

НАО «Жетысуский университет имени Ильяса Жансугурова»

УДК 378. 02.372.8

На правах
рукописи

САКИБАЕВ СПАРТАК РАЗАХОВИЧ

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

8D01501-Математика

Диссертация
на соискание доктора философии (PhD)

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

Зарубежный научный консультант
доктор PhD, Дзалилов З.

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 ТЕХНОЛОГИЙ	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	50
1.3 Проблемы и особенности формирования профессиональных компетенций у будущих учителей математики с применением мобильных приложений	59
Выводы по первому разделу	76
2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ	59
2.1 Педагогические требования к использованию мобильных приложений, обеспечивающих формирование профессиональных компетенций	59
2.2 Методика использования мобильных приложений в процессе формирования профессиональных компетенций будущих учителей математики	78
2.3 Экспериментальная проверка эффективности разработанного подхода к формированию профессиональных	89

компетенций у будущих учителей математики с использованием мобильных приложений.	
Выводы по второму разделу	112
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	115
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	118
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Акты внедрения	
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Задания факультатива	
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Применяемые критерии оценивания	
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Спецкурс (дисциплина) «Разработка мобильных приложений»	

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Настоящая диссертационная работы содержит ссылки на следующие нормативные документы:

Послание Президента Республики Казахстан Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана «"Единство народа и системные реформы - прочная основа процветания страны от 1 сентября 2021 года.

Государственный общеобязательный стандарт высшего образования, утвержденный приказ Министра науки и высшего образования Республики Казахстан от 20 июля 2022 года № 2.

Государственная программа развития образования и науки Республики Казахстан на 2020 - 2025 годы (Постановление Правительства Республики Казахстан от 27 декабря 2019 года № 988).

Об утверждении профессионального стандарта "Педагог". Приказ и.о. Министра просвещения Республики Казахстан от 15 декабря 2022 года № 500.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

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
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 благополучию 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].

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 [3], 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 [3], Е.А.Туяков [7] и Сеитова С.М. [8] и российские исследователи Д.М.Исмоилова [10], А.В. Шилов и др. [11] и Л.П.Латышева и др. [12] 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, и немецкий и американские исследователи R.Fischer, J.Gikas и др. и индийские ученые D.Pande и др. отмечают, что приоритетной формой использования современных образовательных технологий является электронное обучение, и в особенности такая ее форма как мобильное обучение [15, 16]. Также они отмечают, 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.

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 методологических, так и практических аспектов инновационного использования мобильных технологий и приложений для эффективного развития указанных компетенций.

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 подготовки будущих учителей математики. Важную роль сыграло также и стремление найти наиболее рациональные пути решения этих вопросов.

В свою очередь, сообразно выбранной теме исследования была определена **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 для проведения вычислений в рамках решения математических задач и моделей из области обыкновенных дифференциальных уравнений.

Сообразно поставленной цели был выбран и **объект исследования**. Им послужил процесс преподавания математики в высшей педагогической школе на основе применения инновационных мобильных технологий и приложений. В свою очередь **предметом исследования** послужили 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 использования мобильных технологий и приложений является их использование в качестве альтернативы традиционным компьютерам 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.

Сообразуясь с определёнными темой, целью и гипотезой исследования, были поставлены следующие **задачи исследования**:

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

2. Выработать 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 общей и математической педагогики, 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:

-А.Е.Абылкасымовой, Е.А. Туякова, З.М. Молдахметова, А.Н.Нугусовой, С.М. Сеитовой и М.В. Егуповой в области общих аспектов математического образования;

-А.Е.Абылкасымовой, С.М. Сеитовой, Г.Б. Турткараевой, Г.Б.Ахмедиева, О.В.Берсеновой и Е.М.Егоровой в области исследования структуры профессиональных компетенций педагога-математика;

-исследование педагогико-психологических аспектов использования инновационных технологий в образовательном процессе (З.Дзалилов,

Э.Д.Баженова и др.);

-методика развития информационных компетенций педагогов посредством использования современных образовательных технологий (О.А. Кузенкова, R.Huang, M. Spector, V.Cheng, R.Fischer, M. Bond и 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 цели.
3. Разработанная методика использования мобильных технологий и приложений в преподавании математических дисциплин, которые повышают профессиональную подготовку будущих учителей математики, а также отвечает основным требованиям 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 (г.Конаев), Казахского Национального женского педагогического университета и Центра повышения квалификации и дополнительного образования Жетысуского университета имени Ильяса Жансугурова.

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 гг.) 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 гг.) 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 (Казахстан, г.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 по 20 ноября 2021г. (Казахстан, г.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;
- 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;
- 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.

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.

Структура и содержание диссертации.

Диссертация включает в себя перечень использованных нормативных документов, описания используемых в тексте сокращений, введения, двух глав, 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 первой главе 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.

Вторая глава посвящена 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 НА ОСНОВЕ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

1.1 Понятие, сущность и структура профессиональных компетенций будущих учителей математики

Педагогическая наука является одной из наиболее динамично изменяющихся отраслей знаний в современном 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, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 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
Формально сформулированное требование, предъявляемое к результатам процесса обучения будущего специалиста и представляющее собой один из определяющих атрибутов его будущей профессиональной деятельности. [3, 17]	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. [3, 18, 19]	А.Е.Абылкасымова Д.М.Абдуразакова Е.М.Егорова

продолжение Таблицы 1

Определение компетенции	Автор
Формирование новых психологических представлений, находящихся свое проявление в комплексе определенных и взаимосвязанных знаний, отношений, установок и ценностей [20, 21].	Т.А. Козырева А.Е.Савинова
Совокупность необходимых для осуществления успешной профессиональной деятельности взаимосвязанных знаний, умений и навыков и определенных характеристик личности [21, 22, 23].	А.Е.Савинова Г.Б.Турткараева Т.Л. Анисова
Способности субъекта, выражающиеся его соответствии стандартам поведения, принятым в социуме или социальной среде [21, 23].	А.Е.Савинова Т.Л. Анисова
Способность и готовность к ведению успешной профессиональной деятельности, обусловленные знаниями, умениями и навыками, приобретенными в процессе обучения [21, 24, 25].	А.Е.Савинова И.В.Георге Н.В.Басалаева
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 [23, 24].	Т.Л. Анисова И.В.Георге

продолжение таблицы 1

Определение компетенции	Автор
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 [25].	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 [23, 24].	Т.Л. Анисова И.В.Георге

Ряд зарубежных исследователей, в частности таких как, R. Huang и др., [13], и 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 [13]	R.Huang и др.

Продолжение таблицы 2

Определение компетенции	Автор
Способность применять современные информационные образовательные технологии для решения педагогических задач [26].	J.Spector

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, 30, 31], позволяет нам выделить определенные фундаментальные составляющие содержания и структуры данного понятия в контексте математической педагогики:

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, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25], 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 [4, 17, 18, 19, 20, 21].
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 [18, 23, 24, 25].

В свою очередь, в работах [4, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25], можно также выявить и 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.

В свою очередь, 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, 20, 21, 25, 30, 31, 32] разделяют вышеуказанные математические компетенции в зависимости от меры их сформированности на три условных уровня: базовый, продвинутый и экспертный. Описание этих критериев приведено в таблице 4.

Таблица 4 - Уровни математических компетенций

Уровень	Критерии определения уровня
Базовый	1. Понимание базовых терминов 2. Знание и понимание основных определений, утверждений и теорем в рамках изучаемой математической дисциплины; 3. Знание и понимание ключевых математических проблем, связанных с учебным материалом в рамках изучаемой математической дисциплины; 4. Навык поиска необходимой учебной и научной информации по изучаемой математической дисциплине; 5. Готовность и способность воспроизводить полученную математическую информацию [19, 20, 21, 25, 30, 31, 32].

