Svela, J. Etcuban [99] и A. Suprandi и др. [100] подобное недостаточное использование мобильных приложений, ограниченное демонстрацией учебного материала, присуще также и процессу обучения на математических занятиях, проводимых вне контекста высшего учебного заведения.

Встречается значительная часть публикаций, посвященных нейродидактическим и когнитивным аспектам обучения с использованием мобильных приложений. Так Begum [101] приходит к выводу, что использование мобильных приложений в рамках математического учебного процесса способно оказать положительное влияние на нейронные связи мозга и способствовать более эффективному внедрению нейро-дидактических принципов в этот учебный процесс.

Также было выявлено, что полноценному развитию указанного когнитивного компонента профессиональной компетентности при помощи мобильных приложений препятствует недостаточная готовность преподавателей к полноценному переходу на мобильное обучение, что очень часто коррелирует с несоответствием принципу базовых технических навыков и игнорированием принципа педагогической целесообразности и измерения когнитивной психологии.

Обзорные исследования, проведенные в рамках настоящего исследования показывают, что большая часть использования мобильных технологий в рамках математического образования приходится на такие области математики, как арифметика и алгебра. В то же время, использование мобильных устройств в рамках занятий по математическому анализу, дифференциальным уравнениям, математическому моделированию и высшей алгебре не является таким же широко распространенным. В то же время указанный обзор отмечает, что использование мобильных технологий и приложений в рамках учебного процесса ограничивается доступом к учебному контенту и интерактивным тестам. Таким образом и в данном случае имеет место недостаточное несоответствие принципу педагогической целесообразности и концепции педагогического дизайна мобильного обучения. Влияние такого использования мобильных приложений на когнитивный компонент компетентности минимально, так обучающиеся не вовлечены в активное использование мобильных приложений для решения задач, и как следствие не задействуют деятельностный компонент компетентности.

Значительная часть публикаций отмечает, что в рамках учебного процесса, использованию мобильных приложений уделяется недостаточное количество академических часов и в силу этого не достигается полноценная интеграция концепции электронного мобильного обучения в учебный процесс математической дисциплины. К числу таких публикаций можно отнести работы исследователей К. Fabian и др. [102], М. Meletiou-Mavrotheris и др., [103], G. Krull и др. [104]. Здесь наблюдаются несоответствие принципам повторения, регламентации и педагогической целесообразности, измерения взаимодействия с мобильным устройством и концепции установок обучающегося. В результате влияние мобильного обучения нивелируется и развитие информационной компетенции носит очень ограниченный характер.

Ряд ученых исследуют подходы, которое образовательное учреждение использует для повышения эффективности развития компетенций обучающихся в процессе мобильного обучения.

Так, К. Asikgul и др. [105], считают, что значительное количество образовательных учреждений, внедряющих мобильное обучение пытаются повысить эффективность обучения при помощи следующих двух подходов: 1) повышение уровня взаимодействия преподавателей и обучающихся и 2) повышения степени использования интернет-ресурсов и контента, оптимизированных для экранов мобильных устройств. Но при этом оба подхода реализуются не в полной мере. Здесь наблюдается недостаточное

использование принципа обратной связи и измерений коммуникации, координации и образовательных ресурсов.

A.S.S. Drigas провел обзор [106], посвященный реализованным подходам к использованию мобильных приложений в преподавании математики в высших учебных заведениях. В указанном обзоре рассматриваются достижение такой цели как независимость обучающихся от преподавателей. Согласно обзору, первым подходом, который считается доминирующим в высшем образовании, является так называемое дополнительное электронное обучение. В соответствии с этим подходом роль мобильного обучения рассматривается только как дополнительная и вспомогательная по отношению к традиционным занятиям в классе, которые имеют основной приоритет. Традиционным занятиям уделяется большее время и приоритет. В результате этот подход, использующий мобильное обучение только в качестве дополнительного, делает обучающихся недостаточно независимыми от их преподавателей в процессе обучения, как следствие недостаточен для развития компетенций на занятиях по математике.

Второй подход к организации мобильного обучения представляет собой смешанное электронное обучение, которое сочетает в себе в равной мере элементы как электронного обучения, так и традиционного обучения для предоставления учебного контента обучающимся. Исходя из этого, традиционные занятия, и занятия, использующие мобильное обучение, получают одинаковый объем времени в рамках всего учебного процесса. Этот подход позволяет достичь значительной степени независимости обучающихся от преподавателей, и как следствие в большей мере влияет на развитие информационных компетенций студентов.

И наконец, третий подход представляет собой модель полного онлайн-обучения, который характеризуется полным внедрением онлайн-методов в предоставлении обучающих услуг и оценке знаний и навыков обучающихся. Именно этот подход в наибольшей мере обеспечивает создание учебной среды, ориентированной на развитие профессиональных компетенций. Также в данном обзоре отмечается, что данный подход все еще внедряется в недостаточной мере [106, р. 18-22]. Здесь наблюдается недостаточная степень использования принципов повторения, регламентации и индивидуализации, концепций педагогического дизайна и установок обучающихся и измерений психологии. В результате развитие получает только мотивационно-ценностный компонент компетентности.

M. Al-Khateeb в исследовании [107] рассматривает подход к реализации мобильного обучения, построенный на учете основных факторов, влияющих на удовлетворенность обучающихся математике и естественным наукам системами электронного обучения, включая и системами мобильного обучения. Было установлено, что подход, построенный на учете таких факторов, как полезность системы, качество поддержки, качество содержания обучения и удобство в наибольшей мере способствуют созданию среды, ориентированной на повышение компетенций обучающихся.

При этом также отмечается, что очень часто при интеграции мобильного обучения не все указанные факторы учитываются в полной мере, что не позволяет достичь полноценного раскрытия профессиональных компетенций. В данном случае наблюдается недостаточность использования принципов педагогической целесообразности, регламентации, наглядности и индивидуализации и такого измерения социальных взаимодействий.

G. Northey и др. [108] проводит анализ другого подхода к реализации электронного обучения, включая и мобильное обучение. Согласно данному анализу, электронное обучение, под которым подразумевается также и мобильное обучение, можно интегрировать используя один из двух основных подходов.

Первый подход включает в себя асинхронное обучение в самостоятельном темпе, когда обучающиеся изучают и выбирают расписание самостоятельно и следуют своему собственному темпу, чтобы охватить учебный материал.

Второй подход к мобильному обучению включает в себя синхронное интерактивное обучение, когда обучающиеся непосредственно участвуют в онлайн-уроках с преподавателем и другими обучающимися, согласно с предустановленным расписанием и структурой занятия.

В рамках настоящей диссертации было выявлено, что в настоящее время реализация этих подходов недостаточна. И в этом случае наблюдается недостаточность использования принципов педагогической целесообразности, регламентации, наглядности и индивидуализации и такого измерения социальных взаимодействий.

Можно резюмировать, что подходы, которые в недостаточной мере основаны на концепциях, принципах и измерениях использования мобильных образовательных приложений не оказывают значительного влияния на результаты обучения и академические достижения студентов математических специальностей высших учебных заведений. Результаты исследования показали, что мобильное обучение обладает значительным потенциалом влиять на компетенции студентов, но только при условии надлежащего использования образовательных технологий и приложений, чего, к сожалению, не всегда удается достичь.

Рассмотрев подходы к интеграции мобильного обучения, остановимся на освещении проблем, связанных с этим процессом. Наличие этих проблем может препятствовать полноценной реализации принципов использования мобильных приложений и тормозить процесс развития компетенций обучающихся. Значительная часть этих проблем можно выявить из работ таких авторов как N. YawAssabere, J. Keengwe, M. Sharples и M. Terras и др. [109].

Одной из главных проблем является ненадежность и нестабильность доступных мобильных сетей. Следующей проблемой является совместимость диверсифицированных мобильных технологий. Но все же главным препятствием является человеческий фактор, то есть отношение самого преподавателя к мобильным образовательным технологиям и приложениям и на

использование концепции мобильного обучения в учебный процесс предметов математического и естественнонаучного профиля.

Из результатов указанных исследований можно увидеть тенденцию большей готовности обучающихся к принятию мобильного обучения, чем сами преподавателей. И очень часто можно даже столкнуться с противодействием со стороны преподавателей. И именно из-за этого противодействия значительное количество учебных заведений неохотно внедряют мобильное обучение.

После рассмотрения существующих проблем мобильного обучения в математической педагогике, остановимся на анализе тех глобальных изменений в образовательном процессе, которые будут вызваны использованием мобильных приложений учебном процессе.

Согласно Т. Ahmad внедрение мобильного обучения значительно повлияет на весь сектор образования и изменит процедуры, используемые в процессе обучения студента. Также он подчеркивают тот факт, что мобильное обучение – это взаимовыгодный процесс, который обеспечит равноправное участие в учебном процессе, как преподавателей, так и обучающихся [110].

L. Nietajarvi и др. показывают, что внедрение мобильного обучения открывает новые перспективы образования в области развития социальных навыков обучающихся. Используя свои мобильные телефоны, обучающиеся могут общаться со своими преподавателями и другими обучающимися из любого места и в любое время [111].

A. Tarhini и др. и F. Abdullah и др., утверждают в [112, 113], что концепция M-Learning меняет сам процесс образования, тем что она требует от участников учебного процесса постоянного совершенствования своего текущего уровня компетенций для успешного овладения последними достижениями в области мобильных информационных технологий.

Указанные позитивные изменения, обусловленные повсеместным внедрением концепции мобильного обучения могут иметь место только в том случае, если мобильные образовательные приложения используются наиболее оптимальным способом, то есть следуя принципам их использования и учитывая связанные с ними концепции и принципы. Но как показывает самостоятельный анализ текущего состояния дел в сфере использования мобильных приложений в преподавании математических дисциплин, можно констатировать наличие следующих негативных моментов:

1. В рамках существующего учебного процесса математических дисциплин, принципы мобильных технологий и приложений используются не в полной мере, что обуславливает недостаточность их влияния на развитие профессиональных компетенций будущих учителей математики.

2. Мобильные приложения используются в недостаточной мере при проведении сложных математических вычислений и решении математических моделей и задач, базирующихся на использовании методов обыкновенных дифференциальных уравнений и математического анализа. Использование мобильных приложений на математических занятиях ограничивается преимущественно доступом к учебному контенту и интерактивным тестам.

3. Использование мобильных приложений в рамках существующего учебного процесса очень часто встречает негативное отношение со стороны самих преподавателей, что вызывается несоответствием критериям развития информационной компетенции, предложенным в 1.1.

Резюмируя данный раздел, подчеркнем, что концепция М-мобильного обучения представляет из себя способ организации учебного процесса, основанного на широкой адаптации мобильных образовательных технологий и приложений. Она обладает потенциалом к превращению в одну из наиболее важных и динамично развивающихся форм реализации образовательных технологий и электронного обучения в рамках математического образования.

Формирование этой концепции было обусловлено удобством и доступностью, возникающими в процессе внедрения мобильных технологий в образовательный процесс. Но в настоящее время интеграция мобильных технологий и приложений в учебный процесс тормозится рядом факторов, основным из которых является их недостаточно оптимальное использование и несоответствие принципам их использования. В большинстве случаев преподаватели предпочитают ограничить использование мобильных приложений для демонстрации учебного контента или выполнения тестов, в то время как их оптимальное использование предполагает выполнение вычислений и решения задач, в частности из области математического анализа и обыкновенных дифференциальных уравнений. Также необходимо учитывать, что успешная интеграция этой концепции с существующим образовательным процессом возможна только при наличии ряда обязательных факторов, появлению которых, может способствовать само образовательное учреждение.

Правильно выбранная стратегия внедрения мобильного обучения открывает новые перспективы перед математическим образованием в целом и способствует формированию профессиональных компетенций будущих учителей математики.

Выводы по первому разделу

Уровень развития профессиональных компетенций педагога является определяющим фактором его продуктивной и успешной творческой и профессиональной деятельности. Важность этого фактора обусловила значительный объем исследований в области структуры и сущности профессиональных компетенций педагога и способов их достоверного оценивания. Одним из наиболее комплексных и многогранных видов педагогических компетенций являются компетенции педагога-математика. И нахождение эффективных способов развития этого вида компетенции является актуальным объектом исследований.

Формирование уровня профессиональных компетенций отдельного обучающегося может быть реализовано достаточно эффективно посредством развития такой компоненты компетенций как информационные компетенции. Причем само понимание сущности информационных компетенций должно быть расширено за счет придания основного внимания способности к использованию

современных мобильных приложений в образовательном процессе наиболее оптимальным способом, то есть в соответствии с определенными принципами и связанными с ними концепциями и измерениями.

В число указанных принципов входят такие как, принципы педагогической целесообразности, повторения, регламентации, наглядности, обратной связи, базовых технических навыков и индивидуализации. В свою очередь эти принципы базируются на таких концепциях как электронное и мобильное обучение, педагогический дизайн, установки обучающегося и мультимедиа.

Для реализации указанных принципов задействуются такие измерения как социальные взаимодействия, психология, взаимодействие с мобильным устройством, программное обеспечение, образовательные ресурсы, системная интеграция и др.

Как показывает настоящее исследования, наиболее адекватное соответствие указанным концепциям, принципам и измерениям имеет место только тогда, когда мобильные приложения используются, в первую очередь в качестве замены традиционным компьютерам для проведения вычислений и решения математических моделей, требующих использования методов обыкновенных дифференциальных уравнений. В то же время в настоящее время превалирует тенденция использовать мобильные приложения только как средство демонстрации учебного контента и доступа к образовательным ресурсам.

Базовые технические навыки обучающихся и педагогов играют определяющую роль в интеграции мобильных приложений. Они являются результатом развития информационной компетенции, которая поддается оцениванию на основе определенных критериев. К их числу можно отнести такие как:

1. Понимание возможностей мобильных образовательных технологий и приложений в контексте конкретного предмета или занятия.

2. Способность быстро и точно оценить, смогут ли мобильные образовательные технологии и приложения в данном конкретном случае облегчить или затруднить процесс обучения и преподавания.

3. Умение находить алгоритмы решения поставленных задач, оптимизированные для использования на мобильных устройствах.

4. Хорошее понимание мобильных технологий и приложений и методов управления информацией и процесса решения задач посредством мобильных технологий и приложений.

5. Способность адаптировать учебный процесс к последним разработкам и тенденциям в области мобильных технологий и приложений.

6. Способность и готовность к активному использованию мобильных технологий и приложений для проведения вычислений и решения математических задач и моделей из области высшей математики.

7. Способность и готовность к переориентации существующего учебного процесса на мобильные технологии и приложения.

8. Способность выбрать оптимальную комбинацию психолого-педагогических и технологических моделей для реализации концепции мобильного обучения.

9. Умение оптимизировать представление учебного материала для использования с учетом размера экранов мобильных устройств.

10. Знания в области защиты персональных мобильных данных.

11. Знания в области контроля доступа к нелегальному мобильному контенту.

Также важную роль играет и форма компьютерного обучения, на основе которой можно реализовать указанные принципы и измерения использования мобильных приложений. Одними из этих форм являются методологии Computer-Aided Instruction (CAI), Computer-Aided Learning (CAL), LMS (Learning Management System), и LCMS (Learning Content Management System).

В независимости от того, какая именно форма компьютерного обучения применяется для реализации принципов и измерений использования мобильных приложений, необходимо всегда учитывать, что мобильные приложения ориентированы прежде всего на обучающихся, а не на процессе.

Но в настоящее время интеграция мобильных приложений в учебный процесс тормозится рядом факторов, основным из которых является их недостаточно оптимальное использование и несоответствие принципам их использования. В большинстве случаев преподаватели предпочитают ограничить использование мобильных приложений для демонстрации учебного контента или выполнения тестов, в то время как их оптимальное использование предполагает выполнение вычислений и решения задач, в частности из области математического анализа и обыкновенных дифференциальных уравнений.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ

2.1 Педагогические требования к использованию мобильных приложений, обеспечивающих формирование профессиональных компетенций

Данный пункт посвящен раскрытию педагогических требований, соответствие которым необходимо для того, чтобы используемые в рамках учебного процесса мобильные приложения, в наибольшей мере способствовали восприятию обучающимися преподаваемого учебного материала, стимулировали их интерес к освоению математических и технических знаний и навыков и как следствие способствовали формированию профессиональных компетенций будущих учителей математики. В ходе изложения материала используются описанные в предыдущем разделе концепции, принципы и измерения мобильных образовательных приложений и сформулированные критерии оценивания информационной компетенции.

При обзоре текущего состояния исследований в сфере использования концепции мобильного обучения в математических дисциплинах, отмечалось наличие такого негативного фактора, как противодействие со стороны самих преподавателей. В силу этого, в качестве *первого педагогического требования* можно выделить наличие готовности преподавателя к использованию мобильных приложений в своей педагогической деятельности. Наличие такой готовности характеризует следование принципу педагогической целесообразности. В частности, демонстрирует готовность преподавателя к учету таких концепций как мобильное обучение, и установки обучающегося и такого измерения как взаимодействие с мобильным устройством. Также наличие указанной готовности должно сопровождаться соответствием преподавателя начальным критериям оценивания информационной компетенции.

В качестве *следующего педагогического требования* можно выдвинуть готовность преподавателя к предоставлению методической и технической помощи обучающимся на занятии. Преподаватель с достаточным уровнем сформированности педагогической и информационной компетенции способен грамотно организовать мобильный учебный процесс таким образом, чтобы своевременно устранять все препятствия в учебной деятельности обучающихся, тормозящих их когнитивные процессы. А для этого необходимо обеспечить высокий уровень интерактивности между преподавателем и обучающимися. Соответствие подобному требованию реализует принципы обратной связи и базовых технических навыков и такие измерения как социальные взаимодействия, коммуникация, координация и когнитивная психология. И как следствие происходит положительное воздействие на когнитивный компонент компетентности.

Как уже акцентировалось в предыдущем разделе, главным недостатком методики использования мобильных приложений в обучении математики, является ограничение сферы их применения демонстрацией учебного материала, доступом к образовательным ресурсам в режиме онлайн и обеспечении интерактивного тестирования. Этот недостаток можно устранить если использовать мобильные приложения как полноценные средства для проведения вычислений и решения задач из области обыкновенных дифференциальных уравнений и математического анализа. Именно только в этом случае возможна полноценная интеграция мобильного обучения и реализация их потенциала.

Подобное использование мобильных устройств в качестве средства для решения задач является *третьим педагогическим требованием* к использованию мобильных приложений. В реализацию этого требования вовлечены такие принципы как принцип педагогической целесообразности и принцип наглядности. Также задействуются такие измерения как педагогический дизайн, архитектура мобильного устройства, аппаратное и программное обеспечение и образовательные ресурсы.

Успешное соответствие этому требованию позволяет развивать информационные компетенции и такие компоненты профессиональной компетентности обучающихся как когнитивную и деятельностную. В свою очередь способность обучающегося к нахождению и реализации вычислительных алгоритмов, оптимизированных под мобильные устройства, может служить одной из характеристик высокого уровня развития профессиональных компетенций.

Представляется обоснованным в качестве *следующего педагогического требования* выделить использование подходящей психолого-педагогической теории обучения. В использование психолого-педагогической теории обучения вовлечены, в первую очередь, принципы регламентации и индивидуализации, а также такие измерения мобильных технологий, описанных в предыдущем разделе, как психология и когнитивная психология. S. Robert в работе [88, р. 3-298], определяет теорию обучения как концептуальную основу, которая описывает процесс получения, усвоения, обработки и хранения учебной информации.

Компетенции в области теории обучения можно отнести к категории общих компетенций, так как они не привязаны к контексту определенного предмета. Согласно [114], правильно выбранная психолого-педагогическая теория обучения стимулирует использование и развитие всех основных составляющих структуры профессиональной компетентности. К тому же, самого педагога, умеющего осуществить выбор правильной психолого-педагогической теории обучения можно отнести как находящемуся на творческом или высоком уровне развития своей профессиональной компетентности. В рамках данного исследования, основной упор будет делаться на интеграцию мобильного обучения с концепциями таких теорий обучения как бихевиоризм, когнитивизм и конструктивизм.

Обсуждение теорий обучения начнем с бихевиоризма. S. Olson дает определение бихевиоризма, как школы мысли в психологии, которая не принимает во внимание значение разума. С точки зрения этой теории, в контексте обучения прямое наблюдение и объективное измерение являются самыми надежными способами сбора и анализа информации о психических и психологических процессах обучающихся [114, р. 3-56].

В контексте обучения все течения бихевиоризма объединяет отклонение от идеи, что сознание обучающегося оказывает определяющее влияние на его поведение и реакции. Вместо этого они акцентируют внимание на прямом наблюдении внешнего поведения в процессе осуществления образовательной деятельности.

В контексте теории обучения бихевиоризм предстает как теория, стремящаяся изучать процесс обучения исключительно путем анализа информации, полученной в процессе непосредственного наблюдения за поведением и реакциями обучающихся. С точки зрения бихевиористов, прямое наблюдение за поведением обучающихся, является наиболее надежным способом анализа их психических, психологических и когнитивных особенностей и способностей.

Можно выделить, что основными педагогическими воззрениями бихевиоризма на процесс обучения являются те, что приведены на рисунке 5.



Рисунок 5 – Педагогические воззрения бихевиоризма

Эти последовательности реакций и стимулов являются предметом так называемой теории «стимул-реакция». Как подчеркивают Kohler и др., согласно этой теории, знание представляет собой набор конкретных действий (или реакций) конкретного обучающегося в ответ на стимулы, которые заранее

определены в поведенческих целях. На эти реакции в значительной степени влияют возможные ожидаемые эффекты (последствия) реакции (поведения).

Таким образом, образовательный эффект мобильного обучения может быть значительно усилен посредством воздействия на поведение обучаемого в процессе использования мобильных технологий путем корректировки результирующих последствий этого поведения, таких как, например, поощрение.

Следуя положениям бихевиоризма видится целесообразным воспринимать среду, в рамках которой функционирует мобильное обучения, определяющим фактором, определяющим результаты индивидуального обучения. Контроль за данной средой может осуществляться посредством регулирования стимулов и закрепления желаемой реакции. И в этом процессе, роль преподавателя представляется основополагающей. Представляется возможным реализовать идеи бихевиоризма в контексте мобильного обучения в виде контролируемой и ступенчатой последовательности небольших шагов. Более конкретно, данный подход можно описать как это сделано в таблице 11.

Таблица 11 – Реализация идей бихевиоризма в мобильном обучении

Номер этапа	Содержание этапа
1	Мобильный учебный контент разбивается на отдельные небольшие фреймы, соответствующие размеру мобильного устройства.
2	Каждый фрейм, в свою очередь, делится на отдельные небольшие шаги. Каждому фрейму назначаются свои цели и задачи обучения. Обучающиеся достигают этих целей, следуя определенным процедурам обучения, специфичным для каждого фрейма.
3	Обучающиеся изучают заданный материал на своих мобильных устройствах поэтапно, самостоятельно и в удобном для них темпе.
4	После завершения каждого шага обучающиеся самостоятельно проверяют свой уровень понимания мобильного учебного контента, выполняя тесты непосредственно на своем мобильном устройстве.
5	После завершения теста им сразу же показываются правильные ответы и предоставляется другая полезная дополнительная информация по предмету. Информация выводится непосредственно на мобильное устройство обучающегося

Следуя стратегии, изложенной в таблице 11, становится возможным для преподавателей могут менять как саму среду мобильного обучения, так и поведение обучающихся в процессе этого обучения с целью достижения лучших результатов обучения. Кроме этого, обучающиеся в любой момент могут проверить свой уровень усвоения учебного материала. И как следствие, преподаватели получают возможность стимулировать такие компоненты структуры компетентности как эмоционально-волевую, когнитивную, и рефлексивную.

Эмоционально-волевой компонент выражает себя в положительном фоне, являющемся результатом возможности изучать материал в удобном для себя темпе.

Когнитивный компонент стимулируется за счет разбиения материала на отдельные фреймы.

И рефлексивный компонент проявляет себя в возможности проверить свой нынешний уровень восприятия материала и проанализировать свои недостатки.

Также следует отметить, что роль бихевиоризма особенно важна на начальном уровне формирования компетенций, когда обучающийся не обладает большим опытом использования концепции мобильного обучения в своей деятельности. Среди специфических измерений образовательных технологий, вовлеченных в реализацию данной стратегии, можно отметить такие измерения как, социальные взаимодействия, психология, взаимодействие с компьютером и компетенции в области контента и ресурсов.

Другой теорией обучения, апробированной в рамках учебного процесса, является когнитивизм. Когнитивизм объясняет процессы и механизмы, которые определяют, например, как происходит превращение младенца в развитого человека со способностями к анализу, логическим рассуждениям и принятию решений. Согласно своим целям и задачам, когнитивная теория анализирует механизмы и процессы, связанные с получением новых знаний. На когнитивное развитие человека влияют внутренние психические и психологические процессы и механизмы, выработанные в результате определенных биологических и экологических факторов. Весь процесс обучения является, таким образом, не последовательностью механических актов стимул-реакция, а результатом различных психических процессов. Реакция обучающихся на внешние раздражители не является механической и пассивной. Напротив, обучающиеся способны обрабатывать стимулы и делать осознанный выбор в отношении своих ответов [13, р. 3-30; 114, р. 3-25].

Когнитивная психология рассматривает обучение именно с точки зрения процесса обработки знаний. Сами обучающиеся рассматриваются как обработчики учебной информации. Согласно базовым воззрениям когнитивистов, каждый конкретный обучающийся по-разному адаптируется к процессу обучения. Когнитивизм различает три основные переменные, участвующие в процессе обучения: поведение, личность и окружающая среда. Эти переменные связаны друг с другом и влияют на развитие когнитивных механизмов.

В процессе хранения и обработки информации выделяют три основных компонента: сенсорная память, кратковременная память и долговременная память. Эти компоненты охарактеризованы в таблице 12.

Таблица 12 – Компоненты когнитивного процесса

Фаза	Описание
Сенсорная память	Позволяет обучающимся воспринимать структурированные паттерны в учебной среде и помогает им анализировать эти паттерны и получать новую информацию в той или иной форме. Затем эта информация передается в кратковременную память после того, как учащийся активирует свои рецепторы (чувства). Информация передается организованными порциями. Кратковременная память удерживает информацию около 30 секунд. После этого информация кодируется в форму, приемлемую для долговременной памяти.
Кратковременная память (оперативная память)	Позволяет обучающемуся кратковременно сохранять воспринятую информацию, чтобы интерпретировать ее и найти ее связь с тем, что уже хранится в долговременной памяти.
Долговременная память	Позволяет обучающемуся удерживать и применять информацию еще долгое время после того, как она была первоначально воспринята.

Процесс обучения и усвоения новых знаний представляет собой непрерывную последовательность оценки текущих знаний и опыта прошлого. Обучающийся преобразуется из пассивного получателя информации в активного участника обучающего процесса.

Таблица 13 – Этапы формирования знаний

Учебное мероприятие	Внутренний психический процесс
Привлечение внимания	Рецепторы активируются раздражителями в виде интерфейса мобильного приложения
Информирование обучающихся о целях	Создается уровень ожидаемых результатов обучения
Стимулирование связи с предыдущими знаниями	Информация из кратковременной памяти извлекается и активируется
Представление контента	Осуществляется выборочное восприятие учебного контента, представленного на экране мобильного устройства
Предоставление помощи по вопросам обучения	Информация для долговременной памяти кодируется
Стимулирование успеваемости	Ответы на вопросы, улучшающие кодирование и проверку
Предоставление обратной связи	Желаемый ответ оценивается и закрепляется.
Оценка успеваемости	Содержание обучения извлекается и закрепляется в качестве окончательной оценки, представляемой непосредственно на экране мобильного устройства
Закрепление и совершенствование навыка	Изученный навык извлекается и обобщается, чтобы приспособиться к новой ситуации в мобильной учебной среде.

В соответствии с таблицей 13, можно значительно повысить образовательный эффект от внедрения мобильного обучения в образовательный процесс, если построить его с учетом определенных этапов формирования знаний, предложенных когнитивизмом.

Следование этапам, описанным в таблице 13, способствует формированию внутренних связей, существующих у обучающегося между новой учебной информацией и существующими понятиями, содержащимися в когнитивных структурах обучающихся. Это приводит к достаточному уровню развитию когнитивной компоненты компетентности за счет эффективного использования внутренних когнитивных структур обучающегося. При этом, как результат, может развиваться и мотивационно-ценностный компонент компетентности. Следует также отметить в следовании указанным этапам задействуются прежде всего такие измерения образовательных технологий, как когнитивная психология. Все это обуславливает более глубокое понимание внутренних механизмов мышления и восприятия обучающихся. Также представляется целесообразным подчеркнуть, что использование концепций когнитивизма предпочтительно на конструктивном этапе формирования компетентности в силу большей сложности его структуры.

Еще одной теорией, которую представляется целесообразным применять в рамках учебного процесса, является конструктивизм. Конструктивизм - это теория, которая акцентирует значимость внутренних психических конструкций и процессов, уделяя внимание влиянию других людей на образовательный процесс данного человека.

Основная идея конструктивизма в контексте образовательного процесса заключается в том, что процесс обучения состоит в формировании внутренних мыслительных конструкций, т. е. внутреннего психологического представления о том, что происходит при взаимодействии обучающегося с учебной средой.

В рамках интеграции мобильного обучения и концепций конструктивизма, представляется целесообразным строить сам процесс обучения, следуя принципам, представленным на рисунке 6.

Диаграмма на рисунке 6 демонстрирует, что воззрения конструктивистов, предполагают высокий уровень сотрудничества и взаимодействия между обучающимися. Обучающиеся должны быть в состоянии создавать знания для самих себя. Это требует, чтобы обучающиеся принимали активное участие в обработке полученной учебной информации. Использование конструктивизма прежде всего стимулирует развитие таких компонентов структуры компетентности как мотивационно-ценностный, когнитивный, деятельностный и личностный.

Мотивационно-ценностный компонент стимулируется на этапах привлечения внимания, информирования о целях и стимулирования успеваемости.

Когнитивный компонент стимулируется посредством этапов представления контента и стимулирования связи с предыдущими знаниями.

Деятельностный компонент компетентности обуславливается за счет активной роли обучающегося в процессе обучения и развивается преимущественно на этапах предоставления обратной связи, предоставления помощи по вопросам обучения и закрепления навыка.



Рисунок 6 – Использование конструктивизма в мобильном обучении

И личностный компонент компетентности развивается на всех этапах в силу того, конструктивизм акцентирует свое внимание на внутренних психических процессах личности, имеющих место в процессе обучения.

В силу многогранности конструктивизма его следует применять на конструктивном или творческом этапах формирования компетентности. Следует также отметить, что в реализацию концепций конструктивизма вовлечены такие измерения образовательных технологий, как социальные взаимодействия, психология и исследовательский дизайн.

Еще один вклад конструктивизма в мобильное обучение, заключается в том, что преподавателю следует обращать внимание на формирование у обучающихся навыков самоуправления и само мотивации в рамках личностной и рефлексивной компонентов компетентности.

После ознакомления с содержанием требования выбора соответствующей психолого-педагогической модели, переходим к *следующему педагогическому требованию*, соответствие которому представляется необходимым для успешной интеграции мобильного обучения. Суть данного требования заключается в использовании преподавателями фреймворка ТРАСК. Данный фреймворк расшифровывается как Technological pedagogical content knowledge и был впервые изобретен в 2006 году Пуней Мишрой и Мэтью Кёлером,

исследователями из Мичиганского университета, для решения проблем интеграции образовательных технологий в учебный процесс. Данное требование может рассматриваться как реализация принципов педагогической целесообразности, регламентации, обратной связи и базовых технических навыков. В частности, в реализацию данного требования вовлечены такие измерения, как компьютерная архитектура, системная интеграция, создание онлайн-контент и такая концепция как образовательные ресурсы. Также опора на данную модель повышает уровень развития информационной компетенции обучающегося.

В работах [115-118] отмечается, что данная модель апробировалась преимущественно в контексте использования традиционных настольных компьютеров и что в своей нынешней форме она все еще оставляет достаточное место для дальнейших исследований. Особенно недостаточно апробировалась ее роль в использовании с новыми формами информационных технологий, к числу которых можем отнести и мобильные технологии.

В рамках настоящего исследования значимость роли фреймворка ТРАСК заключается в том, что он рассматривается как основной инструмент развития непосредственно информационной компетенции как таковой, которую будем рассматривать именно как компетенции в области использования мобильных устройств для проведения вычислений и решений задач и математических моделей из области дифференциальных уравнений.

В рамках сочетания данного фреймворка с мобильным обучением, мы выделяем три основных вида знаний: технологические, педагогические и знание содержания. Причем технологические знания будут интерпретироваться как знания в области мобильных технологий, а основной формой ознакомления учащихся с содержанием будет интерфейс мобильного устройства. Основная идея структуры ТРАСК в мобильном обучении заключается в том, что мобильные технологии взаимодействуют с содержанием, и это взаимодействие обеспечивает поддержку педагогических методов, позволяющую улучшить обучение и успеваемость обучающихся.

Технологические знания подразумевают то, как преподаватели используют мобильные средства. Под мобильными средствами понимают различные компьютерные аппаратные и программные средства, используемые в процессе мобильного обучения, и связанные с ними ресурсы. Например, планшетные компьютеры, смартфоны, и так далее. Технологические знания предполагают понимание возможностей мобильных технологий в контексте конкретного предмета или занятия. Сюда также включают способность быстро и точно оценить, смогут ли образовательные технологии в данном конкретном случае облегчить или затруднить процесс обучения и преподавания. Технологические знания также означают способность адаптировать учебный процесс к последним технологическим разработкам и тенденциям. Таким образом, ключевые моменты этого типа знаний являются следующие:

1. Требуется хорошее понимание мобильных технологий и методов управления информацией и процесса решения задач посредством мобильных технологий.

2. Этот уровень понимания необходим для того, чтобы развить у обучающихся навыки решения различных задач посредством мобильных устройств.

Соответствие преподавателя указанным ключевым моментам позволяет ему готовить обучающегося как соответствующего первым пяти критериям оценивания уровня сформированности информационной компетенции, представленным в первом разделе настоящего исследования. В дополнение, соответствие указанным моментам позволяет считать, что обучающийся находится на конструктивном или продвинутом уровне сформированности своей компетентности.

Понятие знания содержания интерпретируются как знания содержания преподаваемого учебного материала академического предмета. Сюда также входят различные теории обучения, концепции и методологии, применяемые в рамках учебного предмета. Содержание знаний отличается от одного преподавателя к другому в зависимости от предмета и учебного заведения. Ключевым моментом является то, что в рамках мобильного обучения, знание содержания предполагает учет следующих ключевых моментов:

1. Содержание распространяется от преподавателя к обучающемуся посредством мобильных средств.

2. Несоответствующее знание содержания преподавателями приводит к тому, что учащиеся получают неверную информацию и неправильные представления по предмету.

Знание содержания позволяет преподавателю готовить обучающегося, соответствующего шестому и седьмому критериям оценивания уровня сформированности информационной компетенции, представленным в первом разделе настоящего исследования. В дополнение, соответствие указанным моментам позволяет предположить, что обучающийся готов к переходу на творческий или экспертный уровень сформированности своей компетентности.

Педагогические знания относятся к тому, как преподаватель преподносит материал и какие подходы и практики он применяет. Они в основном включает в себя общие знания о различных практиках, процессах и методологиях, используемых в обучении и преподавании. Сюда также входят такие аспекты образовательного процесса, как цели и задачи обучения, планирование уроков и управление занятиями. Ключевыми моментами этого типа знаний являются следующие:

1. Управление занятиями и планирование занятий приобретают первостепенное значение.

2. Поощрение обратной связи, предоставляемой посредством оценивания, создает позитивную атмосферу для обучения.

Фреймворк ТРАСК подразумевает, что преподаватель должен выбрать определенную комбинацию указанных видов знаний, чтобы максимально

положительно повлиять на учебный процесс обучающихся и помочь им лучше понять преподносимый материал. С этой целью преподаватель в рамках мобильного обучения может придумать различные комбинации трех типов знаний в рамках ТРАСК, чтобы обеспечить максимальный образовательный эффект [119].

Исследование в рамках настоящей диссертации рекомендует использовать подход, основанный на следующих комбинациях: технологические педагогические знания, технологическое знание содержания и педагогическое знание содержания.

Технологические педагогические знания представляет собой сочетание технологических знаний и педагогических знаний. К ним относят различные отношения, которые могут устанавливаться в процессе коммуникации между используемыми мобильными средствами и педагогическими практиками. В нем описываются различные способы, при помощи которых мобильные устройства могут влиять на преподавание и обучение и какие педагогические ограничения они могут создавать. Технологические педагогические знания также включают в себя понимание наиболее эффективных и подходящих способов использования мобильных средств в контексте конкретной дисциплины. Ключевыми моментами этого домена являются следующие:

1. Технологические педагогические знания требуют хорошего понимания мобильных устройств. Без соответствующего уровня понимания невозможно достичь желаемых результатов обучения.

2. Преподаватели должны иметь полное представление о том, как интегрировать мобильные инструменты для облегчения процесса обучения. Даже если преподаватель имеет правильное представление о мобильных средствах, этого может быть недостаточно, если он также не обладает достаточными знаниями о том, как организовать процесс интеграции технологий в образовательный процесс.

3. Преподаватели должны иметь возможность настраивать существующие мобильные приложения, чтобы сделать их более подходящими для образовательных целей. Большой процент существующих программных приложений, используемых в учебном контексте, не предназначен специально для использования в образовательном контексте. Таким образом, преподавателю остается найти наиболее рациональные и оптимальные способы настройки мобильных приложений, чтобы они были доступны для использования в учебном процессе.

Педагогическое знание содержания интерпретируется как результат соединения педагогических знаний и знания содержания. Оно описывает различные взаимодействия и отношения, которые могут существовать между целями и задачами обучения и педагогическими подходами, и методологиями. Педагогическое знание содержания связано со знанием преподавателями основополагающих аспектов образовательного процесса, таких как оценивание обучающихся, разработка учебных программ и отчетность. В рамках мобильного обучения, педагогическое знание содержания делает акцент на

облегчении процесса обучения, обнаруживая такие формы представления содержания, которые наиболее оптимально подходят для реализации на мобильных устройствах. Таким образом, основная цель педагогического знания содержания состоит в том, чтобы улучшить преподавание, установив связи между педагогикой и содержанием и способностью представления этого содержания на мобильном устройстве.

Технологическое знание содержания представляет собой сочетание технологического знания и знания содержания. Оно охватывает различные отношения и связи, которые могут существовать между целями и задачами обучения и мобильными средствами. По сути, это относится к тому, как преподаватели понимают то, как содержание и мобильные технологии влияют друг на друга. Технологическое знание содержания предполагает понимание того, как учебный материал может быть преподнесен с помощью определенного мобильного средства, и какая конкретная форма мобильных технологий лучше всего подходит для целей конкретного предмета. Ключевым моментом этого домена знания является то, что преподаватели должны понимать, какие конкретные мобильные технологии лучше всего подходят для конкретного предмета.

Владение преподавателем технологическими педагогическими знаниями, педагогическим знанием содержания и технологическим знанием содержания наделяет преподавателя способностью и возможностью к подготовке обучаемых, соответствующих большинству из указанных критериев оценивания информационной компетентности. В свою очередь, в контексте настоящего исследования, одновременное владение всеми тремя указанными комбинациями знаний характеризует субъекта как находящегося на таком уровне сформированности профессиональной компетентности, как уровень умелости.

Резюмируя возможности фреймворка ТРАСК, можно утверждать, что с его помощью преподаватели могут наиболее продуктивно интегрировать мобильные технологии в процесс обучения. Одной из самых сильных сторон фреймворка ТРАСК является то, что составляющие, на которых она базируется, могут быть легко адаптированы к потребностям различных конкретных образовательных обстоятельств. Кроме того, этот фреймворк позволяет измерять уровень информационной мобильной компетенции преподавателей и обучающихся, тем самым влияя на программы обучения, предлагаемые для них.

Следующим важным педагогическим требованием, предъявляемым к мобильному приложению в рамках образовательной системы, является ее соответствие концепции пользовательского восприятия, или UX (User Experience). Как указывают S. Robert и др., пользовательское восприятие (UX) охватывает все грани использования образовательных технологий пользователями. Сюда входят поведение пользователей в процессе использования образовательного продукта или услуги, их индивидуальные особенности и способности, личные качества и предпочтения, ценности и отношения, эмоциональная составляющая, восприятие, физические и психологические реакции [88, p. 3-145]. Конечной целью UX является

соответствие принципу наглядности путем разработки дизайна, удобного пользователю. Идеология UX дана на рисунке 7 внизу в виде так называемой сотовой диаграммы Морвилля.

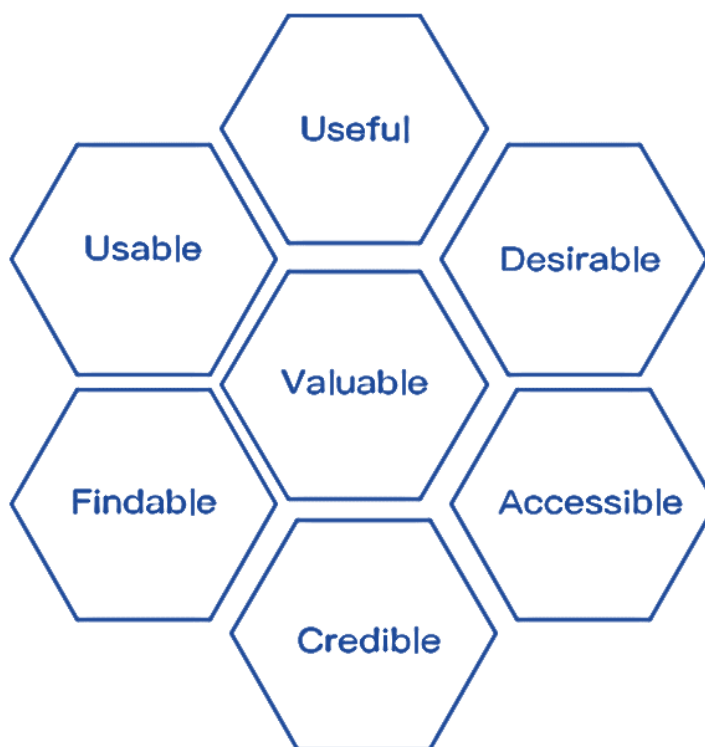


Рисунок 7 – Сотовая диаграмма Морвилля

Morville, являющийся автором данной сотовой диаграммы, отмечает, что приведенная сотовая диаграмма является часто воспроизводимой диаграммой, созданной для описания дизайна, ориентированного на пользователей. Эта диаграмма иллюстрирует основные аспекты взаимодействия системы с пользователем. Каждая отдельная сота демонстрирует отдельный аспект пользовательского восприятия. Кроме того, эта диаграмма используется, чтобы помочь пользователям самостоятельно оценивать их уровень использования определенной системы образовательных технологий.

С точки зрения мобильных образовательных технологий значение и согласно работам [119-121] основных аспектов этой сотовой диаграммы, можно интерпретировать следующим образом:

Полезный (Useful). Мобильное приложение должно быть полезными, то есть быть способным помочь преподавателям и обучающимся достигать поставленных образовательных целей и задач.

Удобный в использовании (Usable). Образовательные мобильные приложения должны быть удобными в использования, то есть простыми для понимания и использования, логичны, знакомы и удобны, а также снабжены легко читаемыми учебными пособиями или документацией. Кривая обучения работе с этими продуктами должна быть максимально короткой и безболезненной для обучающихся.

Привлекательный (desirable). Образовательные мобильные приложения должны быть привлекательными для их пользователей с эмоциональной точки зрения.

Локализуемый (Findable). Учебный материал, предоставляемый образовательным мобильным приложением, должен иметь удобную систему поиска. Если у пользователей, таких как преподаватели и обучающиеся возникает какой-либо вопрос или проблема, они должны иметь возможность быстро и удобно найти интересующий их ответ. Навигационная структура представленной информации должна быть организована таким образом, чтобы в первую очередь учитывать предпочтения, интересы, поведение и привычки пользователей.

Доступный (Accessible). Образовательные мобильные приложения должны быть разработаны таким образом, чтобы их могли использовать все категории пользователей, независимо от их уровня технической подготовки.

Достоверный (Credible). Мобильные образовательные приложения должны предоставлять точную и заслуживающую доверия информацию.

Использование вышеперечисленных аспектов данной сотовой диаграммы позволяет реализовать мобильное приложение таким образом, чтобы оно обеспечивало педагогическую ценность и способствовало положительному восприятию со стороны пользователей. Таким образом стимулируется развитие мотивационно-ценностной, эмоционально-волевой и когнитивной компонентов компетентности.

Представляется целесообразным следование следующим выявленным принципам проектирования качественных мобильных образовательных приложений, соответствующих концепции UX:

1. Пользователи мобильного приложения должны четко понимать, как им пользоваться. Приложение должно быть интуитивно понятными. Также необходимо подготовить простую и понятную документацию.

2. Использование мобильного приложения должно быть упрощено. Необходимо учитывать, что пользователи мобильного приложения могут удерживать в памяти в среднем только пять вещей одновременно, и поэтому важно не перегружать их кратковременную память. Необходимо обеспечить различные наглядные пособия для легкого извлечения информации из долговременной памяти.

3. Элементы пользовательского интерфейса мобильного приложения должны быть понятными, чтобы облегчить использование продукта/услуги и его оценку. Пользователь должен иметь возможность понять, как использовать элемент интерфейса, реализуя нужные кнопки или меню для выполнения операции.

4. Необходимо сделать мобильное приложение устойчивым к ошибкам пользователя. Следует проектировать дизайн таким образом, чтобы он был готов иметь дело с большим количеством различных ошибок, которые могут быть сделаны пользователями. Один из способов сделать это – предоставить

пользователям возможность быстро и легко восстановить предыдущее состояние после любой возможной ошибки.

Также необходимо учитывать тот факт, что достижение педагогического требования соответствия концепции пользовательского восприятия невозможно без активного вовлечения конечных пользователей мобильного приложения в процесс его проектирования с учетом их потребностей и пожеланий. Так, нужно учитывать важность полного изучения педагогических требований и потребностей конечных пользователей и возможных вариантов использования ими мобильного образовательного приложения. Пользователи должны стать центральной частью процесса разработки мобильного образовательного продукта. Их участие в фазе проектирования продукта/услуги приводит к созданию эффективных продуктов, обладающих педагогической ценностью.