продолжение таблицы 4

Уровень	Критерии определения уровня
Продвинутый	1. Навык корректного формулирования и доказательства изученных математических утверждений и теорем; 2. Способность демонстрировать доказательства математических утверждений и теорем, аналогичных тем, что были изучены ранее; 3. Умение проводить логический анализ и синтез информации, полученной в процессе изучения дисциплины; 4. Знание и понимание существующих междисциплинарных аспектов математики; 5. Навык правильного использования математических терминов, выражений и фраз в общении с коллегами, учеными и студентами [19, 20, 21, 25, 30, 31, 32].
Экспертный	1. 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; 2. Умение обобщать, представлять, анализировать, синтезировать и интерпретировать полученные результаты, а также оценивать их значимость; 3. Навык доказывать математические теоремы и утверждения, отличающиеся по характеру от ранее изученных; 4. Способность демонстрировать доказательства математических теорем и утверждений, отличающихся по характеру от ранее изученных; 5. Способность выявлять и находить междисциплинарные связи между математикой и смежными дисциплинами; 6. Навык систематизации и упорядочивания полученной математической информации; 7. Готовность и способность использовать современные образовательные технологии для работы с учебным контентом [19, 20, 21, 25, 30, 31, 32].

Результаты 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, 25, 33].

Значительное количество исследований, посвященных математическим компетенциям, рассматривает их не непосредственно, а через призму такого понятия как математическая компетентность. Согласно Г.Б. Турткараевой [25], 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] 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.

В свою очередь, исходя из выделенных сущностных аспектов профессиональной педагогической компетентности, а также опираясь на работы [23, 36, 37, 38] можно построить обобщенное визуальное представление о ключевых составляющих содержания этого понятия. Данное визуальное представление приведено на рисунке 1.

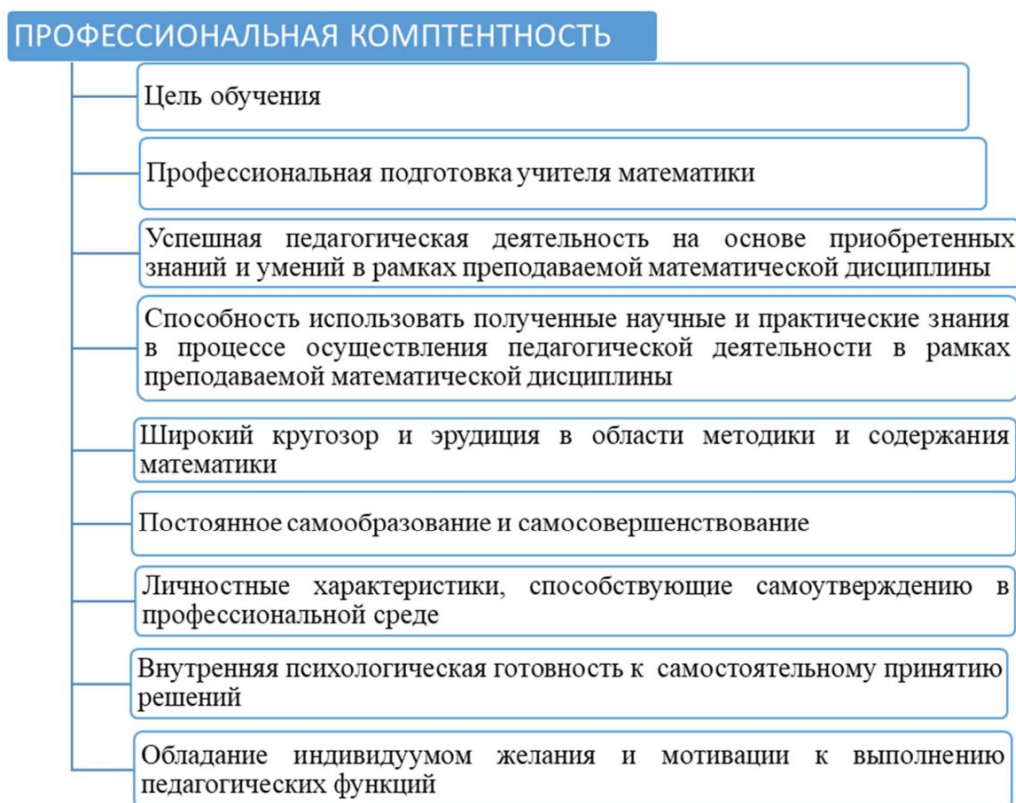


Рисунок 1 – Содержание профессиональной компетентности

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] 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, 28] выделяют также такой компонент компетентности как профессионально-ориентированную деятельности в области математики.

Работы [17, 19, 20, 21, 22, 25, 39] демонстрируют, 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 купе с его личные 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. Данные 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.

В свою очередь из работ [17, 19, 20, 21, 22, 25, 39] 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

Этап	Содержание
Диагностический	1. Предварительное оценивание общего уровня сформированности необходимых умений и навыков, необходимых для развития определенной педагогической компетенции. 2. Осмысление и формулирование личностных мотивов, ценностей и целей образования. 3. 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 С.Л.Логиновой и др. [42]. Данная работа выделяет

пять уровней оценивания: репродуктивный, адаптивный, локально-моделирующий, системно-моделирующий знания обучающихся и системно-моделирующий поведение обучающихся. Эти уровни приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Уровни сформированности педагогической компетентности

Уровень	Описание
Репродуктивный	Педагог способен к интерпретации и пересказу обучающимся полученной учебной информации.
Адаптивный	Педагог способен адаптировать и приспособить полученную им информацию к уровню подготовки аудитории
локально-моделирующий знания обучающихся	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 знания учащихся	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.
системно-моделирующий деятельность учащихся	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]. В этой работе описывается систематический подход к оцениванию сформированности

педагогической компетентности, состоящая из пяти уровней. Эти уровни описаны в таблице 7.

Таблица 7 – Уровни сформированности педагогической компетентности

Уровень	Ключевые характеристики
профессиональная адаптация	Уровень, на котором индивидум обладает первоначальным набором умений
профессиональное становление	Уровень, на котором индивидум обладает ограниченной степенью сформированности умений
Упрочение	Уровень на котором индивидуума отличает достаточная сформированность умений
Умелость	Уровень, на котором индивидум демонстрирует эффективное владение профессионально-педагогическими методами

Согласно В.П.Матвейкиной [40] и С.В. Щербатых и др.[43], существует и альтернативный подход к оцениванию сформированности компетентности учителя математики, которые приведены в таблице 8.

Таблица 8 - Критерии оценивания сформированности компетентности

Уровень	Описание
Эмпирический или низкий	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. Используются только стандартные способы решения.

продолжение таблицы 8

Уровень	Описание
Конструктивный или средний	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
Творческий или 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.

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 дисциплина, в частности таких как [11, 12, 31, 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.

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 таблицам 7 и 8, соответствие первым двум указанным

критериям оценивания информационной компетенции можно считать этапом профессиональной адаптации компетентности. Овладение следующими двумя критериями можно рассматривать как этап профессионального становления компетентности. И наконец, критерии 6, 7 и 8 и критерии 9, 10 и 11 характеризуют соответственно этапы упрочения и мастерства уровня 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 раздела. В данном разделе были освещены вопросы, связанные с содержанием и структурой профессиональных компетенций будущего учителя математики. Причем сами компетенции рассматривались как с общедисциплинарной 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 математические 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. И использование потенциала современных мобильных образовательных технологий и приложений, 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

Данный раздел посвящен описанию 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.