Еще одним *важным педагогическим требованием*, предъявляемым к использованию образовательных мобильных приложений, является их способность положительного стимулирования мотивации обучающихся к активному участию в процессе обучения, и как следствие использование принципа педагогической целесообразности. В результате используется происходит стимуляция и развитие мотивационно-ценностного, деятельностного и личностного компонента компетентности.

Для реализации этой задачи представляется целесообразной экстраполяция идей адаптационного дизайна к специфическому контексту образовательного мобильного приложения.

Адаптационный дизайн представляет собой подход к решению проблем, направленный на усиление мотивационных факторов обучающей и окружающей сред, чтобы обеспечить и поддерживать мотивацию учащихся к обучению. Согласно данной модели, мотивация обучающегося в процессе преподавания и обучения стимулируется и поддерживается в четырех взаимосвязанных фазах: заинтересованность, актуальность, уверенность и удовлетворение, как показано на рисунке 8.



Рисунок 8 – Модель мотивационного дизайна ARCS

Термин «заинтересованность» в этой модели относится к заинтересованности обучающихся в изучении изучаемых идей и концепций. В контексте образовательного мобильного приложения, заинтересованность обучающегося стимулируется как самим фактом использования мобильного устройства для проведения вычислений и решения задачи, так и необходимостью нахождения оптимального способа проведения вычислений и решения задачи или математической модели, подходящей для реализации на мобильном устройстве. *А этого можно достичь, только рассматривая мобильные устройства в качестве полноценной замены традиционных настольных компьютеров и их использованию в качестве инструмента для проведения интенсивных вычислений и решения нетривиальных математических задач и моделей, например в таких дисциплинах как дифференциальные уравнения.* Это стимулирует интерес обучающихся к самостоятельному исследованию и стимулирует развитие таких компонентов структуры компетентности, как мотивационный-ценностный, эмоционально-волевой, когнитивный и деятельностный.

Представляется целесообразным использовать следующие шесть методов для привлечения и поддержания заинтересованности обучающихся. Эти методы приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Методы привлечения заинтересованности обучающихся

Название метода	Содержание метода
Метод активного участия	Вовлечение обучающихся в активный процесс нахождения способов решения поставленной задачи на мобильном устройстве.
Метод изменчивости	Использование широкого спектра различных сменяющихся форм подачи учебного материала на экране мобильного устройства для улучшения презентации и обеспечения разнообразия.
Метод неформальной информации	Учебный мобильный контент может использовать небольшое количество неформальной информации для привлечения внимания обучающихся. Но при этом необходимо удостовериться, что эта неформальная информация не слишком отвлекает от учебного материала.
Метод несоответствия и конфликта	Этот метод использует информацию, которая противоречит предшествующим знаниям и опыту обучающихся, чтобы спровоцировать состояние конфликта и несоответствия и тем самым стимулировать когнитивные процессы обучающегося.
Метод конкретных примеров	Он предписывает использовать визуальный стимул, интересный факт, анекдот, рассказ или биографию.
Метод исследования	Этот метод стимулирует способность решать различные задачи, ставя обучающихся перед необходимостью находить оптимальные способы решения задач, пригодных для использования на мобильном устройстве. Обучающийся проводит сравнительный анализ этих способов, исследует их сильные и слабые стороны и выбирает наиболее оптимальный из них. Обучающийся вовлекается в изучение материала не только в сфере математики но и мобильных технологий

Использование методов стимуляции заинтересованности, описанных в предыдущей таблице, является эффективным способом следования модели мотивационного дизайна ARCS.

Также представляется важным использовать в учебной деятельности авторские разработки самого педагога, такие как, в частности, учебные пособия, излагающие авторские концепции использования мобильных технологий и приложений. Это задаст определенное направление и структуру учебному процессу и поможет обучающимся адаптироваться к требованиям педагога.

Помимо прочего, большое значение имеет реализация подобных учебных пособий в форме мобильного контента, так как это позволяет обучающимся не прерываться на переключение на другие устройства.

Следует учитывать то обстоятельство, что полноценное следование сформулированным педагогическим требованиям невозможно без осуществления соответствующего педагогического мониторинга всех этапов внедрения и использования мобильных образовательных технологий в учебном процессе. Подобный мониторинг может осуществляться как непосредственно самим преподавателем, так и обучающимися.

Наличие у обучающихся способностей к осуществлению всеобъемлющего и адекватного самостоятельного педагогического мониторинга своих учебных действий можно безусловно отнести к контрольно-аналитическому этапу формирования компетентности.

После рассмотрения педагогических требований, необходимо определить, с какими доменами измерений Теннисона, описанных в предыдущем разделе, они соотносятся.

Требование готовности преподавателя к использованию мобильных приложений выявляется уже в домене Analysis.

Выбор подходящей психолого-педагогической модели осуществляется в домене Design Production.

Требование стимуляции заинтересованности обучающихся и осуществления обратной связи является прерогативой домена Maintenance.

И свою очередь использование мобильных приложений для решения дифференциальных уравнений осуществляется в домене Implementation.

Задачей домена Evaluation является осуществление педагогического мониторинга.

Обобщая изложенные прежде положения и педагогические требования, представляется возможным построить обобщенную психолого-педагогическую модель формирования профессиональных компетенции у будущих учителей математики посредством использования мобильных приложений. Структура данной модели приведена на рисунке 9.

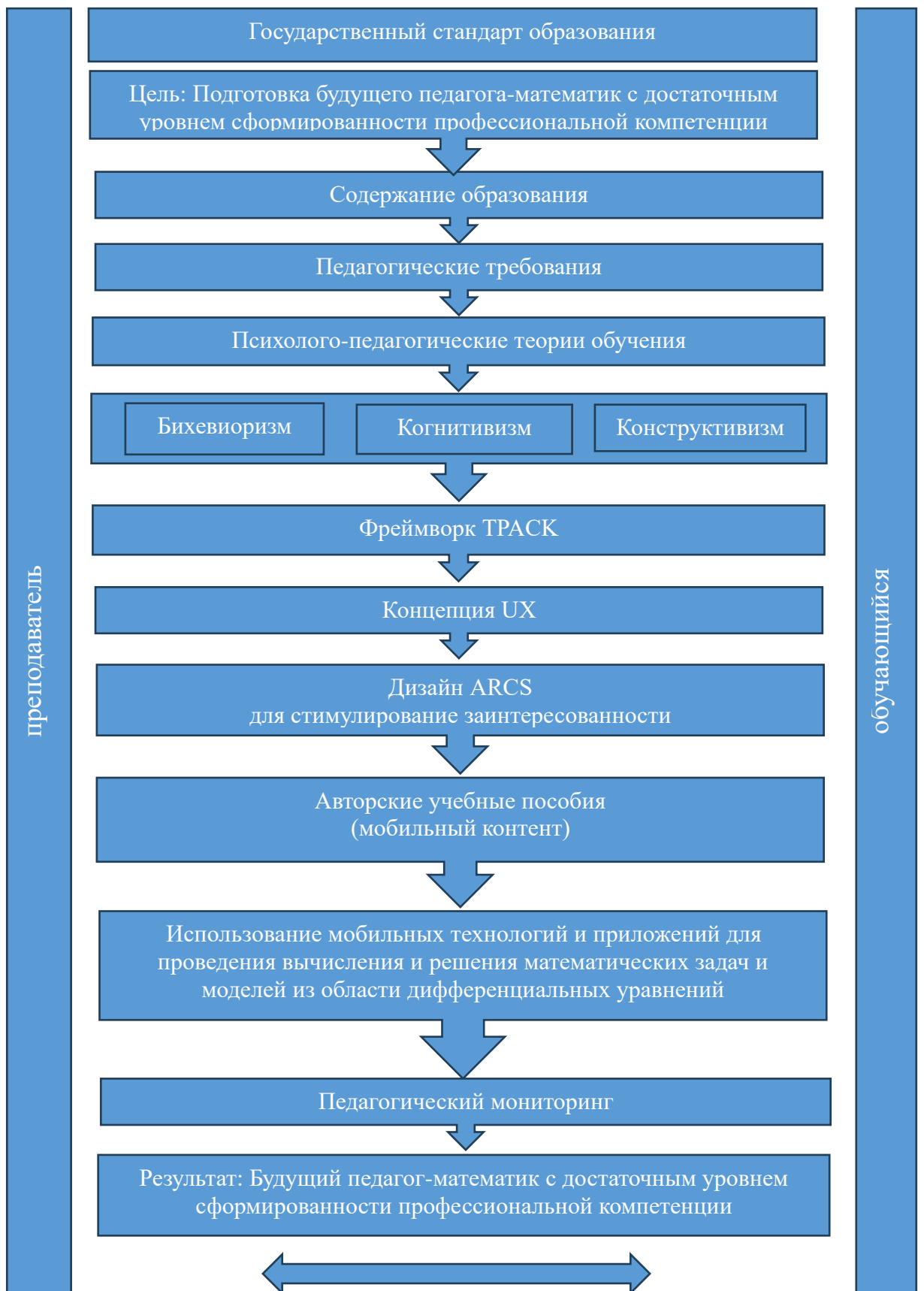


Рисунок 9 – Модель формирования профессиональных компетенций

Данная модель подчеркивает наличие такого постоянного фактора реализации мобильного обучения, как взаимодействие между преподавателем и обучающимися.

Необходимо постоянно учитывать, что все структурные элементы данной модели являются равноправными и что необходимо придерживаться определённого баланса в процессе реализации того или иного элемента. Следование данной модели позволит повысить эффективность результатов интеграции мобильных образовательных технологий в учебный процесс, и как следствие окажет положительное влияние на процесс подготовки будущего учителя математики с высоким уровнем сформированности информационной компетенции.

Резюмируя содержание данного пункта, можно выделить следующие основные положения:

1. Для того чтобы мобильные приложения, в наибольшей мере способствовали восприятию обучающимися преподносимого учебного материала они должны соответствовать определенным педагогическим требованиям. В число этих требований входят готовность к использованию мобильных приложений, готовность к предоставлению обратной связи, выбор соответствующей психолого-педагогической модели, использование технологического фреймворка ТРАСК, соответствие концепции пользовательского интерфейса UX.

2. Эффективным путем развития профессиональных компетенций при помощи мобильных приложений является их использование для проведения и вычислений и решения математических моделей, связанных с обыкновенными дифференциальными уравнениями.

3. Использование обобщенной психолого-педагогической модели, основанной на синтезе определенных концепций таких теорий обучения как бихевиоризм, когнитивизм и конструктивизм способствует успешному внедрению мобильных приложений и индивидуализации приложения.

4. Использование вышеупомянутых теорий обучения наиболее эффективно в случае комбинирования их концепций с технологическим фреймворком ТРАСК

5. Восприятие обучающимися мобильных приложений зависит от их соответствия концепции пользовательского интерфейса UX. Сюда входят такие характеристики как полезность, удобство, привлекательность, локализуемость, доступность и достоверность.

6. Важными педагогическими требованиями также являются такие, как следование концепции дизайна ARCS и способность используемых мобильных образовательных технологий положительно влиять на мотивацию и заинтересованность обучающихся.

7. На каждом этапе внедрения и использования мобильных технологий в учебный процесс необходимо осуществлять педагогический мониторинг используемых методов и полученных результатов.

2.2 Методика использования мобильных приложений в процессе формирования профессиональных компетенций будущих учителей математики

В данном пункте раскрываются вопросы, связанные с методикой практического использования мобильных приложений в процессе формирования профессиональных компетенций и подготовки будущих учителей математики. В качестве концептуальной основы данной методики будет служить психолого-педагогическая модель формирования профессиональных компетенций, разработанная в предыдущем разделе.

Как уже было отмечено при формулировании педагогических требований к использованию мобильных приложений в образовательном процессе, значительного эффекта от интеграции мобильных приложений можно добиться если использовать мобильные устройства как полноценную замену настольным компьютерам в области проведения интенсивных вычислений и решения математических моделей и задач. Одной из математических дисциплин, в рамках которых можно реализовать данное педагогическое требование являются обыкновенные дифференциальные уравнения. Помимо всего прочего, использование мобильных средств для решения задач из данных дисциплин соответствует педагогическому требованию способности мобильного приложения мотивировать обучающегося к исследованию.

Задачи из области обыкновенных дифференциальных уравнений большей частью являются нетривиальными и в силу этого требуют знаний и навыков в области реализации оптимальных методов и алгоритмов вычислений, пригодных для использования на мобильных устройствах. А нахождение таких методов и алгоритмов требует самостоятельной исследовательской работы.

Возможность проводить нетривиальные вычисления непосредственно на их мобильных устройствах помогает развивать навыки в решении задач, способствует формированию у обучающихся положительного эмоционального настроения и фона, и снижения негативной реакции на определённые неудачи в ходе решения задачи. Таким образом посредством использования и развития информационной компетенции формируются также и профессиональные компетенции обучающегося в целом.

В качестве психолого-педагогической теории обучения можно использовать обобщенную теорию, синтезирующую определенные концепции бихевиоризма, когнитивизма и конструктивизма. Использование данной обобщенной теории выглядит следующим образом. Учитывая размеры мобильных устройств, предлагаемый учебный контент разбивается на отдельные фреймы. При этом каждому фрейму соответствуют свои определенные цели и задачи. Например, можно реализовать отдельный фрейм, основной целью которого, является ввод исходных данных для дифференциального уравнения и проверка их корректности. Целью следующего фрейма, например, может служить тестирование промежуточных результатов вычислений в контексте данной задачи. Визуально каждый фрейм представляется в виде отдельного экрана мобильного приложения.

Разбиение задачи на фреймы особенно полезно в тех случаях, когда количество предполагаемых этапов решения задач велико, либо когда имеется значительный объем входных данных. При этом важно чтобы заключительный фрейм заключал в себе итоги и выходные данные вычислений.

Учебные действия, такие как, например, вычисления, в рамках каждого фрейма могут выполняться обучающимися в удобном для них темпе. Они могут свободно переключаться между разными фреймами, если каждый фрейм реализован в виде отдельного экрана. По усмотрению преподавателя, либо после завершения отдельного фрейма, либо после решения всей задачи, обучающийся может обсудить промежуточные результаты либо с другими обучающимися, либо с преподавателем. То есть создаются условия для использования принципа обратной связи.

Преподавателю очень важно наблюдать за поведением обучающихся в рамках использования данных фреймов. Очень часто именно подобное наблюдение позволяет выявить определенные моменты в отношении обучающегося к организации занятия. Негативные реакции обучающихся, например связанных с недостаточным уровнем освоенности в работе с фреймами, можно снизить за счет их стимулирования к постоянному использованию фреймов и как следствие созданию определенного поведенческого паттерна, т. е. закрепленным навыками работы. Либо можно внести коррективы в учебную среду, тем самым влияя на поведение обучающихся.

Образовательную пользу описываемого подхода можно описать следующим образом. Обучающийся самостоятельно ищет способы оптимизации вычислений и представления их результатов исходя из ограниченных размеров и ресурсов мобильного устройства и как следствие получает навыки в исследовании, само-мотивации и создании знаний для самих себя. Он находится в активном процессе формирования внутренних ментальных конструкций, распознавая структурированные паттерны, возникающие в мобильной учебной среде в процессе решения математических задач.

При первоначальном ознакомлении с предоставленными фреймами и ознакомлении с представленным учебным материалом, у обучающегося происходит активация сенсорной памяти, после чего информация передается в кратковременную память и затем сохраняется в долговременной памяти обучающегося. Таким образом использование подобных фреймов решает задачи привлечения внимания пользователей и запоминания информации.

В свою очередь, особенности представления учебного контента, когда пользователь может удобным для себя способом переключиться от одной информации к другой, включая справочную, стимулирует нахождение связей с предыдущими знаниями и предоставления помощи по вопросам обучения. Все это способствует формированию внутренних связей, существующих у обучающегося между новой учебной информацией и существующими понятиями, содержащимися в его когнитивных структурах. И как следствие

оказывает позитивное влияние на развитие профессиональных компетенций будущих учителей математиков.

В качестве мобильного приложения, используемого для проведения вычислений и решения задач, рекомендуется остановить свой выбор на электронной таблице Google Sheets, которая доступна для бесплатного использования и поддерживает все основные мобильные платформы, существующие на сегодняшний день. Для работы с данным мобильным приложением не требуется высокопроизводительного мобильного устройства и его можно использовать как на телефонах, так и планшетных компьютерах обучающихся. Интерфейс данного приложения на мобильном устройстве приведён на рисунке 10.



Рисунок 10 – Интерфейс приложения Google Sheets

На рисунке 11 приведен интерфейс этого приложения на экране планшетного компьютера.

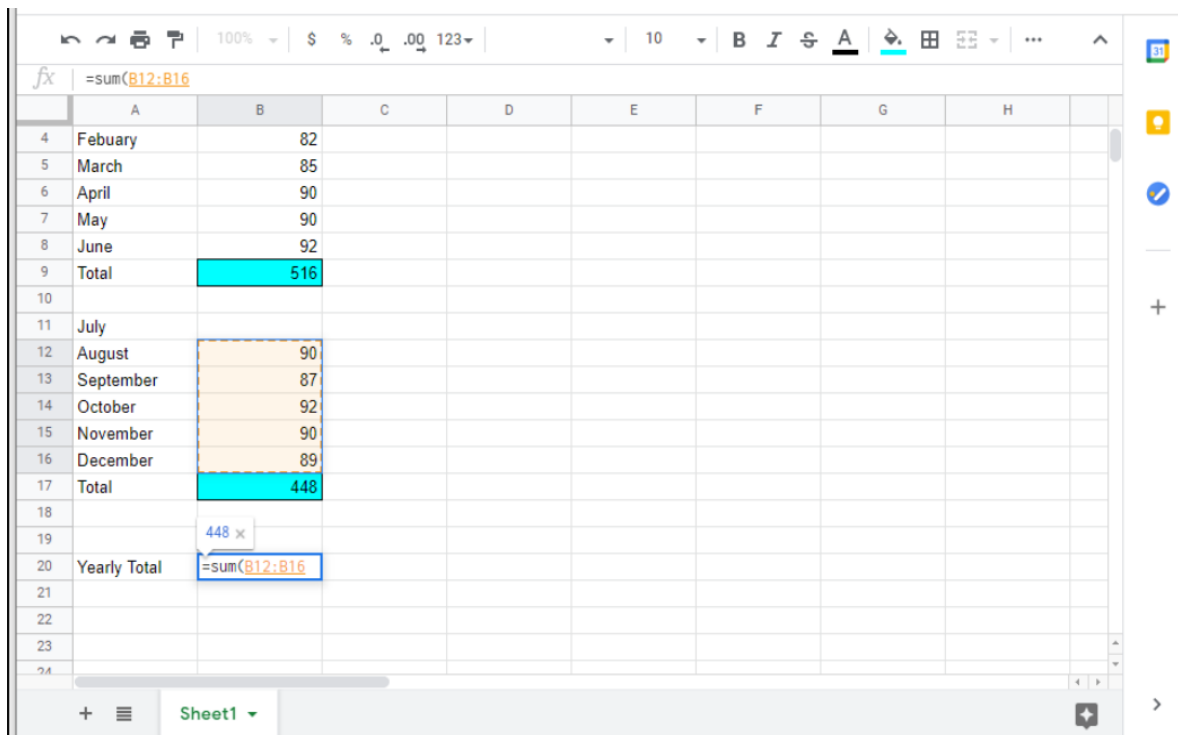


Рисунок 11 – Интерфейс Google Sheets

Основным достоинством приложения Google Sheets является его полное соответствие педагогическому требованию совместимости с концепцией пользовательского восприятия UX. Функциональные характеристики этого приложения соотносятся с основными аспектами сетевой модели Морвилля, созданной для оценивания пользовательского комфорта, а также соответствуют основным принципам создания полезных и эффективных мобильных образовательных приложений, описанных в предыдущем разделе.

Приложение удовлетворяет принципу базовых технических навыков, так как является удобным в использовании и доступным, предоставляет интуитивно понятный интерфейс, может быть использовано для решения поставленных перед обучающимся задач и для изучения возможностей приложения не нужно затрачивать значительного количества усилий в силу того, что кривая обучения работе с ним является максимально короткой.

С точки зрения пользователей приложение Google Sheets является привлекательным, так как обладает элегантным и минималистическим пользовательским интерфейсом и не содержит избыточных элементов, отвлекающих внимание пользователя.

Приложение является локализуемым, так как предоставляет удобные средства поиска необходимой информации. К тому же в свободном доступе в Интернете существует достаточное количество дополнительной учебной и справочной информации, посвященной различным аспектам работы с приложением.

Для выполнения заданий на мобильных устройствах можно предложить обучающимся один из методов численного решения дифференциальных уравнений, приведенных в таблице 14.

Таблица 14 – Методы численного решения дифференциальных уравнений

Название метода	Описание
Метод Эйлера	Простой для реализации способ численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Предложен Леонардом Эйлером. Данный метод является одношаговым методом с небольшой точностью расчета, которая находится в линейной зависимости от шага расчета.
Модифицированный метод Эйлера	Способ численного решения дифференциальных уравнений, имеющий точность второго порядка. Производная вычисляется на разных участках определенного шага, но не в самом начале этого шага.
Методы Рунге-Кутты четвертого порядка	Семейство способов численного решения дифференциальных уравнений, предложенных математиками Рунге и Куттой. Имеет четвёртый порядок точности

Для решения задач в среде Google Sheets преподаватель прежде всего должен подготовить рабочие листы или шаблоны, которые содержат интерфейс для решения задач. Для каждого отдельного занятия создается свой отдельный шаблон. Обучающиеся должны быть вовлечены в этап проектирования этих шаблонов, так как в конечном итоге именно они являются их пользователями.

Как уже было отмечено в предыдущей главе, согласно концепции дизайна образовательных продуктов ARCS, активная вовлеченность обучающихся в процесс дизайна, повышает их заинтересованность. Вовлечение обучающихся в составление заданий активизирует использование таких методов повышения заинтересованности, как методы активного участия и исследования. Кроме того, сам процесс участия в этом процессе стимулирует развитие мотивационно-ценностного и деятельностного компонентов компетентности.

Согласно доменам измерений Теннистона, данная деятельность осуществляется в домене Analysis или Production Design. В то же время в домене Maintenance, содержание этих заданий можно изменить.



Рисунок 12 – Начальный экран

При желании, обучающийся может изменить представление решения внутри предоставленного шаблона, тогда его решение может выглядеть следующим образом, как показано на рисунке 15.