Начнем с интерпретации самого понятия «мобильные образовательные технологии». Ученые R.Huang, J.M. Spector & J.Yang в [13] 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]. Согласно [48] 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 [46], в это определение можно также включить совокупность навыков и компетенций в области мобильных технологий и эффективное использование упомянутых технологий в контексте математического образовательного процесса. В свою очередь, обучение и успеваемость являются фундаментальными целями, которые они преследуют. В контексте исследования, обучение можно трактовать как совокупность процессов, направленных на повышение текущего уровня знаний отдельного обучающегося или группы обучающихся и повышения эффективности реализуемых методов обучения на математических занятиях. В свою очередь, успеваемость трактуется как совокупность количественных и качественных методов, позволяющих осуществить объективную оценку результатов процесса обучения математике.

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

Ознакомившись с основными определениями и формулировками мобильных образовательных технологий и приложений, обратимся к освещению

исследований в сфере 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.

Начнем с рассмотрения работ, констатирующих комплексность и многогранность указанных принципов. Исследователи A. Svela и др., и D. Tang и др., приходят к пониманию того, что сфера применения мобильных технологий в области математики достаточно многогранна в силу того, что эта дисциплина включает в себя множество 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 технологий, 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 технологий 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, 50].

М. Vano и др., в [51], придерживаются подобного мнения, утверждая, что любая сфера инновационных информационных технологий очень сложна, в силу комплексности используемых принципов и перманентной необходимости учитывать различные факторы, возникающие в процессе взаимодействия между компонентами и людьми, которые составляют и формируют систему образования и среду обучения в рамках образования. 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 в свою очередь, принципы использования мобильных технологий 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 A.Al-Hunayyan и др., и Valk J.-H. и др. акцентируют внимание на том, что одной из предпосылок роста принципов использования мобильных технологий, 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 мобильных технологий, обратимся к изложению концепций, лежащих в основе этих принципов. Так, опираясь на результаты из [55, 56], можно обобщить, что базовыми концепциями, на которых базируются эти принципы являются те, которые содержатся в таблице 9.

Таблица 9 – Концепции мобильных технологий

Концепция	Описание
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. Включает в себя весь набор мероприятий, предназначенных для поддержки процесса математического обучения и повышения уровня успеваемости обучающихся информационными средствами.
Мобильное обучение	Разновидность электронного обучения, основанная на активном использовании мобильных технологий и приложений.
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.
Установка	Отношение обучающегося к той или иной учебной ситуации, возникающей при мобильном обучении.

Продолжение таблицы 9

Концепция	Описание
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.

Исходя из исследований [57, 58], можно выявить, что, опираясь на рассмотренные концепции, успешная интеграция мобильных технологий в текущий образовательный процесс, требует понимания и строгого соблюдения трех основным принципам. В контексте обучения математике эти принципы имеют следующую формулировку:

1. Овладение мобильными технологиями и 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. В контексте мобильных технологий этот принцип требует, чтобы вся учебная деятельность была построена на частом использовании мобильных устройств для решения математических задач и получения нового математического знания.

2. Уровень овладения навыками в области мобильного обучения зависит от количества времени, которое обучающийся тратит на использования мобильных технологий и приложений.

3. Процесс овладения навыками в области мобильного обучения значительно облегчается при наличии положительной обратной связи от преподавателя, несущей полезную учебную и воспитательную информацию.

Результаты, полученные N. YawAsabere, L.Wong и J.M. Spector в [59, 60, 61] позволяют утверждать, что многогранность принципов использования мобильных технологий обуславливает разнообразие вовлеченных в них измерений, под которыми понимаются прежде всего виды и сферы деятельности, связанные с реализацией указанных принципов.

В свою очередь в указанных работах отмечается, что в современной научно-педагогической практике существует значительное количество альтернативных подходов 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.

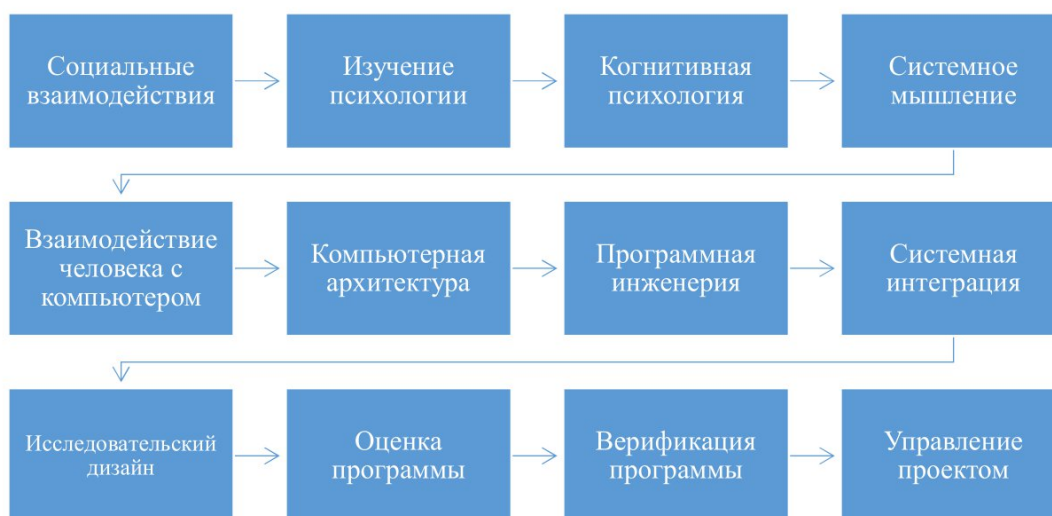


Рисунок 2 – Измерения мобильных образовательных технологий

Другой подход к выявлению измерений мобильных технологий можно сформулировать, опираясь на исследования таких ученых как R.Huang[13], J.Ferreira[62], D.Almajali [63], T. Kattoua [64], W. Horton[65]. В соответствии с указанными работами измерения мобильных технологий включают в себя такие как коммуникация и координация, контент и ресурсы, мобильное аппаратное и программное обеспечение, реализация, внедрение и поддержка и разнообразные мультимедийные форматы мобильного представления данных. Далее приводится более детальное описание каждого отдельного измерения.

Представляется целесообразным начать с введения такого измерения как коммуникация. Коммуникация представляет собой одну из базовых измерений мобильных образовательных технологий, и как следствие, одной из важнейших компетенций в этой области. Данное измерение определяется как возникающие в процессе использования мобильных технологий 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 [13, 62, 63, 64, 65].

Координационное измерение интерпретируется, как комплекс таких навыков, как умение идти на компромисс, управлять, руководить и сотрудничать в процессе применения мобильных технологий 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. Однако М. Bond аргументируют, что 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 [13, 62, 63, 64, 65, 66].

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. Согласно [13] данное измерение состоит их элементов, приведенных на рисунке 3.