0	0	0	0					0	0	A=0
0,2	0	0	0,044	0	0,21	0,189	0,4022	0,040006667	0,04	B=2
0,4	0,088	0,1232	0,16728	0,399993	0,609994	0,588994	0,802195	0,160012125	0,16	N=10
0,6	0,2624	0,325824	0,36997	0,799988	1,009989	0,988989	1,20219	0,360016594	0,36	H=0,2
0,8	0,52192	0,607976	0,652175	1,199983	1,409985	1,388985	1,602186	0,640020252	0,64	
1	0,865536	0,96974	1,013984	1,59998	1,809982	1,788982	2,002183	1,000023248	1	
1,2	1,292429	1,411187	1,455467	1,999977	2,209979	2,188979	2,402181	1,440025701	1,44	
1,4	1,801943	1,932373	1,976683	2,399974	2,609977	2,588977	2,802179	1,960027709	1,96	
1,6	2,393554	2,533346	2,57768	2,799972	3,009975	2,988975	3,202177	2,560029353	2,56	
1,8	3,066844	3,214144	3,258497	3,199971	3,409974	3,388973	3,602176	3,240030699	3,24	
2	3,821475	3,974798	4,019168	3,599969	3,809972	3,788972	4,002175	4,000031801	4	
грешн.	0,178525		0,019168					3,18007E-05		

Рисунок 15 – Оформление решения

В нижней части рабочего листа располагаются три кнопки, которые позволяют обучающемуся либо перейти к следующему заданию, либо очистить решение и начать заново, либо прочитать справочную информацию по теме предмета. Нижняя часть экрана показана на рисунке 16.

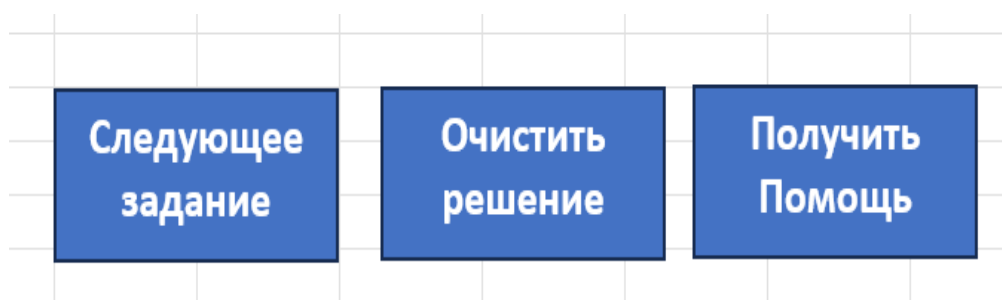


Рисунок 16 – Нижняя часть экрана

По нажатии на кнопку “Следующее задание”, решение текущего задания отправляется преподавателю и затем на экране появляется новое задание. По нажатии на кнопку «Получить помощь» на экране появляется справочная информация, связанная с текущим заданием. Примерный вид подобной справочной информации приведен на рисунке 17.

<u>2. Модифицированный метод Эйлера (вариант 1).</u>	
$y_{i+1} = y_i + hf(x_i + h/2, y_i + hf(x_i, y_i)/2),$	
$x_{i+1} = x_i + h.$	
<u>3. Модифицированный метод Эйлера (вариант 2).</u>	
$y_{i+1} = y_i + (h/2)[f(x_i, y_i) + f(x_i + h, y_i + hf(x_i, y_i))],$	
$x_{i+1} = x_i + h.$	

Рисунок 17 – Справочная информация

Также справочная информация, связанная с выполнением задания, может предоставляться обучающемуся в виде расчетных формул, как показано на рисунке 18.

$y_1 = y_0 + h * f(x_0, y_0)$ $x_1 = x_0 + h$	Расчетные формулы для 1-го шага
$y_{i+1} = y_i + h * f(x_i, y_i)$ $x_{i+1} = x_i + h$	Расчетные формулы для i-го шага

Рисунок 18 – Справочная информация

Также представляется целесообразным предоставлять обучающемуся справочную информацию с использованием графических средств, как показано на рисунке 19.

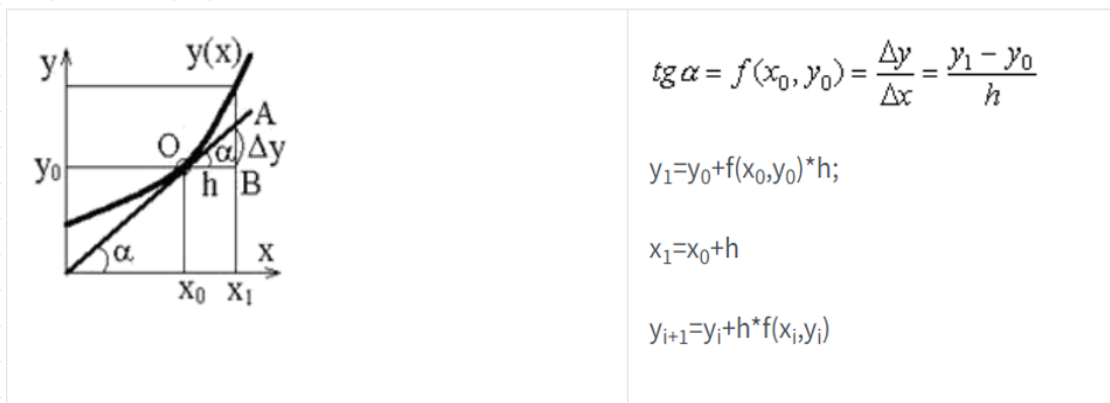


Рисунок 19 – Графическая справочная информация

После выполнения предложенного задания, обучающемуся рекомендуется подготовить отчет о ходе и результатах выполнения задания. Отчет позволяет обучающемуся провести повторный анализ выполненного задания, сделать необходимые обобщения и выводы и найти необходимые связи между тем, имеющимися и новыми знаниями. Кроме того, в процессе подготовки отчета, обучающийся способен найти ошибки в проведенных расчетах.

Заголовок отчета должен содержать номер задания и его содержание. Пример заголовка показан в таблице 15.

Таблица 15 – Заголовок отчета

Номер задания	1
Дата выполнения	-
Тема	Решение дифференциального уравнения $y' = f(x)$ методом Эйлера
Содержание задания	Решить данное обыкновенное дифференциальное уравнение при помощи метода Эйлера при шагах интегрирования $h=0.0001$ и $h=0.00001$.

Вслед за заголовком, в отчете идет описание хода решения. Оно может иметь вид, показанный на рисунке 20.

Наличие подобных шаблонов рабочих листов для решения задач в среде Google Sheets способствует унификации формата входных и выходных данных, повышает удобство использования мобильного приложения и повышает качество пользовательского восприятия.

Создание подобных шаблонов требует от преподавателя сочетания как педагогического знания содержания, технологического знания содержания и технологического педагогического знания, предусмотренных фреймворком ТРАСК.

Педагогическое знания содержания позволяет преподавателю подобрать задачи, которые наиболее оптимально подходят для решения на мобильном устройстве.

Итерация	x_i	y_i	$f(x_i, y_i)$	$hf(x_i, y_i)$
0	0	1	0	0
1	0,05	1	0,0075	0,000375
2	0,1	1,000375	0,030011	0,001501
3	0,15	1,001876	0,067627	0,003381
4	0,2	1,005257	0,120631	0,006032
5	0,25	1,011288	0,189617	0,009481
6	0,3	1,020769	0,275608	0,01378
7	0,35	1,03455	0,380197	0,01901
8	0,4	1,053559	0,505709	0,025285
9	0,45	1,078845	0,655398	0,03277
10	0,5	1,111615	0,833711	0,041686
11	0,55	1,1533	1,04662	0,052331
12	0,6	1,205631	1,302082	0,065104
13	0,65	1,270735	1,610657	0,080533
14	0,7	1,351268	1,986364	0,099318
15	0,75	1,450587	2,447865	0,122393
16	0,8	1,57298	3,020121	0,151006
17	0,85	1,723986	3,736739	0,186837
18	0,9	1,910823	4,6433	0,232165
19	0,95	2,142988	5,80214	0,290107
20	1	2,433095	7,299284	0,364964

Рисунок 20 – Отчет о ходе решения

Технологическое знание содержания делает возможным организовать процесс решения поставленной задачи таким образом, чтобы можно было бы в максимально возможной мере развить навыки и умения обучающихся.

И наконец технологическое педагогическое знание способствует наиболее оптимальной организации процесса решения задачи на мобильном устройстве.

Желательно следить за тем, чтобы и сами обучающиеся были вовлечены в создание подобных шаблонов для решения, так как именно их предпочтения и пожелания являются определяющими при создании учебного контента. Обратная связь с обучающимися в этом процессе может осуществляться посредством анкетирования.

Следует подчеркнуть, что способность адаптировать и оптимизировать решение поставленной математической модели или задачи для решения на мобильном устройстве представляет собой, по сути, одну из форм проявления способности применять нестандартные методы и подходы для решения задач. Поиск реализуемых алгоритмов требует развитой способности находить, анализировать и синтезировать полученную информацию.

Также в процессе решения поставленной задачи проявляются и развиваются способности к установлению междисциплинарной связи и общей готовности использовать современные образовательные технологии. И как показано в первом разделе настоящего исследования все эти способности характеризуют студента, как находящегося на стадии формирования экспертного уровня профессиональных компетенций, или уровня умелости, включая и информационные компетенции.

Следует отметить, что описанная методика реализации концепции мобильного обучения не является единственно возможной. Можно построить и альтернативные подходы к интеграции мобильного обучения в математическое образование, базируясь на другом видении педагогической и технологической модели.

Опираясь на исследования таких ученых как Е.С. Полат [122], S. Vocconi и др. [123], M. Aebersold [124], A. Al-Amri [125], M. Hassler и др. [126], M. Kearney и др. [127], С.-Y. Liu и др. [128], A. Bullock и др. [129], A. Armougum и др. [130], M. Koehler и др. [131], J. Traxler и др. [132], А.А. Темербекова [133], Н. Fischer и др. [134] и авторские разработки [135-138], затрагивающих реализацию подобных альтернативных подходов к интеграции мобильного обучения, значительная часть разработанных образовательных информационных приложений следует принципам, выработанным такими традиционными системами компьютерного обучения, как CAI, ICAI и ITS или порожденными от них системами. В рамках этих систем делается акцент на целенаправленном взаимодействии и общении между студентом и используемыми информационными технологиями.

При адаптации данного метода к мобильным технологиям, учебный контент можно предоставлять с помощью мобильных программных приложений, которые помогают отдельным обучающимся достигать желаемых результатов и целей обучения, используя свой собственный темп и адаптируя учебный процесс к уровню своих знаний и способностей. Эти системы предоставляет возможность реализовать индивидуальную связь и взаимодействие между обучающимся и мобильным образовательным приложением системой.

Целью мобильного образовательного приложения является доставка учебного контента, получение ответов от обучающихся и предоставление им обратной связи. Это позволяет обучающимся двигаться асинхронно в своем собственном темпе. Но рассмотренные в указанных работах приложения, недостаточно ориентированы на использование в вычислениях и имеют преимущественно общеразвивающий и общеобразовательный характер.

Резюмируя содержание данного раздела, можно подчеркнуть, что в нем рассматривался один из возможных подходов к реализации методики мобильного обучения в контексте математического образования. Рассмотренная методика базируется на педагогических требованиях, сформулированных в предыдущем разделе, и использует мобильное приложение Google Sheets в качестве базового инструментария проведения вычислений и решения задач из

области обыкновенных дифференциальных уравнений. Предложены рекомендации по использованию методов расчетов, оптимизированных под мобильные устройства и описаны возможные способы их использования обучающимися на мобильных устройствах.

Описанная методика повышает мотивацию обучающихся к обучению, развивает их информационные, общие и предметные компетенции и стимулирует интерес к самостоятельной исследовательской деятельности. Использование данной методики обеспечивает поддержку процесса обучения и помощь в достижении желаемых результатов обучения и формировании достаточного уровня профессиональной компетентности.

2.3 Экспериментальная проверка эффективности разработанной методики формирования профессиональных компетенций у будущих учителей математики с использованием мобильных приложений

Данный пункт излагает организацию, ход и результаты экспериментальной проверки эффективности разработанной в предыдущей главе методики формирования профессиональных компетенций у будущих учителей математики с использованием мобильных приложений. Указанная методика направлена на формирование профессиональных компетенций обучающихся на математических занятиях при использовании ими мобильных приложений вместо традиционных настольных компьютеров для проведения вычислений и решения математических задач и моделей из области дифференциальных уравнений. Упомянутые в ходе изложения шаблоны рабочих листов, экраны приложения и справочной информации также описаны в предыдущем разделе.

Настоящее экспериментальное исследование выполнено на базе факультативных занятий по математическому моделированию, проводимых в Жетысуском университете имени Ильяса Жансугурова (Приложение В). Занятия проводились для студентов, обучающихся по математико-педагогическому направлению, и студентов колледжей, планирующих избрать математику в качестве базовой дисциплины при поступлении в высшее учебное заведение. Одной из целей данного факультативного курса является обучение студентов основам решения математических моделей, базирующихся на дифференциальных уравнениях, с помощью приближенных и численных методов.

Занятия в рамках факультатива проводятся в онлайн-режиме в среде Google Meet, где и преподаватели и обучающиеся используют только свои мобильные устройства. Все вычисления также проводятся только на мобильных устройствах самих обучающихся в среде Google Sheets. Для принятия участия на занятиях факультативного курса обучающийся должен обладать базовыми знаниями в области математического анализа и информатики и успешно сдать вступительный тест, состоящий из трех заданий.

Первое задание состоит в том, чтобы найти производную заданной функции.

Второе задание связано с тем, что нужно либо вычислить неопределенный или определенный интеграл, либо решить обыкновенное дифференциальное уравнение с разделением переменных.

Последнее задание заключается в решении определенной численной задачи с помощью приложения Google Sheets. Занятия в рамках факультатива проходят 15 раз в семестр, каждое из которых длится не более 90 минут. Занятия проходят во внеучебное время студентов, а именно в те дни, когда в расписании их занятий нет математики, физики и программирования.

На каждой встрече обсуждается только один метод решения математической модели. В течение первого семестра учебного года все занятия на факультативе проводит один преподаватель, а все занятия второго семестра – другой преподаватель. В первые 30 минут занятия преподаватель знакомит студентов с теоретическими основами и иллюстрирует их на двух примерах. После этого студентам даются задания для выполнения. Остальное время посвящено выполнению задания обучающимися.

В зависимости от сложности задания обучающимся дается либо 30 минут, либо целый час. Обучающиеся не получают домашних заданий и получают оценки только за решение задачи в рамках факультатива. Большая часть заданий включает в себя задачи из области приближенных и численных методов решения дифференциальных уравнений. Задания даются согласно учебному расписанию факультатива и оформляются как показано на рисунке 19.

Первый семестр посвящен в основном развитию технических навыков обучающихся в решении задач. Во втором семестре обучающиеся начинают строить математические модели для более сложных задач.

<i>Этап программирования</i>	<i>Выполнение</i>
1. Постановка задачи	Решить дифференциальное уравнение $dy/dx=x^2$ при $y _{x=0}=1$. Определить знач. функции при $x_k=1, h=1$
2. Математическое описание	1. Аналитическое решение. $dy/dx=x^2$ $\int_1^y dy = \int_0^x x^2 dx$ $y=1+x^3/3,$ $y_k=y(1)=1+1/3=4/3.$

Рисунок 19 – Пример оформления задания

Перед началом занятий в рамках кружка, обучающимся раздаются методические пособия, составленные самими преподавателями. В этих пособиях содержится краткое описание основных приближенных и численных методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений, а также краткое руководство по использованию мобильных приложений Google Sheets and Google Meet.

Основным назначением этих пособий является позволить обучающемуся сосредоточиться на решении задач и не расплывать внимание и усилия на преодоление технических проблем, не имеющих отношение к математическому обучению. Затем студентам дается время на закрепление навыков работы в этих средах. В случае определённых затруднений использования Google Sheets и Google Meet, у обучающихся всегда есть возможность обратиться за технической консультацией к преподавателю и получить мгновенную обратную связь. Занятия в рамках факультатива начинаются только тогда, когда все обучающиеся демонстрируют достаточные навыки использования указанных сред.

После этого всем обучающимся заранее предлагается ознакомиться с определенными типовыми обыкновенными дифференциальными уравнениями, которые можно решить приближенными и численными методами. Для ознакомления со способами их решения, они используют либо полученные учебные пособия, либо осуществляют самостоятельный поиск необходимой информации, включая и поиск в Интернете.

Для того, чтобы не перегружать обучающихся, дифференциальные уравнения предлагаются обучающимся в виде небольших наборов. Только после ознакомления с одним набором уравнений, учащимся предлагается другой набор уравнений. Первый набор уравнений продемонстрирован на рисунке 20.

$y'=(xy^2+x)/(y-x^2y)$
$y'=(1-2x)/y^2$
$y'=(1-x^2)/xy$
$y'=(y^2-y)/x$
$y'=(1+y)/(tg(x))$
$y'=\exp(x)-1$
$y'=y \ln(y)/\sin(x)$

Рисунок 20 – Первый набор заданий

После ознакомления с набором уравнений из рисунка 20, обучающимся предлагается набор уравнений, продемонстрированных на рисунке 21.

$$y'=(1+y^2)/(1+x^2)$$

$$y'=4x-2y$$

$$y'=x \exp(-x^2)-2xy$$

$$y'=2x-y$$

$$y'=\exp(-x)-2y$$

$$y'=\exp(-x)-2x$$

Рисунок 21 – Второй набор заданий

После ознакомления с уравнениями из рисунка 21, обучающимся предлагается ознакомиться с набором уравнений на рисунке 22.

$$y'=1+y/(x(x+1))$$

$$y'=(y+yx^2-x^2)/(x(1+x^2))$$

$$y'=\cos(x-y)$$

$$y'=3x-2y+5$$

$$y'=\sin(x)-y$$

$$y'=\exp(x)-y$$

$$y'=\exp(2x)-1$$

Рисунок 22 – Третий набор заданий

После ознакомления с приближенными и численными методами решения указанных дифференциальных уравнений из предложенных наборов, студенты могут приступить непосредственно к решениям заданий из учебного плана факультатива. В таблице 17 дано общее описание этих заданий, решаемых в рамках факультатива в первом семестре.

Таблица 17 – Задания, данные на факультативе в первом семестре

Неделя	Задача
2	Решите две заданные системы трех линейных уравнений с помощью определителей (правило Крамера) и проверьте результат на двух разных наборах входных данных.
3	Постройте систему из трех линейных уравнений для решения заданной задачи, используя определители (правило Крамера). Проверьте результат на двух разных наборах входных данных.
4	Решите данную систему из шести линейных уравнений, используя исключение Гаусса, и проверьте результат на двух разных наборах входных данных.
5	Постройте систему из шести линейных уравнений для решения данной задачи с помощью исключения Гаусса. Проверьте результат на двух разных наборах входных данных.
6	Вычислите производные трех заданных математических функций, используя приближения конечных разностей, и проверьте результат на трех различных наборах входных данных.
7	Нарисуйте графически касательную к кривой, описываемой заданной математической функцией, в 10 различных точках.
8	Решите три заданных определенных интеграла, используя метод левой прямоугольной аппроксимации, и проверьте результат на трех различных наборах входных данных.
9	Найдите приближительную площадь под графиком заданной функции $f(x)$ между двумя значениями x , используя метод левой прямоугольной аппроксимации. Нарисуйте график функции и проверьте результат на двух разных наборах входных значений x .
10	Вычислите три заданных определенных интеграла, используя метод правой прямоугольной аппроксимации, и проверьте результат на трех разных наборах входных данных.
11	Найдите приближительную площадь под графиком заданной функции $f(x)$ между двумя значениями x , используя метод правой прямоугольной аппроксимации. Нарисуйте график функции и проверьте результат на двух разных наборах входных значений x .
12	Вычислите три заданных определенных интеграла, используя правило трапеций, и проверьте результат на трех разных наборах входных данных.
13	Найдите приближительную площадь под графиком заданной функции $f(x)$ между двумя значениями x , используя правило трапеций и разделив площадь под графиком не менее чем на 50 полос. Нарисуйте график функции и проверьте результат на двух разных наборах входных значений x .
14	Вычислите три заданных определенных интеграла, используя правило Симпсона, и проверьте результат на трех разных наборах входных данных.
15	Найдите приближительную площадь под графиком заданной функции $f(x)$ между двумя значениями x , используя правило Симпсона. Нарисуйте график функции и проверьте результат на двух разных наборах входных значений x .

В таблице 18 описаны задания, данные на факультативе во втором семестре.

Таблица 18 – Задания, данные в факультативе во втором семестре

Неделя	Задача
2	Решите два заданных обыкновенных дифференциальных уравнения первого порядка, разложив их в ряд Тейлора. Проверьте результат на четырех различных наборах начальных условий.
3	Зная начальное количество бактерий в жидкой среде и скорость их роста, постройте, а затем решите математическую модель для нахождения времени удвоения начального количества бактерий. Нарисуйте график функции решения. Проверьте решение на двух разных наборах начальных значений.
4	Постройте, а затем решите математическую модель для нахождения количества воды в баке в момент времени t . Нарисуйте график функции решения.
5	Постройте, а затем решите математическую модель для определения скорости и ускорения объекта, падающего под действием силы тяжести в момент времени t . Нарисуйте график функции решения.
6	Постройте, а затем решите математическую модель для исследования времени, необходимого для опустошения контейнера, заполненного жидкостью. Нарисуйте график функции решения.
7	Создайте, а затем решите математическую модель для решения задачи роста давления жидкости, зависящей от ее плотности, с помощью логистического дифференциального уравнения. Нарисуйте график функции решения. Проверьте результат на двух разных системах дифференциальных уравнений.
8	Постройте, а затем решите математическую модель для определения концентрации химических веществ в реках и озерах с помощью обыкновенного дифференциального уравнения. Нарисуйте график функции решения. Проверьте результат на двух разных наборах начальных значений.
9	Постройте и решите математическую модель частицы в потенциальном поле с помощью дифференциального уравнения. Нарисуйте траекторию частицы.
10	Постройте и решите математическую модель движения ракеты, используя уравнение Циолковского. Нарисуйте диаграмму, показывающую отношение масс ракеты.
11	Измерив сопротивление кабеля из 10 случайно выбранных образцов, найдите 95% доверительный интервал для среднего значения, используя статистические методы.
12	Постройте модель для решения следующей задачи. Контрольная группа x получала обычную диету, а экспериментальная группа y получала специальную диету, предназначенную для предотвращения увеличения веса. Постройте, а затем решите модель, чтобы проверить, работает ли диета, используя статистические методы.
13	Постройте, а затем решите математическую модель прогнозирования результатов спортивного соревнования. Используйте любой из изученных ранее методов. Проверьте решение на двух разных наборах входных данных.
14	Постройте математическую модель настройки времени работы временных светофоров таким образом, чтобы обеспечить эффективное движение транспорта в обоих направлениях проезжей части. Используйте любой из изученных ранее методов. Проверьте решение на двух разных наборах входных данных.
15	Постройте математическую модель для прогнозирования процентных ставок. Используйте любой из изученных ранее методов. Проверьте решение на двух разных наборах входных данных.

Для выполнения заданий, выполнения необходимых вычислений, и представления решений обучающиеся используют шаблоны (рабочие листы) Google Sheets, описанные в предыдущие главе. После решения задания, шаблон отправляется на мобильное устройство преподавателя для проверки. После этого эти решения оцениваются двумя группами преподавателей.

В первую группу входят преподаватели кафедры, не принимающие участия в деятельности факультатива. Во вторую группу входят преподаватели других учебных заведений. Обе группы состоят из двух преподавателей и используют четырехбальную шкалу оценок, где «А» – самая высокая оценка, а «D» – самая низкая. Знак минус («-»), стоящий вместо оценки, указывает на то, что обучающийся не посетил занятие.