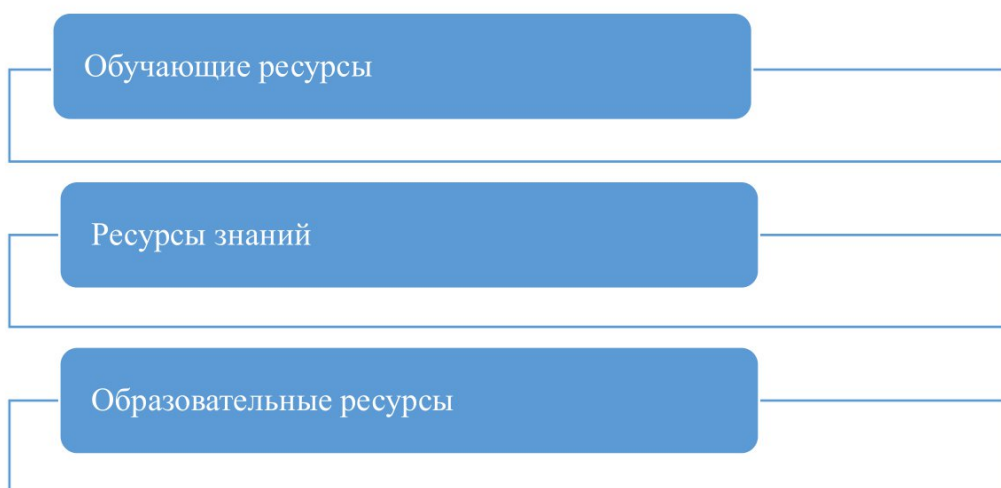


Рисунок 3 – Компетенции в области контента и ресурсов

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, 67, 68].

Согласно [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 технологий 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. Быть профессионалом в области мобильных образовательных технологий, помимо всего прочего, подразумевает осознание необходимости постоянно поддерживать свою актуальность, будучи открытым для получения новых знаний и освоения новых мобильных технологий.

С. Boville в [70, 71] также отмечает измерения внедрения и поддержки, под которым в данном контексте мы будем понимать необходимость наличия четких представлений о наиболее эффективных способах внедрения мобильных технологий для целей поддержки учебного процесса в области математики. Из этого следует, что оптимальная адаптация мобильных образовательных технологий 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

Согласно исследованию M. Domingo [72] измерения внедрения и поддержки образовательных технологий дополняются 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 технологий в области математического обучения посредством определения оптимального формата представления мобильного образовательного

математического контента, в наибольшей мере соответствующего конкретной учебной ситуации.

Обобщая и экстраполируя результаты исследований, полученных М.Атан и Н.Сrompton и др., можно заключить, что прямым результатом многогранности и многоаспектности рассматриваемых измерений является разнообразие видов компетенций, требуемых от педагога, вовлеченного в процесс интеграции мобильных технологий в текущий учебный процесс по математике. В свою очередь это многообразие видов компетенций подразумевает существование широкого набора задач, решаемых педагогом в мобильных технологиях. Помимо прочего, набор этих задач может увеличиваться, в зависимости специфики конкретной учебной среды [73, 74].

Опираясь на результаты, полученные J. M. Spector в [55, 61], можно предложить и другой подход к описанию тех измерений, которые обуславливаются принципами использования мобильных технологий. Этот подход основан на использовании так называемой модели обучающих систем Роберта Теннисона (Tennison ISD model), схема которой приведена на рисунке 4.

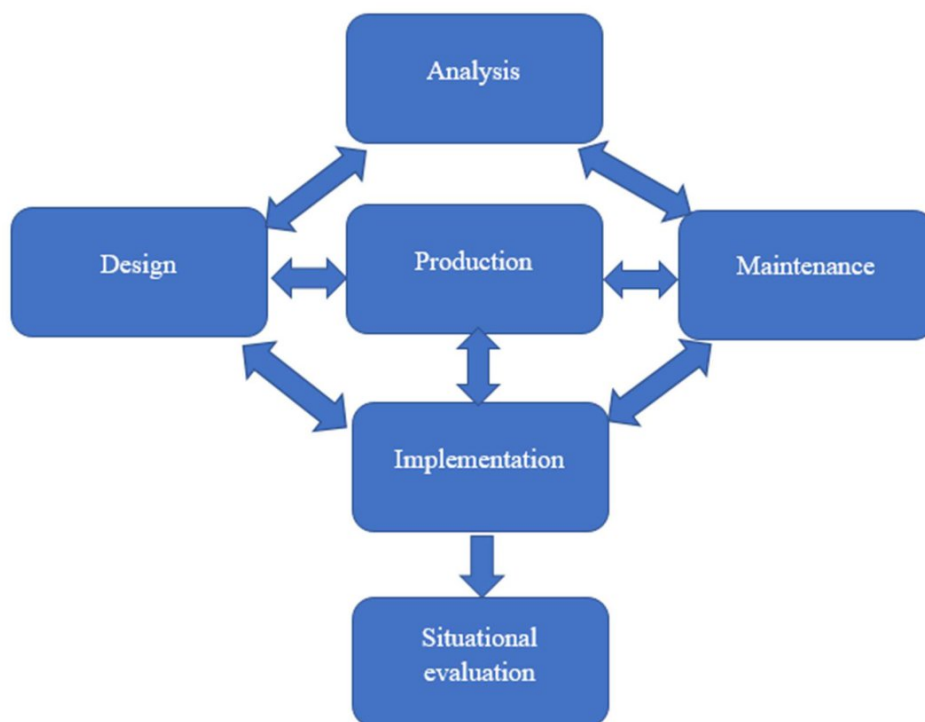


Рисунок 4 – Модели обучающих систем Теннисона

Данная модель демонстрирует различные, но взаимосвязанные измерения (т.е. виды деятельности), вовлеченные в процесс интеграции мобильных технологий. 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 Implementation относится к деятельности, связанной с поддержкой реализованной мобильной учебной среды.

Еще один общий подход к описанию измерений мобильных технологий можно выявить опираясь на результаты исследователей J.Spector, M.V.Kuimova и др., I.Blau и др., и D.Findik-Coskuncay D. [55, 61, 73, 74, 75]. Согласно данному подходу базовыми измерениями мобильных технологий являются онлайн-обучение, онлайн-конференции и адаптивное обучение. И именно данные измерения являются доминирующими в современном образовательном секторе.

Так, в соответствии с такими учеными как J. Keengwe и др., [76], L.Dhaheri и др., [77], M.Sharples [78], большинство преподавателей в реализации мобильного обучения делают основной упор на такое измерение, как онлайн-обучение.

Исследователи G.Mothibi и H.Al-Samarraie и др., также выделяют, что именно онлайн-обучение является основным измерением использования мобильных технологий и приложений в современном образовательном процессе [79, 80].

В работах таких ученых, как Yu. Huan и др. [81] и E. McGovern и др. [82] описываются тенденции, связанные с измерениями мобильных технологий, 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 такого измерения как онлайн-конференции демонстрирует тенденцию к росту с каждым годом во всех его аспектах. В частности, многие высшие учебные заведения стали уделять больше внимания такому конкретному аспекту данного измерения, как онлайн-семинары в Интернете.

S. Almutairy и др. [82] описывают исследование, одним из результатов которого является, что высшие учебные заведения уделяют все большее внимание такому измерению мобильных технологий как адаптивное обучение. 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. Данное измерение может стать фундаментальной моделью дистанционного образования в высших учебных заведениях [16].

Рассмотрев основные измерения мобильных технологий, остановим свое внимание на основных факторах, наличие которых способствует успешному использованию указанных измерений в учебном процессе.

Так, Е. Pechenkina в [83] описывает факторы, которые могут способствовать росту адаптации мобильного электронного обучения в высших учебных заведениях. Прежде всего, внедрение мобильного электронного обучения высшими учебными заведениями может стимулироваться пониманием тех образовательных преимуществ, которые оно дает. Сюда можно отнести тот факт, что прежде всего, мобильное электронное обучение сосредоточено на обучающемся, а не на процессе. Основное внимание уделяется индивидуальным образовательным потребностям и запросам обучающихся. Образовательные программы и занятия, основанные на мобильном электронном обучении, специально адаптированы и разработаны для ориентации на формирование способностей к обучению отдельного обучающегося. Мобильное электронное обучение обладает потенциалом к повышению эффективности использования учебного времени и пространства, особенно в тех конкретных ситуациях, когда те или иные обстоятельства мешают некоторым обучающимся заниматься очным обучением. В мобильном электронном обучении обучающиеся могут самостоятельно выбирать точное место и время занятий. Им разрешено выбирать наиболее удобное для себя время и место. Этот уровень удобства и доступности, обеспечиваемый мобильным электронным обучением, остается одним из наиболее важных и определяющих факторов для внедрения электронного обучения [83].

Резюмируя исследование L.Alfarani [84], можно выделить три фактора мобильного электронного обучения, которые могут оказать положительное образовательное влияние на учебный процесс в высших учебных заведениях. Первым фактором является эффективность процесса приобретения студентами новых знаний. Эта эффективность выражается прежде всего в облегчении доступа к большому количеству мобильного образовательного контента, размещенного в Интернете.

Вторым положительным образовательным фактором мобильного электронного обучения является его способность к снижению психологического напряжения и повышению уровня удовлетворенности обучающихся процессом обучения. Эта способность обуславливается возможностями обучающихся самостоятельно управлять процессом обучения, выбирая удобный для себя темп и скорость прохождения материала [84].

Третьим фактором, позволяющим высшим учебным заведениям получить выгоду от мобильного электронного обучения – это их возможность компенсировать нехватку академического персонала. Это имеет особое значение в развивающихся странах, где не хватает достаточного количества высококвалифицированных специалистов в области образования [84].

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 вносит большой вклад в развитие интерактивности, взаимодействия и общения между преподавателями и обучающимися, а также между самими обучающимися. Используя доступные современные мобильные информационно-коммуникационные средства, обучающиеся могут легко и удобно общаться, и взаимодействовать друг с другом. Это может быть достигнуто с помощью таких средств, как форумы, платформы для обмена мгновенными сообщениями и чаты. Помимо этого, мобильное электронное обучение также предлагает 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].

Также те же авторы акцентируют внимание на еще одном важном факторе, который может повлиять на широкое внедрение электронного обучения образовательными организациями. Этим фактором является экономический аспект. По сравнению с традиционной очной формой обучения, электронное обучение позволяет снизить уровень расходов и затрат всех участников образовательного процесса. Согласно данным исследованиям, интеграция электронного обучения может привести к экономии от 40% до 60% общих расходов, связанных с традиционными методами очного обучения. Эта экономия расходов является результатом снижения потребности в необходимых средствах и расходных материалах, сокращения управленческих и административных расходов, минимизации командировочных расходов и сокращения расходов на заработную плату [85, 86].

Ученые Y.Lee, Y.Hsieh и C.Ma провели исследование, которое выявило, что мобильное электронное обучение имеет потенциал снижения расходов, связанных с приобретением и доставкой учебных материалов в печатной форме, что является характерным для традиционного заочного (дистанционного) обучения. Согласно этому исследованию, способность мобильного электронного обучения к снижению расходов обуславливается тем, что оно является «безбумажной» информационной системой, которая интегрирует учебный материал в текстовом, аудио- или видеоформате, который затем доставляется через средства электронных каналов связи, таких как онлайн-сообщения, электронная почта, онлайн-чаты, живые дискуссионные форумы и другие интернет-форумы. Мобильное электронное обучение позволяет поддерживать доставку учебного материала в различных формах, 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].

Также в [87] было установлено, что еще одной составляющей снижения расходов на мобильное электронное обучение является отсутствие

необходимости в физическом учебном пространстве. Вместо этого роль физического класса играют различные мобильные устройства, которые улучшают процесс внеклассного обучения без ограничений, связанных со временем и пространством [87].

Рассмотрев основные факторы, которые могут способствовать широкому внедрению измерений мобильных технологий и приложений в обучение, представляется целесообразным приступить к обзору моделей компьютерного обучения, на основе которых можно реализовать указанные измерения.

Как достаточно диверсифицированная форма обучения, мобильное электронное обучение в рамках математического образования может быть реализовано в одной из нескольких моделей базового компьютерного обучения. Самыми ранними моделями компьютерного обучения являются модели Computer-Aided Instruction (CAI) и Computer-Aided Learning (CAL). Модель CAI подразумевает использование мобильных технологий, преимущественно, в обучении программированию, в то время как модель обучения Computer-Aided Learning (CAL) определяется как использование мобильных 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 [56].

S.Robert и N.Ahuja описывают иную модель компьютерного обучения, известную как LMS, 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 компьютерная модель обучения LCMS может интерпретироваться как система управления мобильным обучением, которая фокусируется исключительно на поддержке, управлении и доставке самого математического учебного контента обучающимся. В силу различия их назначений, указанные две модели обучения, являются взаимодополняемыми и, как правило, должны использоваться в тандеме [88, 89].

Еще одной относительно новой моделью мобильного обучения, получившей широкое распространение в последнее время, является так называемая система смешанного обучения (B-learning). Исследователь J.Nouri, трактует данную концепцию обучения как комбинацию различных методологий и подходов к обучению. В большинстве случаев смешанное обучение интерпретируется как сочетание традиционных подходов очного обучения с онлайн- и дистанционным обучением, которые являются формами реализации электронного обучения [90].

Y.Cheng, V.Chang и Y.Park анализируют модели обучения, в которых приоритет делается на исследовании разнообразных факторов, которые, помимо всего прочего, могут способствовать успешной интеграции мобильного электронного обучения в существующий учебный процесс математических

дисциплин. Одной из таких моделей является модель ДЕЙСТВИЙ (ACTIONS)). Эта модель базируется на исследовании внешних факторов, влияющих на успешное внедрение мобильного электронного обучения. Согласно основным положениям указанной модели, эффективное внедрение электронного обучения зависит от семи факторов. Этими факторами являются доступ, затраты, функции обучения, интерактивность и удобство использования, организационные вопросы, новизна и скорость разработки курса [91, 92, 93].

Помимо этого, Т.Моравес рассматривает другую модель обучения, основанную на исследовании факторов успешной интеграции электронного обучения, а именно так называемую модель принятия модифицированной технологии (ТАМ). Данная модель послужила объектом большого количества исследований. Так, например, в рамках этих исследований было выявлено, что образовательные преимущества электронного обучения не могут быть использованы в полной мере, если обучающиеся демонстрируют свое недовольство системами или избегают их использования [94].

Проведенный в рамках настоящего исследования анализ существующих текущих практик 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 учета теоретических принципов, лежащих в их основе, и без уделения должного внимания связанных с этими принципами измерений. Недостаточное внимание уделяется использованию мобильного устройства как средства проведения вычислений и решения задач используя методы высшей математики. Значительное количество участников образовательного процесса ограничиваются только планированием мобильных устройств и программного обеспечения, которое будет непосредственно использоваться в обучении. В тоже время, затраты усилий и времени по отношению к выявлению теоретических принципов и измерений мобильных образовательных технологий сведено к минимуму. В результате использование мобильного обучения не приносит никаких существенных академических преимуществ и как следствие препятствует достижению поставленных академических целей и задач. В тоже время, понимание концепций и идей мобильных образовательных технологий способствует их успешному внедрению и как следствие повышает эффективность учебного процесса.

Резюмируя данный раздел, 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 соответствующего измерения в зависимости от целей и задач конкретной

учебной программы. Вне зависимости от выбранного измерения, основными конечными результатами процесса мобильного электронного обучения должны являться повышение качества и уровня привлекательности учебного процесса в области математики вкупе с развитием профессиональных компетенций обучающихся.