Преподаватели, оценивающие работы, не знают имени обучающегося, чье задание они оценивают. Сначала задания отдаются на оценку первой группе преподавателей. После этого задачи проверяются второй группой преподавателей. Затем оценки, выставленные обоими группами, анализируются преподавателями факультатива.

Если процент совпадения оценок между преподавателями из обеих групп составляет 70 или выше, то оценки, выставленные преподавателями из первой группой, становятся окончательными оценками, которые обучающиеся получают за свои задания. В противном случае первая группа преподавателей должна заново оценить задачи.

Для обеспечения достоверности и точности оценивания решаемых задач, осуществляются следующие процедуры. Критерии оценивания заданий и сами задания составляются экспертами в области образовательной информатики и математики, имеющие докторские степени и педагогический стаж более 20 лет.

Эти экспертам проверяют каждое задание и критерий оценивания и выносят свой вердикт либо как «Принято», либо «Отклонено» в зависимости от ясности, сложности, образовательной и прикладной полезности задания, а также от того, является ли числовая оценка критерия правильной.

После получения вердиктов экспертов доля валидности задания или критерия оценивания (CVR) рассчитывалась по следующей стандартной формуле (1) для расчета критерия оценивания:

$$CVR = \frac{N_A - (N_T/2)}{N_T/2} \quad (1)$$

В этой формуле N_A количество положительных вердиктов по заданию или критерию и N_T - общее количество вердиктов, как положительных, так и отрицательных. Если пропорция представляет из себя отрицательное значение, задача или критерий рекомендуются для замены или пересмотра.

Первая итерация заданий и критериев, представленных на оценку экспертам, содержала 40% отклоненных заданий и 30% отклоненных критериев и, таким образом, не была принята на занятия факультатива. Пересмотренная итерация содержала только одну отклоненную задачу, которая была удалена.

После их утверждения экспертным составом, критерии и задания принимаются для использования в рамках факультатива. В критерии входят такие показатели как полнота решения, правильность решения и своевременность выполнения задания.

Каждый критерий оценивается по шкале от «А» до «С». Если задание не полное, неправильное или выполнено с большим опозданием, то по соответствующему критерию обучающемуся ставится оценка «D». Используемые таким образом критерии описаны в таблице 19, (Приложение Г).

Таблица 19 – Критерии оценивания заданий

<i>Полнота решения</i>		
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
Все задание выполнено	Большая часть задания была выполнена	Меньшая часть задания была выполнена
<i>Правильность решения</i>		
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
Решение правильное. Модель построена. Входные данные верны. Все расчеты дают правильный результат. Конечный результат расчетов представлен в корректном формате	Большая часть решения верна. Модель построена. Входные данные верны. Все расчеты дают правильный результат. Конечный результат расчетов вычислений не предоставлен в корректном формате.	Меньшая часть решения верна. Входные данные неверны. Некоторые расчеты дают неверный результат. Конечный результат расчетов не представлен в корректном формате.
<u>Своевременность выполнения задания</u>		
<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>
Вся работа показана подробно, с объяснением каждого шага решения	Работа в основном показана подробно, но некоторые шаги решения оставлены без объяснения	Большая часть работы подробно не показана, а большинство шагов решения оставлено без пояснений

Оценки «А» и «В» считаются положительными оценками, свидетельствующими о желаемой успеваемости. Оценки «С» и «D» являются отрицательными оценками, обозначающими среднюю или плохую успеваемость обучающегося на занятии. Когда студент пропускает собрание, он получает оценку «E».

В текущем исследовании в качестве экспериментальных групп выступали две разные группы обучающихся. Одна группа посещала факультатив в 2018-2019 учебном году и состояла из 16 студентов второго курса колледжа в возрасте 16 лет. Из них 13 студентов мужского пола и 3 студентки. Другая группа посещала факультатив в 2019-2020 учебном году и состояла из 22 студентов второго курса колледжа в возрасте 16-18 лет. Пятнадцать из этих студентов были студентами мужского пола и семь – женского пола.

Начальной математической подготовкой обеих экспериментальных групп была школьная математика плюс математический анализ на уровне колледжа и базовые обыкновенные дифференциальные уравнения. Для сравнения в

исследовании использовались оценки, полученные на заседаниях факультатива до начала эксперимента (то есть в 2017-2018 учебном году). До начала исследования факультатив посещали пятнадцать второкурсников возраста 16-17 лет из тех же учебных заведений, которые далее по тексту будут называться контрольной группой исследования.

В целях сравнения в настоящем исследовании также использовались данные четвертой и пятой групп студентов, которые не принимали формального участия в экспериментах, но тем не менее занимались по той же методике, что и экспериментальная группа.

Четвертая группа обучающихся состояла из 18 старшеклассников пяти местных школ, которые участвовали в дистанционных внеклассных занятиях с помощью приложения Zoom. Внеклассные занятия в основном основывались на учебной программе факультатива, а оценочные критерии для заданий были идентичны тем, что указаны в таблице 19. Эта группа проводила занятия два раза в неделю в период с февраля по июль 2020-2021 учебного года.

В пятую группу вошли 25 учащихся в возрасте 16-17 лет из региональной экспериментальной школы, в программе которой особое внимание уделяется широкому использованию английского языка. Школа использовала учебную программу факультатива для внеклассных уроков информатики, проводимых два раза в неделю в период между вторым и восьмым месяцами 2019-2020 учебного года с английским языком обучения.

Колледжи, которые представляли участники контрольной и экспериментальной групп, используют 5-балльную систему оценивания, где 5 – наивысший балл, 1 – низший. До эксперимента только один студент из экспериментальных групп имел пятерку по математике в своем колледже. Около 55% оставшихся учащихся экспериментальных групп имели по математике оценки «3». Остальные обучающиеся из экспериментальных групп имели по математике оценку «4».

В контрольной группе 60% студентов имели оценку 3 по математике. Остальные 40% обучающихся контрольной группы имели оценку 4 по математике. Ни один из обучающихся контрольной и экспериментальной групп не имел по математике оценки ниже «3». В четвертой группе около 55% обучающихся имели по математике оценку «4», в то время как у других была оценка «3».

В исследовании был использован следующий статистический подход для оценки полученных результатов. Вначале рассчитывается относительная частота (эмпирическая вероятность) положительных и отрицательных оценок сначала в контрольной группе, а затем в экспериментальных группах. После этого частоты сравниваются между собой. Если частота положительных оценок в опытных группах превышает соответствующий показатель в контрольной группе не менее чем на 10 процентов, а частота отрицательных оценок в экспериментальных группах ниже соответствующего показателя в контрольной группе не менее чем на 10 процентов, то гипотезу следует считать достоверной.

Контрольная группа собиралась по пятницам в обоих семестрах. Занятия первых двух экспериментальных групп проводились по вторникам в первом семестре и по пятницам во втором семестре. Задания, данные на занятиях факультатива трем группам, были абсолютно идентичными. На каждом занятии студентам давали задание, которое, по мнению преподавателя, было более сложным, чем задание на предыдущем занятии.

Контрольная группа решала математические модели с помощью приложения Microsoft Excel для работы с электронными таблицами, работающего на настольных персональных компьютерах под управлением Windows 10 с процессором 1,6 ГГц и оперативной памятью 8 ГБ. Студенты из контрольной группы использовали это приложение для работы с электронными таблицами как на уроках в школе, так и в колледже. Таким образом, уровень владения этим табличным приложением, продемонстрированный студентами контрольной группы, был достаточным, чтобы избежать технических проблем при решении поставленных задач.

Обе экспериментальные группы решали заданные модели с помощью приложения для работы с электронными таблицами непосредственно на своих смартфонах на базе Android. Самый малопроизводительный из этих смартфонов имел 2Gb RAM, 5.2 дюймовый дисплей и процессор Snapdragon 625. Все участники экспериментальных групп сообщили, что умеют пользоваться Google Sheets, так как они часто использовали его в школе, а затем в колледже. Кроме того, первые занятия экспериментальных групп были посвящены ознакомлению студентов с этим табличным приложением.

В качестве шаблона рабочего листа для решения задач в среде Google Sheets был использован шаблон, созданный преподавателями факультатива. Этот шаблон был разработан с учетом педагогических требований к образовательным приложениям, определяемым моделью пользовательского восприятия (UX).

Для оценки статистической значимости увеличения положительных оценок в экспериментальных группах по сравнению с контрольной был использован U-критерий Манна-Уитни (Приложение Д). Выборочными значениями для теста были проценты положительных оценок, полученных обучающимися, как в контрольной, так и в экспериментальной группах за соответствующий семестр. Данные обеих экспериментальных групп были взяты за Образец 1 и Образец 2 соответственно, а данные контрольной группы были взяты за Образец 3.

На последней неделе эксперимента студентам экспериментальных групп было предложено принять участие в опросе, проведенном в форме анкетирования. Целью опроса было узнать мнение студентов о мобильном подходе к обучению. Вопросы были следующими:

1. Каково ваше личное отношение к использованию смартфона для решения математических задач на заседаниях факультатива?

2. Влияет ли использование мобильного устройства для решения математических задач на рост Вашего интереса к математике?

3. Каковы преимущества (на ваш взгляд) использования мобильных устройств для решения математических задач?

4. Каковы недостатки (на ваш взгляд) использования мобильных устройств для решения математических задач?

Анкета была разослана участникам по электронной почте. Их ответы также были собраны по электронной почте. Собранные ответы также были предоставлены для анализа двум преподавателям кафедры педагогической психологии. Целью анализа было ответить на вопрос, на какой когнитивный фактор больше всего влияет мобильный подход к математическому обучению.

Для получения дополнительных данных по вопросу эти преподаватели дополнительно провели серию интервью с 22 студентами, не входившими в экспериментальные группы. Помимо ответов на вопросы преподавателей, в этих интервью студенты принимали участие в тесте на запоминание, целью которого было запомнить порядок, в котором им показывали различные тождества и формулы из базового курса дифференциальных уравнений. Тождества и формулы показывались сначала на экране стационарного компьютера, а затем на экране мобильного устройства.

Возвращаясь к контрольной группе, приведем оценки, полученные ими в первом семестре факультатива. Эти оценки приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Оценки контрольной группы в первом семестре

Оценка	Относительная частота
A	0,09
B	0,34
C	0,38
D	0,03
E	0,16

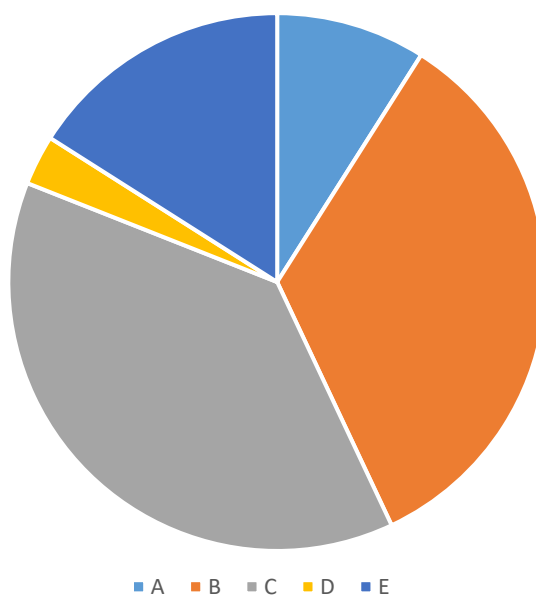


Рисунок 24 – Оценки студентов контрольной группы в первом семестре

На рисунке 24 приведено визуальное представление данных из таблицы 20.

Таблица 21 наглядно демонстрирует относительно большой процент отрицательных оценок, а именно количество оценок «С» и «D», вместе составляющих около 41 процента всех оценок. Процент положительных оценок (т.е. «А» и «В» вместе взятых) составляет 43 процента от всех оценок, таким образом, лишь немного превышает количество отрицательных оценок. Только 9% всех оценок являются высшими оценками «А». Кроме того, можно заметить, что уровень посещаемости далек от оптимального: оценка «Е» встречается в 16 процентах всех проведенных занятий.

В таблице 22 приведены оценки, полученные участниками контрольной группы во втором семестре факультатива того же учебного года. Графическая иллюстрация данных из таблицы 22, приведена на рисунке 25.

Таблица 22 – Оценки контрольной группы во втором семестре

Оценка	Относительная частота
А	0,06
В	0,37
С	0,43
D	0,03
Е	0,11

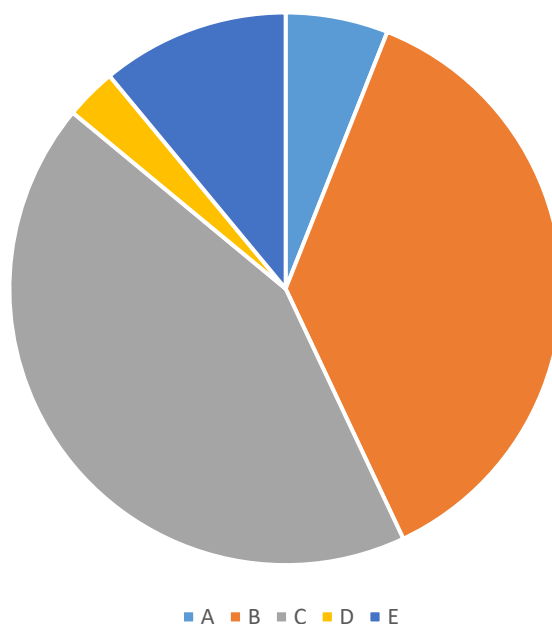


Рисунок 25 – Оценки студентов контрольной группы во втором семестре

Из таблицы 22 видно, что во втором семестре общая успеваемость не улучшилась. Количество оценок «А» сократилось с 9 до 6 процентов всех оценок, а количество оценок «С» увеличилось с 38 процентов до 43 процентов всех оценок. Количество оценок «D» осталось таким же, как и в таблице 21.

Небольшой положительный прирост наблюдается только у оценок «В» (37 процентов всех оценок в таблице 22 против 34 процентов всех оценок в таблице 21).

В таблице 23 представлена информация об оценках, полученных участниками первой экспериментальной группы за первый семестр занятий факультатива. Графическая иллюстрация данных из таблицы 23, приведена на рисунке 26.

Таблица 23 – Оценки первой экспериментальной группы в первом семестре

Оценка	Относительная частота
A	0,09
B	0,51
C	0,32
D	0,01
E	0,07

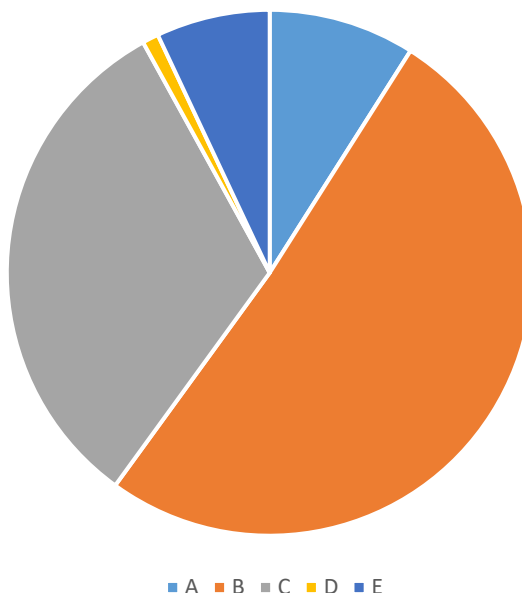


Рисунок 26 – Оценки студентов первой экспериментальной группы в первом семестре

Из таблицы 23 видно, что по сравнению с контрольной группой участники из первой экспериментальной группы лучше успевали в факультативе в первом семестре. Хотя процент оценок «А» остался прежним, количество оценок «В» увеличилось и составило около 51 процента всех оценок. Количество оценок «С» сократилось на 6 процентов, а оценки «D» составили всего 1 процент от всех оценок. Уровень посещаемости также улучшился, так как количество оценок «Е» сократилось на 9 процентов.

В таблице 24 представлены оценки, полученные участниками их первой экспериментальной группы в течение второго семестра в факультативе. Графическая иллюстрация данных из таблицы 24, приведена на рисунке 27.

Таблица 24 – Оценки первой экспериментальной группы во втором семестре

Оценка	Относительная частота
A	0,10
B	0,56
C	0,26
D	0,01
E	0,08

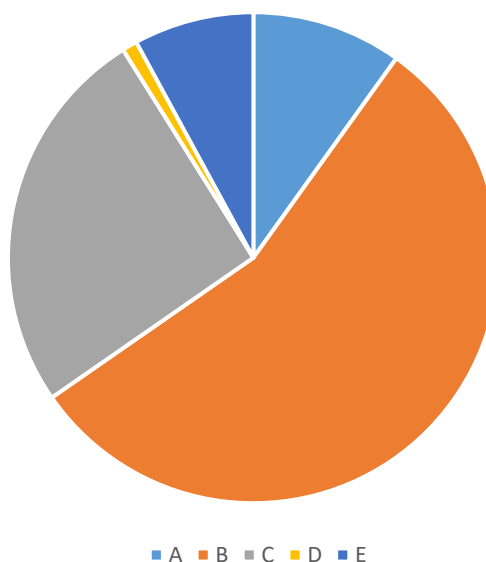


Рисунок 27 – Оценки студентов первой экспериментальной группы во втором семестре

Из таблицы 24 видно, что по сравнению с контрольной группой участники из первой экспериментальной группы показали лучшие результаты и во втором семестре клуба. Процент оценок «А» увеличился на 4 процента, а количество оценок «В» увеличилось на 19 процентов.

Количество оценок «С» сократилось на 17 процентов, а на долю «D» приходилось лишь 2 процента всех оценок. Уровень посещаемости также улучшился, поскольку количество оценок «Е» сократилось на 3 процента.

В таблице 25 приведены сведения об оценках, полученных участниками из второй экспериментальной группы за первый семестр в факультативе. Графическая иллюстрация данных из таблицы 25, приведена на рисунке 28.

Таблица 25 – Оценки студентов второй экспериментальной группы в первом семестре

Оценка	Относительная частота
A	0,16
B	0,50
C	0,29
D	0,04
E	0,01

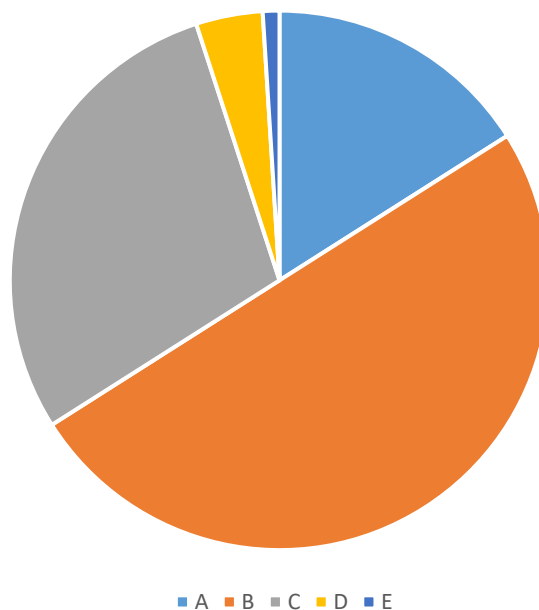


Рисунок 28 – Оценки студентов второй экспериментальной группы в первом семестре

Из таблицы 25 видно, что даже по сравнению с первой экспериментальной группой студенты второй экспериментальной группы лучше успевали в факультативе в первом семестре. Процент оценок «А» и «В» значительно увеличился, а уровень посещаемости улучшился, в то время как количество оценок «С» сократилось. Количество оценок «Д» осталось практически на прежнем уровне.

В таблице 26 представлены оценки, полученные студентами второй экспериментальной группы в течение второго семестра в факультативе. Графическая иллюстрация данных из таблицы 26, приведена на рисунке 29.

Таблица 26 – Оценки второй экспериментальной группы во втором семестре

Оценка	Относительная частота
А	0,18
В	0,52
С	0,27
Д	0,02
Е	0,01

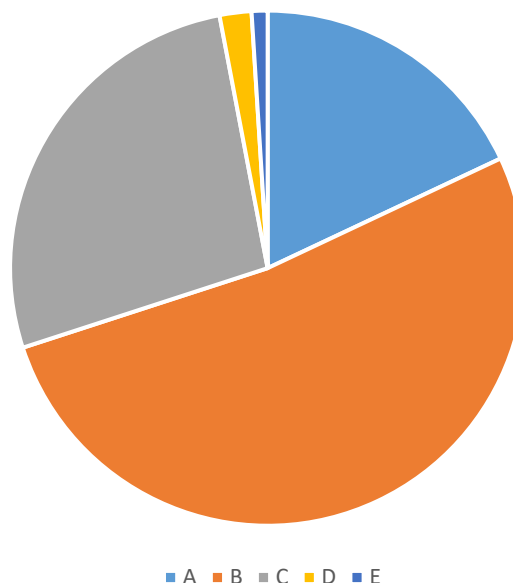


Рисунок 29 – Оценки студентов второй экспериментальной группы во втором семестре

Из таблицы 26 видно, что участники из второй экспериментальной группы во втором семестре факультатива выступили даже лучше, чем в предыдущем семестре. Доля категорий «А» и «В» увеличилась, а доля категорий «С» и «D» уменьшилась. Посещаемость осталась прежней.

Для сравнения в таблицах 27, 28 приведены оценки, полученные обучающимися четвертой и пятой групп на внеурочных занятиях. Графическая иллюстрация данных из таблиц 27 и 28, приведена на рисунках 30 и 31 соответственно.

Таблица 27 – Оценки членов четвертой группы

Оценка	Относительная частота
A	0,15
B	0,54
C	0,28
D	0,03
E	0,00

Таблица 28 – Оценки членов пятой группы

Оценка	Относительная частота
A	0,13
B	0,52
C	0,29
D	0,05
E	0,01

Из таблицы 27, 28 видно, что обучающиеся четвертой и пятой групп также лучше успевали на уроках, чем контрольная группа.

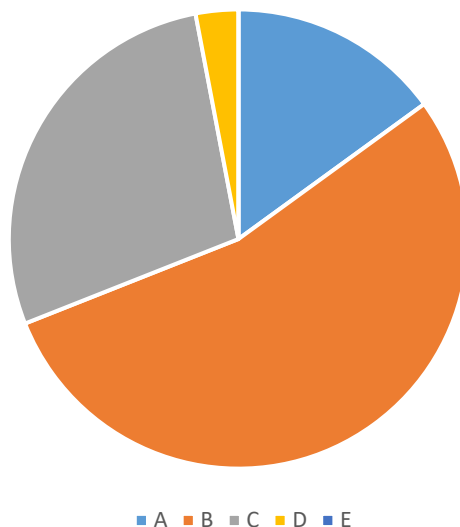


Рисунок 30 – Оценки членов четвертой группы

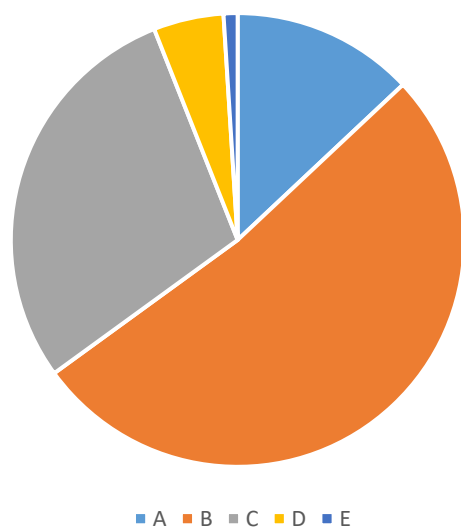


Рисунок 31 – Оценки членов пятой группы

U-критерий Манна-Уитни использовался для оценки статистической значимости увеличения положительных оценок в обеих экспериментальных группах по сравнению с контрольной группой. Полученные результаты следующие. Сравнивая данные первого семестра, среднее значение тестовой статистики U составляет около 62,5 при критическом значении 64 и $p < 0,05$. Сравнивая данные второго семестра, среднее значение тестовой статистики U составляет около 53 при критическом значении 64 и $p < 0,05$. Эти результаты демонстрируют преимущество в успеваемости, которое имели обе экспериментальные группы по сравнению с контрольной группой, и позволяют

сделать вывод, что это преимущество было вызвано использованием мобильных приложений.

Анкетирование, проведенное среди студентов экспериментальных групп, привлекло ответы 22 респондентов. Отвечая на первый вопрос анкеты, 80 процентов респондентов выразили в целом положительное отношение к использованию мобильных устройств для решения математических моделей. Остальные 20% респондентов заявили, что предпочли бы решать задачи, требующие больших вычислительных ресурсов, на традиционных настольных компьютерах. Ответы респондентов, предпочитающих решать задачи на настольных компьютерах, были рассчитаны как отрицательные в контексте вопроса. Визуальная сводка результатов ответов респондентов на первый вопрос приведена на рисунке 32.

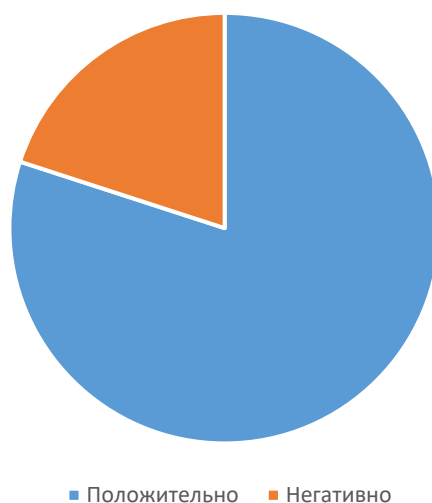


Рисунок 32 – Первый вопрос анкеты

Отвечая на второй вопрос анкеты, 70% респондентов сообщили, что их интерес к математике в целом и математическому моделированию в частности во многом определяется возможностью выполнять все задачи на смартфонах. Около 10% респондентов заявили, что влияние мобильных устройств на их интерес к математике было незначительным. Остальные 20% респондентов заявили, что мобильные устройства вообще не повлияли на их интерес к математике. Визуальная сводка результатов ответов респондентов на второй вопрос приведена на рисунке 33.

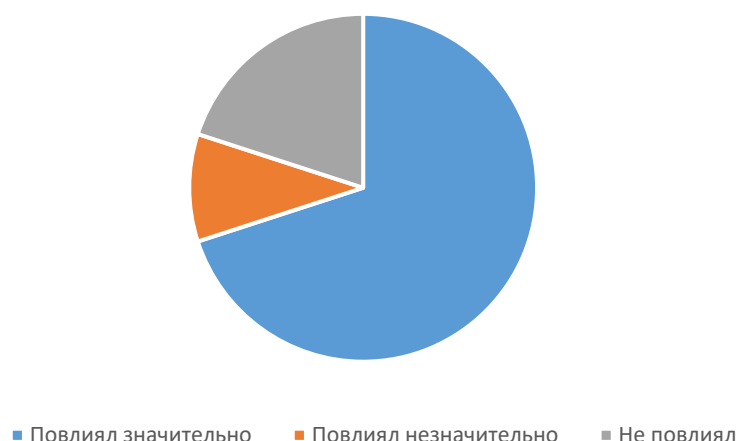


Рисунок 33 – Второй вопрос анкеты

Отвечая на третий вопрос анкеты, около 15% респондентов ответили, что относительно небольшой размер экрана их мобильных устройств вызывает нагрузку на глаза, что негативно сказывается на уровне их концентрации во время урока. Около 10 процентов респондентов отметили, что по сравнению с традиционными настольными компьютерами процесс редактирования длинных математических выражений на мобильных устройствах неудобен. Визуальная сводка результатов ответов респондентов на третий вопрос приведена на рисунке 34.

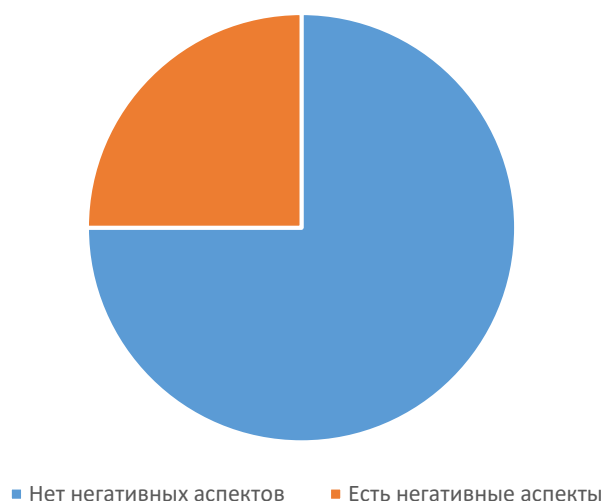


Рисунок 34 – Третий вопрос анкеты

Анализ ответов анкеты, дополнительные беседы со студентами и тест на запоминание, проведенный преподавателями кафедры педагогической психологии, показали, что, по крайней мере, в условиях математического обучения малый размер экрана мобильного устройства и его компактный и

лаконичный графический интерфейс пользователя (GUI) положительно влияет на внимание обучающегося, позволяя ему охватить как всю область содержания, так и его отдельные элементы одновременно, тем самым облегчая его способность выполнять те задачи, которые сильно нагружают человеческое внимание.

Как можно выявить из приведенных экспериментальных данных, использование мобильных приложений в контексте занятия по математическому моделированию положительно влияет на количественные критерии учебной деятельности, такие как баллы студентов и посещаемость. Действительно, процент отрицательных оценок, полученных в экспериментальных группах, заметно меньше, чем в контрольной группе. При этом процент положительных оценок в экспериментальных группах достоверно выше, чем в контрольной группе.

Учитывая, что положительные оценки являются результатом соответствия всем или большинству установленных критериев оценивания заданий, можно выявить развитие общих и предметных компетенций обучающихся, связанных с умением планировать и реализовывать решение нетривиальных задач, анализировать имеющиеся данные и логически излагать ход решения.

Еще одним преимуществом, продемонстрированным экспериментальными группами, является меньшее количество случаев, когда обучающиеся предпочитали не ходить на занятия. Проведенные анкетирования подтвердили, что мобильные приложения повышают интерес обучающихся к предмету и мотивацию к нему и улучшают процесс запоминания информации по предмету. Таким образом можно наблюдать развитие когнитивного, мотивационно-ценностного и деятельностного компонентов профессиональных компетенций. То есть наблюдается достаточный уровень формирования профессиональных компетенций обучающихся за счет развития их информационной компетенции.

Общий характер результатов, полученных в рамках настоящего исследования, подтверждает выводы авторских разработок [139, 140], в которых говорится, что математическое образование может получить большую пользу от использования мобильных приложений в качестве средства обучения.

По сравнению с традиционным настольным компьютером, использование мобильного устройства на занятии по математике предлагает большое количество образовательных преимуществ. В настоящее время это предпочтительный и наиболее актуальный способ получения обучающимися информации. С ним проще обращаться и пользоваться, чем с настольным компьютером, а его вычислительных возможностей достаточно, чтобы использовать его для решения математических задач в контексте традиционной учебной программы по математике. Кроме того, они позволяют учащимся персонализировать свою учебную среду и уменьшить их математическую «боязнь».

С нейрофизиологической точки зрения полученные результаты позволяют предположить, что интерфейс мобильных приложений положительно влияет на

функциональные связи мозга и поддержание высокого уровня устойчивого внимания, играющего важную роль в познавательной деятельности обучающихся. Однако углубленный анализ точного нейрофизиологического механизма выходит за рамки данного исследования.

Результаты настоящего исследования показывают, что образовательные учреждения могут безопасно организовать практические занятия по математике на мобильных устройствах вместо традиционных настольных компьютеров. В частности, сфера дистанционного обучения может значительно выиграть от переориентации на мобильные технологии и приложения.

Использование мобильных устройств и приложений в качестве инструментов для выполнения вычислений и решения задач на математических занятиях может облегчить процесс трансформации математического образования и сделать его более гибким, модернизированным и персонализированным, что особенно важно в наше время, когда концепция мобильного обучения все еще находится на стадии формирования.

Выводы по второму разделу

Для того, чтобы используемые в рамках учебного процесса мобильные приложения, повышали уровень сформированности профессиональных компетенций обучающихся посредством развития информационной компетенции, необходимо, чтобы эти приложения соответствовали определенным педагогическим требованиям. Соответствие этим требованиям способствует тому, что используемые мобильные средства станут естественным продолжением когнитивной системы обучающегося, а не являться дополнительным искусственным барьером, тормозящим освоение учебного материала:

1. Для того чтобы мобильные приложения, в наибольшей мере способствовали восприятию обучающимися преподаваемого учебного материала они должны соответствовать определенным педагогическим требованиям. В число этих требований входят готовность к использованию мобильных приложений, готовность к предоставлению обратной связи, выбор соответствующей психолого-педагогической модели, использование технологического фреймворка ТРАСК, соответствие концепции пользовательского интерфейса UX.

2. Эффективным путем развития профессиональных компетенций при помощи мобильных приложений является их использование для проведения и вычислений и решения математических моделей, связанных с обыкновенными дифференциальными уравнениями.

3. Использование обобщенной психолого-педагогической модели, основанной на синтезе определенных концепций таких теорий обучения как бихевиоризм, когнитивизм и конструктивизм способствует успешному внедрению мобильных приложений и индивидуализации приложения.

4. Использование вышеупомянутых теорий обучения наиболее эффективного в случае комбинирования их концепций с технологическим фреймворком ТРАСК

5. Восприятие обучающимися мобильных приложений зависит от их соответствия концепции пользовательского интерфейса UX. Сюда входят такие характеристики как полезность, удобство, привлекательность, локализуемость, доступность и достоверность.

6. Важными педагогическими требованиями также являются такие, как следование концепции дизайна ARCS и способность используемых мобильных образовательных технологий положительно влиять на мотивацию и заинтересованность обучающихся. *А этого можно достичь, только используя мобильные устройства для проведения интенсивных вычислений и решения математических моделей и задач из курса высшей математики.*

7. На каждом этапе внедрения и использования мобильных технологий в учебный процесс необходимо осуществлять педагогический мониторинг используемых методов и полученных результатов.

На основе этих требований, разработана и экспериментально проверена методика использования мобильных приложений в обучении математике, целью которой является развитие профессиональных компетенций обучающихся посредством развития их информационной компетенции. Рассмотренная методика использует мобильное приложение Google Sheets в качестве базового инструментария проведения вычислений и решения задач из области обыкновенных дифференциальных уравнений. Предложены рекомендации по использованию методов расчетов, оптимизированных под мобильные устройства и описаны возможные способы их использования обучающимися на мобильных устройствах.

Описанная методика повышает мотивацию обучающихся к обучению, развивает их информационные, общие и предметные компетенции и стимулирует интерес к самостоятельной исследовательской деятельности. Использование данной методики обеспечивает поддержку процесса обучения и помощь в достижении желаемых результатов обучения и формировании достаточного уровня профессиональных компетенций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как показало настоящее исследование, одним из основных способов формирования и повышения уровня профессиональных компетенций педагога-математика является развитие его информационных компетенций в области мобильных образовательных технологий и приложений. Оптимальное использование мобильных технологий и приложений в учебном процессе, согласно разработанному в исследовании подходу, повышает эффективность обучения математике и как следствие благоприятно отражается на подготовке педагогов. В силу этого в настоящем *исследовании прошла апробацию его идея*, заключающаяся в том, что в рамках образовательного процесса подготовки учителей математики в ВУЗе, одним из наиболее оптимальных способов использования мобильных технологий и приложений является их применение для проведения вычислений и решения математических задач и моделей из области обыкновенных дифференциальных уравнений.

В ходе проведения исследования была достигнута его *цель* – разработать и теоретически обосновать инновационный научно-методический подход к эффективному формированию профессиональных компетенций в подготовке учителей математики, используя современные мобильные приложения.

Сообразуясь с определёнными темой, целью и гипотезой исследования, были выполнены его *задачи, в частности*:

1. Выявлены теоретические и методические принципы, лежащие в основе интеграции мобильных приложений в процесс развития профессиональных компетенций будущих учителей математики.

2. Разработан научно и методически обоснованный подход применения мобильных приложений при преподавании математических дисциплин.

3. Выработаны критерии для оценки уровня сформированности информационной компетенции будущего учителя математики на базе использования мобильных приложений.

4. Проведено экспериментальное исследование для практической оценки эффективности разработанного научно-методического подхода, базирующегося на использовании мобильных приложений, в развитии профессиональных компетенций будущих учителей математики.

Для решения задач исследования были использованы следующие методы научного познания: обобщение результатов исследований в области образовательных технологий и математического образования, полученных отечественными и зарубежными учеными; анализ, сравнение и оценка методологических основ педагогической деятельности в рамках реализации концепции мобильного обучения и используемых при этом методических пособий и учебных программ; обобщение и экстраполяция существующего педагогического опыта в области реализации концепции мобильного обучения; беседы с преподавателями и обучающимися по проблеме исследования и наблюдение за их деятельностью в ходе учебного процесса; проведение

экспериментального исследования с последующим статистический анализом его результатов.

Предложенное исследование предлагает широкие перспективы для дальнейших исследований, посвященных использованию мобильных технологий и приложений при преподавании математики в ВУЗе. Так, представляется целесообразным проверить педагогический эффект, связанный с использованием мобильных технологий и приложений при преподавании линейной алгебры, динамического и линейного программирования, и решении разностных схем. Также видится важным провести более глубокое исследования влияние мобильных технологий и приложений на когнитивные механизмы будущего учителя математики, в частности такие как память и внимание.

Представляется актуальным создание широкого спектра современных учебных пособий по численному решению математических задач и моделей из различных областей математического анализа непосредственно средствами мобильных технологий и приложений. Очевидно, что в 21 веке тотальная интеграция математики и современных мобильных технологий станет доминирующей тенденцией в области математического образования. В силу этого, представляется важным повышение уровня информационных компетенций учителей математики, подразумевая под этим прежде всего, компетенции в области мобильных технологий и приложений.

Процесс подготовки учителей математики должен быть полностью переориентирован использование достижений в области мобильных образовательных технологий. Готовность учителей математики развивать свои информационные компетенции посредством мобильных технологий и приложений окажет положительное влияние на их профессиональный рост и в конечном итоге положительно скажется на всей системе подготовки будущих востребованных специалистов, которые могут решать профессиональные задачи не только с своей сфере, но и в других смежных отраслях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Президент Республики Казахстан К.-Ж. Токаев. Единство народа и системные реформы – прочная основа процветания страны: послание народу Казахстана от 1 сентября 2021 года // <https://adilet.zan.kz/rus/docs.28.12.2021>.
- 2 Приказ и.о. Министра просвещения Республики Казахстан. Об утверждении профессионального стандарта «Педагог»»: утв. 15 декабря 2022 года, №500 // <https://online.zakon.kz/Document/?doc.28.12.2021>.
- 3 Абылкасымова А.Е. Совершенствование методико-математической подготовки будущего учителя в условиях реализации обновленного содержания школьного образования // Актуальные проблемы математики: матер. конф. математиков Казахстана. – Туркестан, 2018. – С. 5-8.
- 4 Abylkassymova A.E. On Mathematical-Methodical Training Of Future Mathematics Teacher In The Conditions Of Content Updating Of School Education // Modern Journal of Language Teaching Methods (MJLTM). – 2018. – Vol. 8, Issue 3. – P. 411-414.
- 5 Мулдахметов З.М., Газалиев А.М. Цифровизация казахстанского образования: основные направления и перспективы развития // Человеческий капитал. – 2020. – №136. – С. 101-107.
- 6 Mynbaeva A.K., Sadvakasova Z.M. Innovative teaching methods, or how to teach in an interesting way: A textbook. – Ed. 11th. – Almaty: Evero, 2018. – 356 p.
- 7 Туяков Е.А. Возможности использования компьютерной программы GeoGebra в обучении курсу алгебры в школе и педвузе // Цифровое образование – передовые знания и компетентность» в рамках духовного возрождения (Толегеновские чтения – 2018): матер. междунар. науч.-практ. конф. – Аркалык, 2018. – С. 55-60.
- 8 Сеитова С.М., Тойбазаров Д.Б. Методические основы прикладных задач в процессе обучения математических дисциплин в Вузе // Наука и жизнь Казахстана. – 2018. – №2/3(57). – С. 228-231.
- 9 Егупова М.В., Деза Е.И. Об актуальных направлениях исследований по научной специальности “Теория и методика обучения и воспитания (математика)” // Преподаватель XXI век. – 2022. – №2. – С. 23-33.
- 10 Исмоилова Д.М. Инновационные технологии как компонент развития личности в непрерывном образовании // Образование через всю жизнь: непрерывное образование в интересах устойчивого развития. – 2015. – Т. 2, №13. – С. 341-343.
- 11 Шилов А.В., Смирнов Е.И., Абатурова В.С. Методика обучения математике с использованием многоэтапных математико-информационных заданий // Математика и информатика, астрономия и физика, экономика и технология и совершенствование их преподавания: матер. междунар. конф. «Чтения Ушинского» физ.-матем. факульт. – Ярославль, 2018. – С. 46-52.
- 12 Латышева Л.П., Скорнякова А.Ю., Черемных Е.Л. и др.. Формирование ИКТ-компетенций будущего учителя математики при обучении стохастике в

условиях цифровой трансформации образования // Информатика и образование. – 2022. – Т. 37, №2. – С. 64-77.

13 Huang R., Spector J.M., Yang J. Introduction to Educational Technology: A Primer for the 21st Century // In book: Introduction to Educational Technology. – Singapore, 2019. – P. 3-31.

14 Hartley R. et al. The education and training of learning technologists: A competences approach // Educational Technology & Society. – 2010. – Vol. 13, Issue 2. – P. 206-216.

15 Gikas J., Grant M.M. Computing Devices in Higher Education: Student Perspectives on Learning with Cellphones, Smartphones & Social Media // The Internet and Higher Education. – 2013. – Vol. 19. – P. 18-26.

16 Pande D., Wadhai V.M., Thakare V.M. E-learning system and higher education // International Journal of Computer Science and Mobile Computing. – 2016. – Vol. 5, Issue 2. – P. 274-280.

17 Берсенева О.В. Модель формирования исследовательских компетенций студентов – будущих учителей математики // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2016. – №4(169). – С. 65-69.

18 Абдуразакова Д.М., Саиева З.Х. К вопросу о развитии ключевых компетенций учащихся во внеурочной деятельности // Мир науки, культуры, образования. – 2016. – №6(61). – С. 7-9.

19 Егорова Е.М. Формирование общих компетенций в обучении математике студентов технических специальностей среднего профессионального образования // Современное педагогическое образование. – 2018. – №6. – С. 130-133.

20 Козырева Т.А. Формирование общих и профессиональных компетенций на уроках математики // Современные научные исследования: исторический опыт и инновации (Якаевские чтения. – 2020): сб. матер. 16-й всерос. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2020. – С. 103-113.

21 Савинова А.Е. Формирование компетенций студентов в рамках компетентностного подхода в современной системе образования // Мир науки, культуры, образования. – 2020. – №6(85). – С. 408-410.

22 Турткараева Г.Б. Формирование профессиональной компетентности учителей математики в условиях вуза // Вестник Казахского национального женского педагогического университета. – 2019. – №(3). – С. 76-82.

23 Анисова Т.Л. Методика формирования математических компетенций бакалавров технического вуза на основе адаптивной системы обучения: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – М., 2013. – 200 с.

24 Георге И.В. Педагогические условия организации самостоятельной работы в структуре формирования профессиональных компетенций студентов образовательных организаций высшего образования: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08. – СПб., 2016. – 192 с.

25 Басалаева Н.В., Захарова Т.В. Ключевые компетенции как интегральный результат современного образования // Сибирский педагогический журнал. – 2012. – №5. – С. 183-185.

26 Spector J.M. Foundations of educational technology: Integrative approaches and interdisciplinary perspectives. – NY.: Routledge, 2015. – 278 p.

27 Чудинский Р.М., Малев В.В., Гаркавенко Г.В. и др. Профессиональные компетенции будущих учителей математики: анализ результатов вузовского исследования // КПЖ. – 2022. – №6(155). – С. 30-42.

28 Чудинский Р.М., Малев В.В., Гаркавенко Г.В. и др. Результаты исследования предметных и методических компетенций выпускников педагогического вуза - будущих учителей математики // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – №9-3(111). – С. 94-104.

29 Абылкасымова А.Е., и Жумагулова З.А. О некоторых аспектах содержания математического образования в школе и педвузе. // Наука и школа. – 2016. – №1. – С. 157-161.

30 Стефанова Н.Л. Предметно-методическая составляющая готовности бакалавров к профессиональной деятельности учителя математики // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2019. – №191. – С. 80-90.

31 Галустов А.Р., Герлах И.В., Голодов Е.А. и др. Предметные и методические компетенции учителей математики, проявляющиеся в условиях цифровой трансформации образования // Перспективы науки и образования. – 2022. – №3(57). – С. 658-679.

32 Василевская Е.А. Профессиональная направленность обучения высшей математике студентов технических вузов: учеб. пос. – М., 2021. – 178 с.

33 Талызина Н.Ф. Методика обучения математике. Формирование приемов математического мышления. – Изд. 2-е, перер. и доп. – М.: Юрайт, 2023. – 193 с.

34 Колбина Е.В. Математическая компетентность студентов технических направлений бакалавриата: критерии и показатели ее оценки // Фундаментальные исследования. – 2015. – №2-9. – С. 1981-1987.

35 Бэгз Н., Сюунтуя Д. Роль информационных технологий в формировании информационно-математической культуры и информационно-математической компетентности // Инновационные педагогические технологии в образовании. – 2017. – №1(39). – С. 10-109.

36 Капкаева Л.С. Реализация преемственности в развитии математических способностей школьников и студентов вуза математических профилей педагогического направления // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – №6. – С. 44-50.

37 Абдусаламов Р.А., Пирметова С.Я. Реализация компетентного подхода к преподаванию дисциплины «Математика» в вузе // Педагогический журнал. – 2018. – Т. 8, №6А. – С. 210-217.

38 Анисова Т.Л. Математические компетенции бакалавров-инженеров: определение, категории, уровни и их оценка // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – №11-4. – С. 493-497.