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

Данная глава посвящена рассмотрению вопросов, связанных с текущим состоянием исследований, посвященных формированию профессиональных компетенций у будущих учителей математики на базе использования мобильных технологий и приложений. Будет проведен обзор публикаций, посвященных этому вопросу, и будут выявлены необходимые факторы, как положительные, так и негативные, влияющие на способности мобильного обучения к развитию компетенций студентов-математиков.

М.Атан и др. [73], В.Аl-Takhynch [95] и Y.Yosiana и др. [96] подчеркивают, что увеличившаяся популярность мобильных устройств среди учащихся школьного и студенческого возраста привела к их расширенному 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.Аl-Takhynch [95], К.Fabian и др., [97] и Supandi и др. [98] описывают потенциальные образовательные преимущества использования мобильных технологий на занятиях по математике в высших учебных заведениях. При этом подразумевалось использование мобильных приложений только для презентации учебного материала. 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-Takhynch [95] привел результаты опрос, 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

Продолжение таблицы 10

Вопрос	Положительный ответ (в %)	Отрицательный ответ (в %)
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.

Опубликовано значительное количество исследований, посвященных анализу использования мобильных технологий и приложений для демонстрации учебного материала в процессе обучения на математических занятиях, проводимых вне контекста высшего учебного заведения. Так исследователи A. Svela[47], J.Etcuban [99] и исследователи A.Supandi и др.[100] получили результаты, демонстрирующие потенциальную эффективность подобного применения мобильных технологий и приложений. Но при этом было установлено, что мобильное обучение все еще внедряется не самым оптимальным образом, оказывая воздействие только на эмоционально-волевой компонент компетентности.

Встречается значительная часть публикаций, посвященных нейродидактическим и когнитивным аспектам обучения с использованием мобильных технологий. Так Begum [101] приходит к выводу, что использование мобильных технологий 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 когнитивного компонента профессиональных компетенций при помощи мобильных приложений препятствует недостаточная готовность преподавателей к полноценному переходу на мобильное обучение.

Обзорные исследования, проведенные международным коллективом ученых Svela, Nouri Viberg, и Zhang в [47] 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. Также указанный обзор отмечает, что использование

мобильных технологий и приложений в рамках учебного процесса ограничивается доступом к учебному контенту и интерактивным тестам [47].

Значительная часть публикаций отмечает, что в рамках учебного процесса, мобильные технологии большей частью используются всего лишь как дополнение к традиционным персональным компьютерам, и в силу этого не достигается полноценная интеграция концепции электронного мобильного обучения в учебный процесс математической дисциплины и как следствие эффективное развитие компетенций. К числу таких публикаций можно отнести работы исследователей К. Fabian и др. [102], M.Meletiou-Mavrotheris и др., [103], G.Krull и др. [104].

Ряд исследователей полагает, что оптимальное использование мобильного обучения в математическом образовании, и как следствие формирование профессиональных компетенций у будущих учителей математики, в первую очередь зависит от того, каким образом образовательное учреждение подходит к процессу мобильного обучения.

Так, К. Acikgul и др. [105], считают, что для достижения наибольшего педагогического эффекта от внедрения мобильного обучения, необходимо использовать следующие два подхода: 1) повышение уровня взаимодействия преподавателей и обучающихся и 2) повышения степени использования интернет-ресурсов и контента, оптимизированных на экраны мобильных устройств. К сожалению оба подхода все еще используются в недостаточной мере [105].

A.S.S. Drigas провел обзор [106], посвященный использованию мобильных приложений в преподавании математики в высших учебных заведениях. В указанном обзоре рассматриваются реализованные подходы к достижению определенного уровня независимости 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 электронного 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 электронное 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 электронного 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 электронное 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 компетенций. Также в данном обзоре отмечается, что данный подход все еще внедряется в недостаточной мере [106].

М. Al-Khateeb в исследовании [107] рассматривают 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 обслуживания, 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, что не позволяет достичь полноценного раскрытия профессиональных компетенций.

G.Northey и др. 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. Согласно авторам, оба подхода в равной мере способствуют развитию компетенций обучающихся, но при этом в настоящее время их реализация недостаточна [108].

Y.Yosiana в [96], изучает влияние мобильного обучения на результаты обучения и академические достижения студентов математических специальностей высших учебных заведений. Результаты исследования показали, что мобильное обучение обладает значительным потенциалом влиять на академическую успеваемость 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. Значительная часть этих проблем освещена такими авторами как N. YawAssabere [59], J. Keengwe [76], M.Sharples [78] 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 технологий учебном процессе.

Согласно T.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. Hietajarvi 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 технологии и приложения используются наиболее оптимальным способом. Но как показывает самостоятельный анализ текущего состояния дел в сфере использования мобильных технологий в преподавании математических дисциплин, можно констатировать наличие следующих негативных моментов:

1. В рамках существующего учебного процесса математических дисциплин, мобильные технологии используются не в полной мере, что обуславливает недостаточность их влияния на развитие профессиональных компетенций будущих учителей математики

2. Мобильные технологии и приложения используются в недостаточной мере при преподавании математического анализа и обыкновенных дифференциальных уравнений, в то время как их оптимальное использование предполагает проведение сложных математических вычислений и решение математических моделей и задач, базирующихся на использовании

методов математического анализа и обыкновенных дифференциальных уравнений

3. Использование мобильных технологий на математических занятиях ограничивается доступом к учебному контенту и интерактивным тестам

4. Использование мобильных приложений в рамках существующего учебного процесса в недостаточной мере опирается на использовании технологических фреймворков, таких, как например ТРАСК.

Резюмируя данный раздел, подчеркнем, что концепция M-Learning 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. В большинстве случаев преподаватели предпочитают ограничить использование мобильных устройств 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 разделу 1.

Уровень развития профессиональных компетенций педагога является определяющим фактором его продуктивной и успешной творческой 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 технологий в образовательном процессе наиболее оптимальным способом. Анализ существующих публикаций показывает, что данный вид информационных технологий все еще не используется наиболее оптимальным способом. Наиболее оптимальное использование мобильных технологий связано, в первую очередь, с активным использованием мобильных устройств в качестве замены традиционным компьютерам для проведения вычислений и решения математических моделей, требующих использования методов дифференциальных уравнений.

В силу этого в систему оценивания информационных компетенций современного преподавателя математики необходимо включить следующие критерии:

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.

Реализация концепции мобильного обучения может осуществляться как в сочетании с другими формами электронного обучения, так и самостоятельная форма обучения. Но в обоих случаях необходимо понимание того, что полноценное использование мобильных образовательных технологий в математическом обучении предполагает, что все участники образовательного процесса имеют представления об измерениях образовательных технологий. Понимание этих измерений дает возможность создания эффективной учебной программы, основанной на использовании современных мобильных образовательных технологий. В число этих измерений входят:

1. Социальные взаимодействия
2. Психология
3. Когнитивная психология
4. Системное мышление
5. Взаимодействие с компьютером
6. Компьютерная архитектура
7. Разработка и верификация программного обеспечения
8. Системная интеграция
9. Исследовательский дизайн

Помимо наличия вышеперечисленных измерений, результат интеграции концепции мобильного обучения в существующий учебный процесс математических дисциплин в значительной степени зависит от многочисленных факторов, выявлению которых посвящена значительная часть публикаций.