- 39 Сетько Е.А., Медведева В.Ю. Использование инновационных активных методов преподавания для формирования математической компетентности // Образование и проблемы развития общества. – 2019. – №1(7). – С. 60-67.
- 40 Матвейкина В.П. Модель формирования математической компетентности студентов университета // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2012. – №2(138). – С. 115-121.
- 41 Бушмелева Н.А., Разова Е.В. Компетентностный подход в современном математическом образовании // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2014. – Т. 16. – С. 51-55.
- 42 Боровикова А.В., Васильева Е.В. Компетентностная модель профессионального развития педагога // Вестник Южно-Уральского Государственного Гуманитарно-Педагогического Университета. – 2014. – №7. – С. 41-53.
- 43 Щербатых С.В., Мегрикян И.Г. Контекстно-эмпирический подход в формировании математической компетентности обучающихся гуманитарных направлений подготовки в вузе // Вестник РУДН. – 2016. – №4. – С. 88-97.
- 44 Кузенков О.А., Захарова И.В. Компетенции цифровой культуры в математическом образовании и их формирование // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2021. – №17(2). – С. 379-391.
- 45 Abidin Z., Mathrani A., Hunter R. et al. Challenges of integrating mobile technology into mathematics instruction in secondary schools: An Indonesian context // Computers in the Schools. – 2017. – Vol. 34, Issue 3. – P. 207-222.
- 46 Jones A.C., Scanlon E., Clough G. Mobile learning: Two case studies of supporting inquiry learning in informal and semiformal settings // Computers & Education. – 2013. – Vol. 61. – P. 21-32.
- 47 Svela A., Nouri J., Viberg O. et al. A systematic review of tablet technology in mathematics education // International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM). – 2019. – Vol. 13, Issue 8. – P. 139-158.
- 48 Kwon S., Kim W., Bae C. et al. The identity changes in online learning and teaching: Instructors, learners, and learning management systems // International Journal of Educational Technology in Higher Education. – 2021. – Vol. 18, Issue 1. – P. 67-81.
- 49 Taleb Z., Amineh A., Musavi M. The Effect of M-learning on Mathematics Learning. Procedia // Social and Behavioral Sciences. – 2019. – №171. – P. 23-34.
- 50 Tang D.M., Nguyen C.T.N., Bui H.N. et al. Mobile learning in mathematics education // Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education. – 2023. – Vol. 19, Issue 5. – P. 102-122.
- 51 Bano M., Zowghi D., Kearney M. et al. Mobile learning for science and mathematics school education: A systematic review of empirical evidence // Computers & Education. – 2018. – Vol. 121. – P. 30-58.
- 52 Crompton H., Burke D., Gregory K.H. et al. The use of mobile learning in science // Journal of Science Education and Technology. – 2016. – Vol. 25, Issue 2. – P. 149-160.

53 Al-Hunaiyyan A., Al-Sharhan S., Alhajri R. A new mobile learning model in the context of the smart class rooms environment: a holistic approach // *Int. J. Interact. Mob. Technol.* – 2017. – Vol. 11. – P. 39-56.

54 John-Harmen V. et al. Using Mobile Phones to Improve Educational Outcomes: An Analysis of Evidence from Asia. *International Review of Research in Open and Distance Learning.* – 2010. – Vol. 11, Issue 1. – P. 117-140.

55 Morel, G.M., Spector, J.M. *Foundations of Educational Technology: Integrative Approaches and Interdisciplinary Perspectives.* – Ed. 3rd. – NY.: Routledge, 2022. – 277 p.

56 Mangal S.K., Mangal U. *Essentials of educational technology.* – New Delhi: Asoke K. Ghosh, 2009. – 836 p.

57 Pimmer C., Mateescu M., Gröhbiel U. Mobile and ubiquitous learning in higher education settings // *A systematic review of empirical studies. Computers in Human Behavior.* – 2016. – Vol. 63. – P. 490-501.

58 Albano G. E-mathematics engineering for effective learning // In book: *Advances in mathematics education.* – Chan: Springer, 2017. – P. 349-370.

59 YawAsabere N. Benefits and Challenges of Mobile Learning Implementation // *International Journal of Computer Applications.* – 2013. – Vol. 73, Issue 1. – P. 23-27.

60 Wong L.H. A learner-centric view of mobile seamless learning // *British Journal of Educational Technology.* – 2012. – Vol. 43, Issue 1. – P. 19-23.

61 Spector J.M., Ren Y. History of educational technology // In book: *The SAGE Encyclopedia of Educational Technology.* – Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2015. – P. 3-31.

62 Ferreira J.B., Klein A.Z., Freitas A et al. Mobile learning: Definition, uses and challenges // *Cutting-edge Technologies in Higher Education.* – 2013. – Vol. 6. – P. 47-82.

63 Almajali D.A., Al-Lozi M. Determinants of the actual use of e-learning systems: An empirical study on Zarqa University in Jordan // *Journal of Social Sciences.* – 2016. – Vol. 5. – P. 172-200.

64 Kattoua Ta., Al-Lozi M., Alrowwad A. A review of literature on E-learning systems in higher education // *International Journal of Business Management & Economic Research.* – 2018. – Vol. 7. – P. 754-762.

65 Horton, W. *E-learning by design.* – San Francisco: John Wiley & Sons. – 2011. – 640 p.

66 Dunn T.J., Kennedy M. Technology enhanced learning in higher education; motivations, engagement and academic achievement // *Computers & Education.* – 2019. – Vol. 137. – P. 104-113.

67 Aparicio M. et al. An e-learning theoretical framework // *Journal of Educational Technology & Society.* – 2016. – Vol. 19, Issue 1. – P. 292-307.

68 Bond M., Bedenlier S. Facilitating student engagement through educational technology: Towards a conceptual framework // *Journal of Interactive Media in Education.* – 2019. – Vol. 1, Issue 14. – P. 45-58.

69 Abuhassna H., Al-Rahmi W.M., Yahya N. et al. Development of a new model on utilizing online learning platforms to improve students' academic achievements and satisfaction // *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. – 2020. – Vol. 17, Issue 1. – P. 38-45.

70 Bovill C. Co-creation in learning and teaching: The case for a whole-class approach in higher education // *Higher Education*. – 2020. – Vol. 79, Issue 6. – P. 1023-1037.

71 Bovill C., Woolmer C. How conceptualizations of curriculum in higher education influence student-staff co-creation in and of the curriculum // *Higher Education*. – 2019. – Vol. 78, Issue 3. – P. 407-422.

72 Domingo M.G., Antoni G. Exploring the use of educational technology in primary education: Teachers' perception of mobile technology learning impacts and applications' use in the classroom // *Comput. Hum. Behav.* – 2016. – Vol. 56. – P. 21-28.

73 Kuimova M.V., Anastasiya K., Alexey T. E-learning as a means to improve the quality of higher education learning to undergraduate midwifery students from a practice based perspective // *Nurse Education in Practice*. – 2016. – Vol. 14, Issue 2. – P. 35-10.

74 Blau I., Shamir-Inbal T., Avdiel O. How does the pedagogical design of a technology-enhanced collaborative academic course promote digital literacies, self-regulation, and perceived learning of students? // *The Internet and Higher Education*. – 2020. – Vol. 45. – P. 78.-87.

75 Findik-Coşkunçay D., Alkiş N., Özkan-Yildirim S. A structural model for students' adoption of learning management systems: An empirical investigation in the higher education context // *Journal of Educational Technology & Society*. – 2018. – Vol. 21, Issue 2. – P. 13-27.

76 Keengwe J., Schnellert G., Jonas D. Mobile phones in education: Challenges and opportunities for learning // *EducInfTechnol*. – 2012. – Vol. 19, Issue 2. – P. 441-450.

77 Dhaheri L., Ezziane Z. Mobile learning technologies for 21st-century educators: opportunities and challenges in the UAE // *International Journal of Mobile Learning and Organisation*. – 2015. – Vol. 9, Issue 3. – P. 218-239.

78 Sharples M. Mobile learning: research, practice and challenges // *Distance Education in China*. – 2013. – Vol. 3, Issue 5. – P. 5-11.

79 Mothibi G. A Meta-Analysis of the Relationship between E-Learning and Students' Academic Achievement in Higher Education // *Journal of Education and Practice*. – 2015. – Vol. 6, Issue 9. – P. 6-10.

80 Al-Samarraie H., Selim H., Teo T. et al. Isolation and distinctiveness in the design of e-learning systems influence user preferences // *Interactive Learning Environments*. – 2017. – Vol. 25, Issue 4. – P. 452-466.

81 Huan Y., Li X., Aydeniz M. et al. Mobile Learning Adoption: An Empirical Investigation for Engineering Education // *International Journal of Engineering Education*. – 2015. – Vol. 31, Issue31. – P. 1081-1091.

82 Almutairy S.M., Davies T., Dimitriadi Y. The Readiness of Applying m-learning among Saudi Arabian Students at Higher Education // *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*. – 2015. – Vol. 9, Issue 3. – P. 33-36.

83 Pechenkina E. Developing a typology of mobile apps in higher education: A national case- study // *Australasian Journal of Educational Technology*. – 2017. – Vol. 33, Issue 4. – P. 177-184.

84 Alfarani L. Exploring the Influences on Faculty Members' Adoption of Mobile Learning at King Abdulaziz University, Saudi Arabia: thes. ... doc. PhD. – Leeds: University of Leeds, 2016. – 324 p.

85 Gray J.A., DiLoreto M. The effects of student engagement, student satisfaction, and perceived learning in online learning environments // *International Journal of Educational Leadership Preparation*. – 2016. – Vol. 11, Issue 1. – P. 1-20.

86 Martín-Rodríguez Ó., Fernández-Molina J.C., Montero-Alonso M.Á. et al. Main components of satisfaction with e-learning // *Technology, Pedagogy and Education*. – 2016. – Vol. 24, Issue 2. – P. 267-272.

87 Lee Y., Hsieh Y., Ma C. A model of organizational employees' e-learning systems acceptance // *Knowledge-Based Systems*. – 2011. – Vol. 24, Issue 3. – P. 355-366.

88 Robert S., Arthur G., Hu X. et al. Design Recommendations for Intelligence Tutoring System. – Orlando, 2013. – Vol. 1. – 304 p.

89 Ahuja N.J., Sille R. A critical review of development of intelligent tutoring systems: Retrospect, present and prospect // *International Journal of Computer Science Issues*. – 2013. – Vol. 10, Issue 4. – P. 39-48.

90 Nouri J. et al. Exploring the Challenges of Supporting Collaborative Mobile Learning // *International Journal of Mobile and Blended Learning*. – 2011. – Vol. 3, Issue 4. – P. 54-69.

91 Cheng Y. Antecedents and consequences of e-learning acceptance // *Information Systems Journal*. – 2011. – Vol. 21, Issue 3. – P. 269-299.

92 Chang, V. The role and effectiveness of e-learning for the industry. – Saarbrücken: Lambert, 2015. – 144 p.

93 Park Y. A pedagogical framework for mobile learning: Categorizing educational applications of mobile technologies into four types // *The international review of research in open and distributed learning*. – 2011. – Vol. 12, Issue 2. – P. 78-102.

94 Moravec T., Stepanek P., Valenta P. The Influence of Using E-Learning Tools on the Results of Students at the Tests // *Procedia Social and Behavioural Sciences*. – 2015. – №176. – P. 81-86.

95 Al-Takhyneh B. Attitudes towards Using Mobile Applications in Teaching Mathematics in Open Learning Systems // *International Journal of E-Learning & Distance Educatio*. – 2018. – Vol. 33, Issue 1. – P. 180-192.

96 Yosiana Y., Djuandi D. et al. Mobile learning and its effectiveness in mathematics: *Journal of Physics // Procced. internat. conf. on Mathematics and Science Education*. – Jawa Barat, 2020. – P. 1-6.

- 97 Fabian K., Topping K.J., Barron I.G. Using mobile technologies for mathematics: Effects on student attitudes and achievement // *Educational Technology Research and Development*. – 2018. – Vol. 66, Issue 5. – P. 1119-1139.
- 98 Supandi S. et al. The Effect of Mobile Phone Application on Mathematics Learning: Students Critical Thinking Skills // *Proceed. of the 1st internat. conf. on Education and Social Science Research*. – Djakarta, 2018. – P. 175-190.
- 99 Etcuban J., Pantinople L.D. The Effects of Mobile Application in Teaching High School Mathematics // *International Electronic Journal of Mathematics Education*. – 2018. – Vol. 13, Issue 3. – P. 249-259.
- 100 Supandi S., Ariyanto L., Kusumaningsih W. et al. Mobile phone application for mathematics learning // *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. – 2018. – Vol. 983. – P. 210-223.
- 101 Begum J. et al. Is ICT Mediated Brain Based Teaching a Real Escalating Modus Operandi in Teaching Mathematics // *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*. – 2019. – Vol. 8, Issue 12. – P. 463-469.
- 102 Fabian K., Topping K.J. Putting “mobile” into mathematics: Results of a randomized controlled trial // *Contemporary Educational Psychology*. – 2019. – Vol. 59. – P. 1-12.
- 103 Meletiou-Mavrotheris M., Papparistodemou E., Christou C.M. Integrating mobile devices in the mathematics curriculum: A case study of a primary school in Cyprus // *International Journal of Mobile and Blended Learning*. – 2019. – Vol. 11, Issue 3. – P. 19-37.
- 104 Krull G., Duart J.M. Research trends in mobile learning in higher education: A systematic review of articles (2011-2015) // *International Review of Research in Open and Distance Learning*. – 2017. – Vol. 18, Issue 7. – P. 1-23.
- 105 Acikgul K., Sad S.N. Mobile technology acceptance scale for learning mathematics: Development, validity, and reliability studies // *International Review of Research in Open and Distance Learning*. – 2020. – Vol. 21, Issue 4. - P. 161-179.
- 106 Drigas A.S., Pappas M.A. A review of mobile learning applications for mathematics // *International Journal of Interactive Mobile Technologies*. – 2015. – Vol. 9, Issue 3. – P. 18-23.
- 107 I-Khateeb M.A. The effect of teaching mathematical problems solving through using mobile learning on the seventh grade students’ ability to solve them in Jordan // *International Journal of Interactive Mobile Technologies*. – 2018. – Vol. 12, Issue 3. – P. 178-191.
- 108 Northey G., Bucic T., Chylinski M. et al. Increasing student engagement using asynchronous learning // *Journal of Marketing Education*. – 2015. – Vol. 37, Issue 3. – P. 171-180.
- 109 Terras M., Ramsay J. The five central psychological challenges facing effective mobile learning // *British Journal of Educational Technology*. – 2012. – Vol. 43, Issue 5. – P. 820-832.

110 Ahmad T. Scenario based approach to re-imagining future of higher education which prepares students for the future of work // Higher Education Skills and Work-Based Learning. – 2019. – Vol. 10, Issue 1. – P. 217-238.

111 Hietajärvi L., Salmela-Aro K., Tuominen H. et al. Beyond screen time: Multidimensionality of socio-digital participation and relations to academic well-being in three educational phases // Computers in Human Behavior. – 2019. – Vol. 93. – P. 13-24.

112 Tarhini A., Hone K., Liu X. The effects of individual differences on e-learning users' behaviour in developing countries: A structural equation model // Computers in Human Behaviour. – 2014. – Vol. 41. – P. 153-163.

113 Abdullah F., Rupert W. Developing a General Extended Technology Acceptance Model for E-Learning (GETAMEL) by analysing commonly used external factors // Computers in Human Behavior. – 2016. – Vol. 56. – P. 238-256.

114 Olson M.H. An introduction to theories of learning. – NY.: Routledge, 2015. – 480 p.

115 Wang W., Schmidt-Crawford D., Jin Y. Preservice teachers' TPACK development: A review of literature // Journal of Digital Learning in Teacher Education. – 2018. – Vol. 34, Issue 4. – P. 234-258.

116 Koh J.H.L., Chai C.S., Tsai C.C. Examining practicing teachers' perceptions of technological pedagogical content knowledge (TPACK) pathways: a structural equation modelling approach // Instructional Science. – 2018. – Vol. 41, Issue 4. – P. 793-809.

117 Samarji A. Technological, pedagogical and content knowledge (TPACK): Unpacking the TPACK features // QScience Proceed. – 2015. – Vol. 3. – P. 4-11.

118 Scholtz B., Kapeso M. An m-learning framework for ERP systems in higher education // Interactive Technology and Smart Education. – 2015. – Vol. 11, Issue 4. – P. 287-301.

119 Khaddage F., Lai W. et al. A model driven framework to address challenges in a mobile learning environment // EducInfTechnol. – 2015. – Vol. 20, Issue 4. – P. 625-640.

120 Sung Y.T., Lee H.Y., Yang J.M. et al. The quality of experimental designs in mobile learning research: A systemic review and selfimprovement tool // Educational Research Review. – 2019. – Vol. 28. – P. 100279-1-100279-21.

121 Shiraz M., Gani A. et al. A review on distributed processing frameworks in smart mobile devices for mobile cloud computing // Communications Surveys and Tutorials, IEEE. – 2019. – Vol. 15, Issue 3. – P. 1294-1313.

122 Полат Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: учеб. пос. – М.: Академия, 2019. – 272 с.

123 Bocconi S., Chiocciariello A., Kampilis P. et al. Reviewing computational thinking in Compulsory Education. – Luxembourg. 2022. – 138 p.

124 Aebersold M., Rasmussen J., Mulrenin T. Virtual everest: Immersive virtual reality can improve the simulation experience // Clinical Simulation in Nursing. – 2022. – Vol. 38. – P. 1-4.

125 Al Amri A.Y., Osman M.E., Al Musawi A.S. The effectiveness of a 3D-virtual reality learning environment (3D-VRLE) on the Omani eighth grade students' achievement and motivation towards physics learning // *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*. – 2020. – Vol. 15, Issue 5. – P. 4-16.

126 Haßler B., Major L., Hennessy S. Tablet use in schools: a critical review of the evidence for learning outcomes // *Journal of Computer Assisted Learning*. – 2016. – Vol. 32, Issue 2. – P. 139-156.

127 Kearney M., Maher D. Mobile learning in pre-service teacher education: Examining the use of professional learning networks // *Australian Journal of Educational Technology*. – 2019. – Vol. 35, Issue 1. – P. 135-158.

128 Liu C.-Y., Wu C.-J., Wong W.-K. et al. Scientific modelling with mobile devices in high school physics labs // *Computers and Education*. – 2017. – Vol. 105. – P. 44-56.

129 Bullock A., Dimond R., Webb K. et al. How a Mobile App Supports the Learning and Practice of Newly Qualified Doctors in the UK: An Intervention Study // *BioMedCentral Medical Education*. – 2015. – Vol. 15. – P. 71-1-71-6.

130 Armougum A., Orriols E., Gaston-Bellegarde A. et al. Virtual reality: A new method to investigate cognitive load during navigation // *Journal of Environmental Psychology*. – 2019. – Vol. – P. 101338-1-101338-15.

131 Koehler M.J., Mishra P., Kereluik K. et al. The Technological Pedagogical Content Knowledge Framework // In book: *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. – NY., 2014. – P. 101-111.

132 Shudong W., Higgins M. Limitations of mobile phone learning // *The JALT CALL Journal*. – 2016. – Vol. 2, Issue 2. – P. 3-14.

133 Темербекова А.А. Педагогические условия формирования профессиональной направленности будущего учителя математики на базе компетентностного и акмеологического подходов // *Вестник Томского государственного педагогического университета*. – 2014. – №11(152). – С. 154-158.

134 Fischer H., Heise L., Heinz M. et al. How to identify e-learning trends in academic teaching: Methodological approaches and the analysis of scientific discourses // *Interactive Technology and Smart Education*. – 2015. – Vol. 12, Issue 1. – P. 31-43.

135 Сакибаев С.Р., Сакибаева Б.Р., Байдильдинов Т.Ж. и др. The use of M-learning in the educational process of higher educational institutions // *Вестник КазНПУ имени Абая*. – 2023. – №2(78). – С. 70-83.

136 Sakibayev S.R. Mobile-based learning in school mathematics // *Наука и жизнь Казахстана*. – 2019. – №12/3. – С. 177-180.

137 Сеитова С.М., Сакибаева Б.Р. The educational benefits of using mobile technology in a computer-enabled mathematical modeling class // *Қазақстанның ғылымы мен өмірі* – 2019. – №10. – С. 153-156.

138 Sakibayev S.R. The educational impact of using mobile technology in a database course in college // *Interactive Technology and Smart Education*. – 2019. – Vol. 16, Issue 4. – P. 363-380.

139 Сакибаев С.Р., Сакибаева Б.Р. Mobile learning in mathematical education // Векторы развития современной науки: матер. 7-й междунар. науч.-практ. конф. – Уфа, 2020. – С. 2-5.

140 Sakibayev S.R. College-level mathematical modelling with mobile devices // Kybernetes. – 2022. – Vol. 51, Issue 4. – P. 1326-1340.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Акты внедрения

ГКУ "СШ №5 им.А.Жубанова
с ДМЦ" ГУ "Отдел образования
г.Капшагай"

Директор Карпиленко А.А.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Данный акт внедрения подтверждает внедрение результатов научной работы PhD докторанта Жетысуского государственного университета имени Ильяса Жансугурова Сакибаева Спартак Разаховича на тему «Формирование профессиональных компетенций студентов математического профиля с использованием технологии мобильного обучения».

Проведенная опытно-экспериментальная работа и результаты научного исследования Сакибаева С. Р. внедрены в факультативные занятия по математике в 2019-2020 учебном году для учащихся 9 и 10 классов школы СШ №5 им.А.Жубанова. В процессе внедрения было выявлено положительное влияние использования мобильных технологий на мотивацию и интерес учащихся к предмету.

Директор
Учитель математики



Карпиленко А.А.
Дайбова Т В

УТВЕРЖДАЮ



**Директор Высшего
политехнического колледжа, к.ф.-м.н.**

Е.Б.Мукажанов

05 _____ 2022г

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

**результатов диссертационного исследования докторанта ОП 8D01501–
Математика Сакибаева С. Р. на тему «Формирование
профессиональных компетенций будущих учителей математики с
использованием мобильных приложений»**

Настоящим актом подтверждаем, что основные научные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы Сакибаева С.Р. на тему «Формирование профессиональных компетенций будущих учителей математики с использованием мобильных приложений» внедрены и эффективно используются для совершенствования методической подготовки преподавателей математики в деятельности Талдыкорганского Высшего политехнического колледжа.

Разработанная технология формирования профессиональной компетентности преподавателей математики обеспечивает более успешное формирование профессионально-методической компетентности; проектирование учебных занятий по математике в соответствии с современными требованиями, эффективному применению информационно-коммуникационных и образовательных технологий в профессиональной деятельности; решению новых задач в профессиональной деятельности в условиях обновления содержания образовательного процесса с учетом изменений в науке и технике.

Результаты диссертационного исследования будут также в дальнейшем использованы для повышения эффективности образовательного процесса; методики организации и осуществления учебного процесса по математике в условиях новой парадигмы образования; организации профессиональной деятельности в современной информационной и образовательной среде.

УТВЕРЖДАЮ



Директор Центра
повышения квалификации и
дополнительного образования

Калжанова Г.К.

2023 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

**результатов диссертационного исследования докторанта
ОП 8D01501– «Математика» Сакибаева С.Р.
на тему «Формирование профессиональных компетенций будущих
учителей математики с использованием мобильных приложений»**

Настоящим актом подтверждаю, что докторантом Сакибаевым С.Р. совместно с д.п.н., профессором Сеитовой С.М. была разработана программа курсов повышения квалификации на тему «Формирование профессиональных компетенций учителей математики с использованием мобильных приложений».