К числу подобных факторов можно отнести следование правилу, что прежде всего, мобильное электронное обучение сосредоточено на обучающемся, а не на процессе. Основное внимание уделяется индивидуальным образовательным потребностям и запросам обучающихся. Образовательные программы и занятия в области математики, основанные на мобильном электронном обучении, должны быть специально адаптированы и разработаны именно для ориентации на формирование способностей к обучению отдельного обучающегося и создания для него удобной и доступной среды обучения. Этот уровень удобства и доступности, обеспечиваемый мобильным электронным обучением, остается одним из наиболее важных и определяющих факторов для успешного внедрения мобильного электронного обучения.

Другими факторами являются эффективность процесса приобретения студентами новых математических знаний и способность к снижению психологического напряжения и повышению уровня удовлетворенности

обучающихся процессом математического обучения. Сюда можно отнести также и социальный фактор. Мобильное электронное обучение вносит большой вклад в развитие интерактивности, взаимодействия и общения между преподавателями и обучающимися, а также между самими обучающимися на занятиях по математике. Следует выделить отдельно роль присутствия роли преподавателя на занятии в рамках мобильного обучения.

Наиболее действенным способом интеграции мобильных образовательных технологий и приложений в процесс математического обучения является комбинирование выбранной самим педагогом формы обучения с каким-либо технологическим фреймворком.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ

2.1 Педагогические требования к использованию мобильных приложений, способствующих формированию профессиональных компетенций

Данная глава посвящена раскрытию педагогических требований, соответствие которым необходимо для того, чтобы используемые в рамках учебного процесса мобильные приложения, в наибольшей мере способствовали восприятию обучающимися преподносимого учебного материала, стимулировали их интерес к освоению математических и технических знаний и навыков и как следствие способствовали формированию профессиональной компетенций будущих учителей математики.

В силу вышесказанного первым требованием является 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 и тормозящих их когнитивные процессы. А для этого необходимо обеспечить высокий уровень интерактивности между преподавателем и обучающимися. Подобный высокий уровень интерактивности является одним из принципов использования мобильных технологий, указанных в предыдущем разделе.

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 онлайн и обеспечении интерактивного тестирования. Этот недостаток можно устранить если использовать мобильные технологии 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 вторым педагогическим требованием к использованию мобильных приложений. В реализацию этого требования вовлечены такие измерения мобильных технологий как компьютерная архитектура, программная инженерия, и электронное обучение.

Представляется обоснованным в качестве следующего педагогического требования выделить выбор подходящей психолого-педагогической теории обучения. В использование психолого-педагогической теории обучения вовлечены такие измерения мобильных технологий, описанных в предыдущем разделе, как психология и когнитивная психология. S.Robert в работе [88],

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].

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 [114].

Согласно работам [13][41], 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.

Британский ученый Yugate в [67] подчеркивает, 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) [114].

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 обучение, 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. Опираясь на результаты, полученные R.Huang и J.M.Spector в [13] и [41], 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 14, 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-волевою, 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 эмпирическом 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, 114].

S.Olsson в [114] подчеркивают, что когнитивная психология рассматривает обучение именно с точки зрения процесса обработки знаний. Сами обучающиеся рассматриваются как обработчики учебной информации. S.Olsson отмечает, что 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 [114].

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.

Далее S.Olsson демонстрирует, что 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. [114].

Опираясь на результаты исследования, проведенного R.Huang и Hector в [13], можно значительно повысить образовательный эффект от внедрения мобильного обучения в образовательный процесс, если построить его с учетом определенных этапов формирования знаний, предложенных когнитивизмом. Эти этапы описаны в таблице 13.

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.
--	--

Следование этапам, описанным в таблице 16, способствует формированию внутренних связей, существующих у обучающегося между новой учебной информацией и существующими понятиями, содержащимися в когнитивных структурах обучающихся [26]. 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. Как отмечают J.M. Spector и R. Huang в [13], конструктивизм - это теория, которая акцентирует значимость внутренних психических конструкций и процессов, уделяя внимание влиянию других людей на образовательный процесс данного человека.

S.Olsson подчёркивают в [114], что 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 обучаемого с учебной средой.

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



Рисунок

6 – Использование конструктивизма в мобильном обучении

Диаграмма на рисунке 6 демонстрируют, что воззрения конструктивистов, предполагают больший 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. 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 [114].

Следующим педагогическим требованием, соответствием которому представляется необходимым для успешной интеграции мобильного обучения, является использование 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.

В работах [115, 116, 117, 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 [115, 116, 117, 118].

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 [115, 116, 117, 118].

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 [115, 116, 117, 118].

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 включают 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 [115, 116, 117, 118].

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 [115]. 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 [115, 116]. 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 TRACK, можно утверждать, что с его помощью преподаватели могут наиболее продуктивно интегрировать мобильные технологии в процесс обучения. Одной из самых сильных сторон фреймворка TRACK 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]. Конечной целью UX является разработка дизайна, удобного пользователю. Идеология UX дана на рисунке 7 внизу в виде так называемой сотовой диаграммы Морвилля.

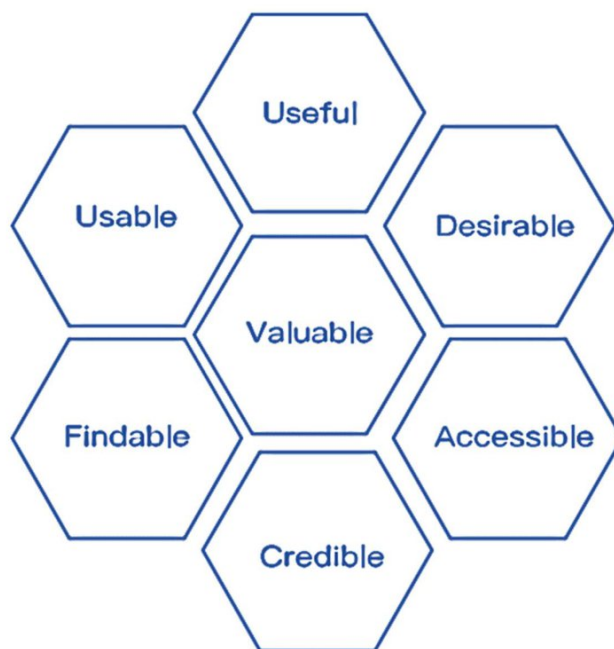


Рисунок 7 - Сотовая диаграмма Морвилля

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 [88].

С точки зрения мобильных образовательных технологий значение и согласно работам [119, 120, 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.

Опираясь на результаты, полученные N. Ahuja в [89], и экстраполируя их на образовательные мобильные приложения, представляется целесообразным следовать следующим 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, Huang и Spector подчеркивают 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 [13].

Еще одним важным педагогическим требованием, предъявляемым к использованию образовательных мобильных приложений, является их способность положительного стимулирования мотивации обучающихся к активному участию в процессе обучения. В результате происходит стимуляция и развитие мотивационно-ценностного, деятельностного и личностного компонента компетентности. Для реализации этой задачи представляется целесообразной экстраполяция идей адаптационного дизайна, которая описана в [65], 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 [65]. 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, адаптированного из [65].