В период с 3 апреля по 29 апреля 2023 года совместно с Центром повышения квалификации и дополнительного образования Жетысуского университета имени Ильяса Жансугурова, д.п.н., профессором Сеитовой С.М. и докторантом Сакибаевым С.Р. были организованы и проведены курсы повышения квалификации для учителей математики общеобразовательных школ г.Талдыкорган и Жетысуской области. Трудоемкость курсов составила 72 часа.

В ходе проведения курсов повышения квалификации для учителей математики докторантом Сакибаевым С.Р. была проведена опытно-экспериментальная работа и апробированы результаты диссертационного исследования на тему «Формирование профессиональных компетенций будущих учителей математики с использованием мобильных приложений».

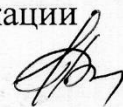
По итогам опытного обучения было проведено анкетирование среди учителей математики общеобразовательных школ для мониторинга и определения показателей уровня сформированности профессиональных компетенций с использованием мобильных технологий. Психологическая готовность к применению мобильных устройств в обучении проверялась вопросно-ответным методом, что является важным педагогическим условием для успешного применения электронных средств в процессе обучения. Слушатели курсов повышения квалификации были ознакомлены с

дидактическими возможностями мобильных приложений и технологий. Рассмотрены вопросы, связанные с эффективной подготовкой педагогов к использованию мобильных технологий в учебном процессе на современном этапе развития отечественной образовательной системы. Показана важность развития у учителей математики профессиональных компетенций с точки зрения дальнейшей плодотворной интеграции соответствующих технологий в образовательный процесс. Также были рассмотрены проблемы использования современных мобильных технологий в практике преподавания математики в основной школе, преимущества применения мобильных технологий в образовательном процессе, представлены передовые технологические решения отечественных и зарубежных разработчиков для обучения школьников математике, проведен анализ дидактических возможностей применения мобильных приложений и сервисов на различных этапах урока математики в основной школе.

Участниками курсов повышения квалификации была дана высокая оценка предложенным учебным материалам и проведенным занятиям. Также ими были отмечены преимущества использования мобильных технологий и приложений, мобильного обучения, а именно: возможность реализовать свой творческий потенциал при решении практических задач; поддержка в обучении людей с ограниченными возможностями; быстрота и легкость в распространении материалов. Кроме того, отмечалось, что мобильные технологии повышают уровень грамотности и осведомленности, активизируют обучение и общение между обучающимися и способствуют дальнейшему развитию личности.

Считаю, что предложенная докторантом Сакибаевым С.Р. концепция может быть эффективно использована для формирования профессиональных компетенций учителей математики с использованием мобильных технологий и приложений и способствовать реализации следующих педагогических условий: формирование положительной мотивации у учителей математики к овладению профессиональными компетенциями; использование форм, средств и методов интерактивного обучения для активизации самостоятельной деятельности студентов по освоению ими профессиональными компетенциями для осуществления будущей профессиональной деятельности.

Координатор Центра повышения квалификации
и дополнительного образования



Шегебаева А.Т.

Научный руководитель



Сеитова С.М.

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЖЕНСКИЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института физики,
математики и цифровых технологий

 Г.И.Салгараева
« 25 » « 05 » 2023 г.

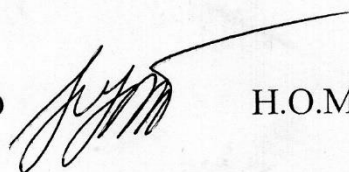
АКТ

**о внедрении результатов научно-исследовательской работы
в учебный процесс**

Настоящий акт подтверждает, что результаты научно-исследовательской работы докторанта PhD Жетысуского университета имени Ильяса Жансугурова ОП 8D01501– Математика Сакибаева Спартака Разаховича по теме «Формирование профессиональных компетенций будущих учителей математики с использованием мобильных приложений» были внедрены в элективную дисциплину «Прикладные пакеты в обучении математике» ОП «6B01501-Математика» Казахского Национального женского педагогического университета, высшей школы математики, физики и цифровых технологий, кафедры математики в 2021-2022, 2022-2023 учебные года в объеме 5 академических кредитов.

В процессе апробации были получены положительные результаты по формированию профессиональных компетенций будущих учителей математики с использованием мобильных приложений и показано, что компетентностный подход к профессиональной подготовке будущих учителей математики является одним из путей модернизации системы высшего профессионального образования на современном этапе,

Програмный лидер, PhD



Н.О.Мекебаев

ЖЕТЫСУСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И. ЖАНСУГУРОВА

Утверждаю

Председатель Правления –
Ректор

НАО «Жетысуский университет
имени Ильяса Жансугурова,
д.г.н., профессор

К. Баймырзаев



2023г.

АКТ О ВНЕДРЕНИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС научно-исследовательской работы

Комиссия Жетысуского университета имени И.Жансугурова в составе: председатель: Таубаев Б.Р. – член Правления-проректор по Академическим вопросам, члены: Кыдырбаева Г.Т. - директор департамента по академическим вопросам, Ашкеева Н.Н. - начальник учебно-методического отдела высшего и послевузовского образования. декан высшей школы естествознания Есенгабылов И.Ж., председатель академического комитета высшей школы естествознания Забиева К.К., руководитель ОП по физико-математическому направлению Гаврилова Е.Н., руководитель ОП по педагогической информатике Жиёмбаев Ж.Т. составили настоящий акт о том, что в 2019-2023 учебные года на ОП по физико-математическому направлению и ОП по педагогической информатике высшей школы естествознания проводились опытно-экспериментальные исследования в контексте изучения проблемы использования мобильных приложений в процессе формирования профессиональных компетенций будущих учителей математики. Научные результаты внедрены в образовательный процесс в форме диссертационной работы докторанта ОП 8D01501– Математика Сакибаева С.Р. на тему «Формирование профессиональных компетенций будущих учителей математики с использованием мобильных приложений», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по ОП 8D01501– Математика.

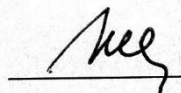
Полученный педагогический эффект от внедрения позволяет:
Был проведен поиск, выбор, анализ и апробация технических и программных средств, способствующих формированию профессиональных компетенций будущих учителей математики. Была сконструирована модель, выявлены и научно обоснованы педагогические условия, обеспечивающие эффективное формирование у будущих учителей математики профессиональных

компетенций с использованием мобильных технологий. Сформулированы методические рекомендации по использованию модели в учебном процессе. Доказана эффективность разработанной модели формирования профессиональных компетенций будущих учителей математики с использованием информационных технологий.

Экспериментальное исследование будет способствовать эффективному формированию профессиональных компетенций у будущих учителей математики с использованием информационных и коммуникационных технологий, формированию положительной мотивации у будущих учителей математики к овладению профессиональными компетенциями, осуществлению методического обеспечения (модульная программа, электронный учебник, методические рекомендации) процесса формирования профессиональных компетенций у будущих учителей математики, использованию форм, средств и методов интерактивного обучения для активизации учебной, исследовательской и самостоятельной деятельности студентов по освоению ими профессиональными компетенциями, проведению мониторинга на основе разработанных критериев и показателей уровня сформированности профессиональных компетенций у будущих учителей математики.

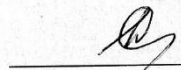
Члены комиссии:

Член Правления-проректор по АВ



Таубаев Б.Р.

Директор департамента по АВ



Кыдырбаева Г.Т.

Начальник УМОВиПО



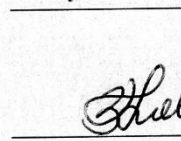
Ашкеева Н.Н.

Декан высшей школы



Есенгабылов И.Ж.

Председатель академического комитета



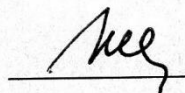
Забиева К.К.

компетенций с использованием мобильных технологий. Сформулированы методические рекомендации по использованию модели в учебном процессе. Доказана эффективность разработанной модели формирования профессиональных компетенций будущих учителей математики с использованием информационных технологий.

Экспериментальное исследование будет способствовать эффективному формированию профессиональных компетенций у будущих учителей математики с использованием информационных и коммуникационных технологий, формированию положительной мотивации у будущих учителей математики к овладению профессиональными компетенциями, осуществлению методического обеспечения (модульная программа, электронный учебник, методические рекомендации) процесса формирования профессиональных компетенций у будущих учителей математики, использованию форм, средств и методов интерактивного обучения для активизации учебной, исследовательской и самостоятельной деятельности студентов по освоению ими профессиональными компетенциями, проведению мониторинга на основе разработанных критериев и показателей уровня сформированности профессиональных компетенций у будущих учителей математики.

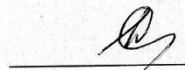
Члены комиссии:

Член Правления-проректор по АВ



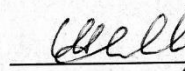
Таубаев Б.Р.

Директор департамента по АВ



Кыдырбаева Г.Т.

Начальник УМОВиПО



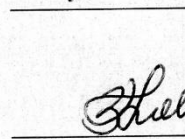
Ашкеева Н.Н.

Декан высшей школы



Есенгабылов И.Ж.

Председатель академического комитета



Забиева К.К.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Авторское свидетельство

КАЗАКСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

СВИДЕТЕЛЬСТВО
О ВНЕСЕНИИ СВЕДЕНИЙ В ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕЕСТР
ПРАВ НА ОБЪЕКТЫ, ОХРАНЯЕМЫЕ АВТОРСКИМ ПРАВОМ
№ 15921 от «16» марта 2021 года

Фамилия, имя, отчество, (если оно указано в документе, удостоверяющем личность) автора (ов):
АБЪЛКАРИМОВА А.ШЯТ. ГЛЕУШЕВНА, САКИБАЕВ СПАРТАК РАЗАХОВИЧ, КРИВАНКОВА
ЛЮДМИЛА СЕРГЕЕВНА

Вид объекта авторского права: **программа для ЭВМ**

Название объекта: **PROGRAMMING C#**

Дата создания объекта: **05.03.2021**



Курсы: <http://www.kazpatent.kz/rj/cont.htm>
"Авторские курсы" Белгінде тексеруе болсады: <https://copyright.kazpatent.kz>

Подлинность документа возможно проверить на сайте [kazpatent.kz](http://www.kazpatent.kz)
в разделе «Авторское право» <https://copyright.kazpatent.kz>

Подписано ЭЦП

Оспанов Е.К.



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Факультативный курс “Математическое моделирование на мобильных устройствах”

Программа факультативного курса “Математическое моделирование на мобильных устройствах”

Описание работы: Одним из наиболее эффективных путей повышения уровня образовательного процесса является использование мобильных информационных технологий и приложений. Мобильные информационные технологии и приложения не только способствуют развитию такой компоненты математической компетентности как информационные компетенции, но также формируют и развивают у обучающихся навыки независимого исследования и логического и аналитического мышления, стимулируют их мотивационные установки и интерес к учебе и повышают уровень их академической успеваемости в рамках изучения математической дисциплины.

Процесс подготовки учителей математики должен быть полностью переориентирован на использование достижений в области мобильных образовательных технологий. Готовность учителей математики развивать свои информационные компетенции посредством мобильных технологий и приложений окажет положительное влияние на их профессиональный рост и в конечном итоге положительно скажется на всей системе подготовки будущих востребованных специалистов, которые могут решать профессиональные задачи не только в своей сфере, но и в других смежных отраслях.

Цель курса: обеспечить прочное овладение обучающимися навыками решения математических моделей из области дифференциальных уравнений посредством мобильных технологий и приложений.

Задачи курса:

1. Обосновать важность решения задач и математических моделей из области дифференциальных уравнений посредством мобильных технологий и приложений.
2. Сформировать у обучающихся умения и навыки в области составления и анализа математических моделей.
3. Развить у обучающихся навыки логического и критического мышления.
4. Привить обучающимся вычислительную культуру.
5. Ознакомить обучающихся с основными методами численного и приближенного решения дифференциальных уравнений.
6. Обучить методам оптимизации решения математической модели для использования на мобильных устройствах.
7. Стимулировать исследовательские навыки обучающихся.
8. Поддерживать интерес обучающихся к вычислительному аспекту математики и современным информационным образовательным технологиям.
9. Повышать общую академическую успеваемость обучающихся.

10. Прививать обучающимся интерес к учебной деятельности.

Требования к уровню подготовки обучающихся

Пререквизиты:

1. Базовые практические умения в области дифференциального исчисления включая нахождение пределов и вычисления производных и дифференциалов.

2. Базовые практические умения в области интегрального исчисления включая умения применять методы замены переменной и интегрирования по частям.

3. Базовые практические умения в области решения обыкновенных дифференциальных уравнений методом разделения переменных.

4. Знание основных свойств степенной, показательной, логарифмической и тригонометрических функций.

5. Базовые навыки владения мобильными технологиями и приложениями.

В результате прохождения курса обучающийся должен владеть:

1. Основными навыками численного и приближенного решения дифференциальных уравнений.

2. Основными методами оптимизации численных и приближенных решений дифференциальных уравнений.

3. Общими навыками в области составления вычислительных алгоритмов для решения математических задач и моделей.

Место предмета в учебном плане

Факультативный курс “Математическое моделирование на мобильных устройствах” включает в себя материал из базового курса математического анализа, линейной алгебры и обыкновенных дифференциальных уравнений. Примерная программа рассчитана на 60 часов (2 часа в неделю 2 течения двух семестров).

Таблица В.1 – Учебно-тематическое планирование

№ занятия	Содержание	Количество часов
1	2	3
1	Ознакомление с задачами курса	2
2	Входные и выходные данные модели	2
3	Приближенные числа и действия с ними	2
4	Понятие интерполяции	2
5	Понятие итерации	2
6	Степенной ряд	2
7	Ряд Тейлора	2
8	Оценка погрешности	2
9	Конечные разности	2
10	Сплайны	2
11	Равномерные приближения	2
12	Квадратурные формулы	2
13	Правило Рунге	2

Продолжение таблицы В.1

1	2	3
14	Численные методы решения задачи Коши	2
15	Методы минимизации невязки	2
16	Метод последовательных приближений	2
17	Метод ломаных Эйлера	2
18	Улучшенный метод ломаных Эйлера	2
19	Улучшенный метод Эйлера-Коши	2
20	Метод Рунге-Кутга	2
21	Формула Адамса	2
22	Метод изоклин	2
23	Одношаговые численные методы	2
24	Явная схема Эйлера	2
25	Аппроксимации	2
26	Разностные схемы	2
27	Метод Пикара	2
28	Метод степенных рядов	2
29	Построение вычислительных схем	2
30	Системы дифференциальных уравнений	2

Рекомендуемая литература

1. Численные методы / под ред. Лапчика М.П.. - М.: Academia, 2017. - 608 с.
2. Бахвалов Н.С. Численные методы. Решения задач и упражнения: Учебное пособие / Н.С. Бахвалов, А.А Корнев, Е.В. Чижонков. - М.: Бином, 2016. - 352 с.
3. Бахвалов Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях: Учебное пособие / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. - М.: Бином, 2015. - 240 с.
4. Вабищевич П.Н. Численные методы: Вычислительный практикум. Практическое применение численных методов при использовании алгоритмического языка PYTHON / П.Н. Вабищевич. - М.: Ленанд, 2019. - 320 с.
5. Вабищевич П.Н. Численные методы: Вычислительный практикум / П.Н. Вабищевич. - М.: Ленанд, 2016. - 320 с.
6. Вабищевич П.Н. Численные методы: Вычислительный практикум. Практическое применение численных методов при использовании алгоритмического языка PYTHON / П.Н. Вабищевич. - М.: Ленанд, 2016. - 320 с.
7. Гоц А.Н. Численные методы расчета в энергомашиностроении: Учебное пособие / А.Н. Гоц. - М.: Форум, 2018. - 416 с.
8. Гулин А.В. Введение в численные методы в задачах и упражнениях: Учебное пособие / А.В. Гулин, В.А. Морозова, О.С. Мажорова. - М.: Инфра-М, 2017. - 432 с.
9. Ерохин Б.Т. Численные методы: Учебное пособие / Б.Т. Ерохин. - СПб.: Лань КИТ, 2016. - 256 с.

10. Зализняк В.Е. Численные методы. основы научных вычислений: Учебник и практикум для академического бакалавриата / В.Е. Зализняк. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 356 с.
11. Зарипов Р.С. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения: Учебное пособие / Р.С. Зарипов, Е.Р. Валяева. - СПб.: Лань П, 2016. - 400 с.
12. Зорин Л.Н. Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab: Учебное пособие / Л.Н. Зорин. - СПб.: Лань, 2016. - 328 с.
13. Калиткин Н.Н. Численные методы: В 2 кн. Кн. 1. Численный анализ: Учебник / Н.Н. Калиткин. - М.: Academia, 2018. - 48 с.
14. Калиткин Н.Н. Численные методы: В 2 кн. Кн. 2. Методы математической физики: Учебник / Н.Н. Калиткин. - М.: Academia, 2018. - 48 с.
15. Квасов Б.И. Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab: Учебное пособие / Б.И. Квасов. - СПб.: Лань, 2016. - 328 с.
16. Киреев В.И. Численные методы в примерах и задачах: Учебное пособие / В.И. Киреев, А.В. Пантелеев. - СПб.: Лань, 2015. - 448 с.
17. Козловский В. Численные методы. Курс лекций: Учебное пособие / В. Козловский, Э. Козловская, Н. Савруков. - СПб.: Лань П, 2016. - 208 с.
18. Косарев В.П. Численные методы линейной алгебры: Учебное пособие / В.П. Косарев, Т.Т. Андрющенко. - СПб.: Лань П, 2016. - 496 с.
19. Левин В.А. Т.2. Численные методы. Параллельные вычисления на ЭВМ / В.А. Левин. - М.: Физматлит, 2015. - 544 с.
20. Левин В.А. Нелинейная вычислительная механика прочности. Т.2 Численные методы / В.А. Левин. - М.: Физматлит, 2015. - 544 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Таблица Г.1 – Критерии оценивания заданий

Критерий	А	В	С	Д
<i>Завершённость</i>	Все задание выполнено	Большая часть задания выполнена	Меньшая часть задания выполнена	Задание не выполнено
<i>Своевременность</i>	Задание выполнено в срок	Задание было выполнено на 1 день позже срока	Задание было выполнено на 2 дня позже срока	Задание было выполнено на 3 и более дней позже установленного срока
<i>Корректность</i>	Все решения правильные. Модель построена. Входные данные верны. Все промежуточные вычисления дают правильный результат. Конечный результат вычислений записан в соответствующем формате	Большая часть решения верна. Модель построена. Входные данные верны. Все промежуточные вычисления дают правильный результат. Конечный результат вычислений не предоставляется в соответствующем формате.	Меньшая часть решения верна. Входные данные неверны. Некоторые или все промежуточные вычисления дают неправильный результат. Конечный результат вычислений не приводится в соответствующем формате.	Решение полностью или в основном неверное. Либо модель не построена, либо имеют место следующие проблемы: Введенные данные неверны; Некоторые или все промежуточные вычисления дают неправильный результат. Конечный результат вычислений не приводится в соответствующем формате
<i>Показанная работа</i>	Вся работа показана подробно, с объяснением каждого шага решения.	Работа в основном показана подробно, но некоторые шаги решения оставлены без объяснения	Большая часть работы показана, но не показана, а большинство шагов решения оставлено без пояснений.	Работу вообще не показали.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Алгоритм использования U-критерия Манна-Уитни

В данной диссертации для статистической верификации полученных результатов используется метод критерия U Манна-Уитни, который находит широкое применение в психолого-педагогических исследованиях. Выбор данного критерия обусловлен прежде всего тем, что он оптимизирован для работы с выборками (образцами), в которых количество значений не превышает 50. Данный метод основывается на сравнениях значений из двух выборок (образцов). В контексте данного исследования одна выборка представляет собой оценки, полученные контрольной группой в определенном семестре факультатива. Другая выборка представляет собой оценки, полученные в том же семестре экспериментальной группой. При этом расчеты в рамках метода для определенного семестра осуществляются согласно следующей схеме:

1. На первом этапе оценки из обеих групп в определенном семестре заносятся в единую таблицу. Первый столбец идентифицирует студента из экспериментальной группы, например его имя или номер студенческого пропуска. Во втором столбце содержатся оценки соответствующих студентов из первого столбца. Третий столбец идентифицирует студента из контрольной группы. В четвертом столбце содержатся оценки соответствующих студентов из третьего столбца.

2. Затем создается вторая таблица, строки которой содержат оценки из таблицы, созданной на предыдущем этапе. При этом оценки заносятся в порядке их убывания и независимо от того, к какой группе (контрольной или экспериментальной) относится данная оценка. То есть сначала заносится оценка 100 (если есть), затем 99 (если есть) и т.д. В случае если имеются сразу несколько одинаковых оценок, то сначала заносятся оценки из первой выборки, а затем из второй выборки. Перед столбцом с оценками следует разместить столбец, в котором идентифицируются студенты, которым принадлежат внесенные оценки. Затем каждой строке с оценкой присваивается свой ранг. Оценке на первой строке присваивается ранг 1, оценке на второй строке – ранг 2 и т.д. Затем выявляется наличие строк с одинаковыми оценками. Если существует совокупность из N -го количества строк с одинаковыми оценками, то тогда каждая из этих строк имеет одинаковый ранг. Это ранг есть среднее арифметическое всех рангов данной совокупности.

3. После этого во второй таблице отдельно суммируются ранги экспериментальной и контрольной групп и рассчитывается эмпирическое значение (или тестовая статистика) U_{emp} критерия U Манна-Уитни по формуле

$$U_{emp} = (n_1 * n_2) + \frac{n_x * (n_x + 1)}{2} - T_x,$$

где n_1 -количество испытуемых в экспериментальной группе, n_2 -количество испытуемых в контрольной группе, n_x -количество испытуемых в группе с большей ранговой суммой и T_x -большая из ранговых сумм.

4. По таблице Д.1 определяем критическое значение критерия U Манна-Уитни, то есть U_{crit} для уровня значимости $p < 0.05$.

Таблица Д.1 – Критическое значение критерия U

N ₁	N ₂											
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
3	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7
4	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	11	12
5	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	17	18
6	6	8	10	11	13	14	16	17	19	21	22	24
7	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
8	10	13	15	17	19	22	24	26	29	31	34	36
9	12	15	17	20	23	26	28	30	34	37	39	42
10	14	17	20	23	26	29	33	36	39	42	45	48
11	16	19	23	26	30	33	37	40	44	48	51	55
12	18	22	26	29	33	37	41	45	49	53	57	61
13	20	24	28	33	37	41	45	50	54	59	63	67
14	22	26	31	36	40	45	50	55	59	64	67	74
15	24	29	34	39	44	49	54	59	64	70	75	80
16	26	31	37	42	47	53	59	64	70	75	81	86
17	28	34	39	45	51	57	63	67	75	81	87	93
18	30	36	42	48	55	61	67	74	80	86	93	99
19	32	38	45	52	58	65	72	78	85	92	99	106
20	34	41	48	55	62	69	76	83	90	98	105	112

5. Сравним эмпирическое значение с критическим. Если $U_{emp} < U_{crit}$, то имеем статистическое подтверждение проверяемой гипотезы.