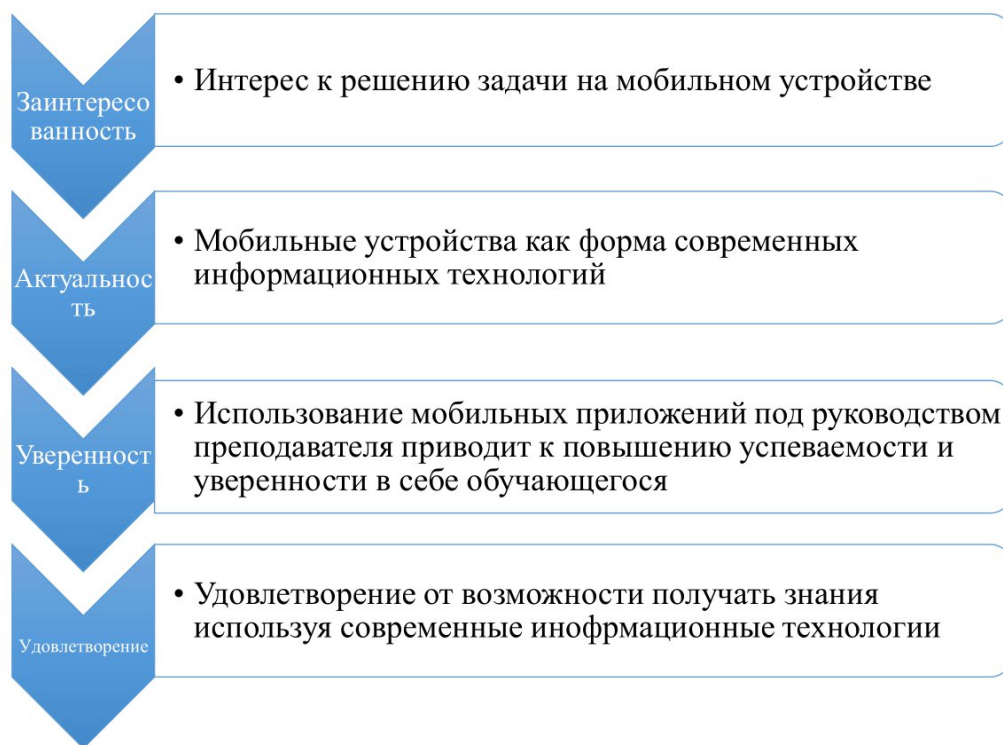


Рисунок 8 – Модель мотивационного дизайна ARCS.

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 мобильной 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 действительный и дифференциальные уравнения.* Это стимулирует интерес обучающихся к самостоятельному исследованию и стимулирует развитие таких компонентов структуры компетентности, как мотивационный-ценностный, эмоционально-волевой, когнитивный и деятельностный.

Адаптируя результаты, полученные в [55] к образовательному мобильному приложению, также 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 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.

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

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

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.

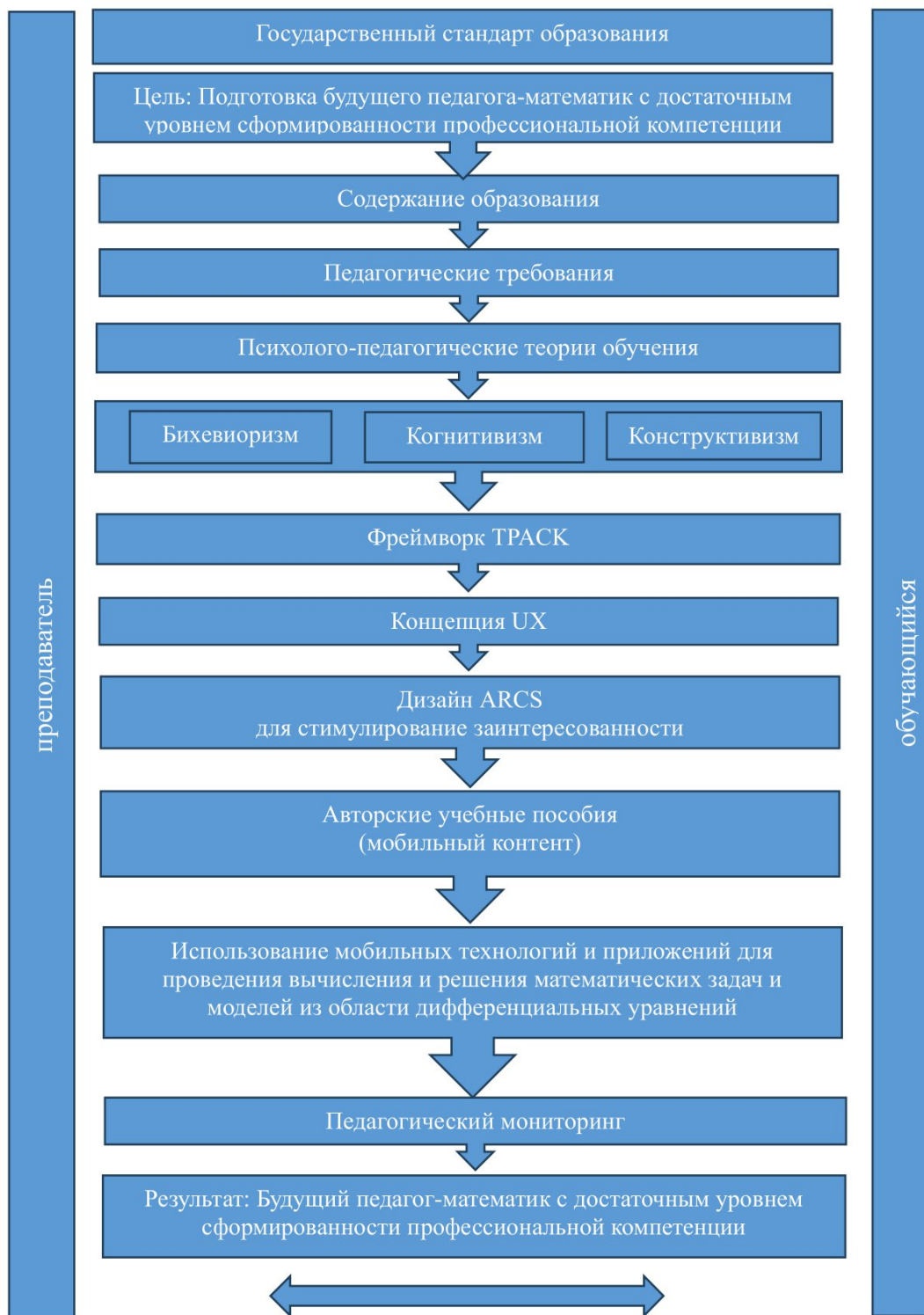


Рисунок 9 – Модель формирования профессиональных компетенций

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 раздела, 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

2. Первым из данных требований является выбор соответствующей теории обучения.

3. Наилучшие результаты получаются посредством обобщения определенных концепций таких теорий обучения как бихевиоризм, когнитивизм и конструктивизм

4. Использование теорий обучения наиболее эффективного в случае комбинирования их концепций с технологической моделью TRACK

5. Вторым из предъявляемых педагогических требований является соответствие мобильного образовательного приложения концепции пользовательского восприятия UX

6. Для приведения мобильного образовательного приложения в соответствие с концепцией UX представляется возможным использовать сотовую модель Морвилля и вовлекать пользователей в процесс дизайна мобильного образовательного приложения.

7. 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.***

8. 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 обучения и подготовки будущих учителей математики

В данной главе раскрываются вопросы, связанные с методикой практического использования мобильных технологий и 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, наибольший эффект от интеграции мобильных технологий можно получить только если использовать мобильные средства как полноценную замену настольным компьютерам в области проведения интенсивных вычислений и решения математических моделей и задач. В то время как традиционное использование мобильных технологий и приложений, не выходящее за рамки презентации учебного материала или выполнения интерактивных действий, снижает этот эффект.

Одними 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 области реализации оптимальных методов и алгоритмов вычислений, пригодных для использования на мобильных устройствах. А нахождение таких методов и алгоритмов требует самостоятельной исследовательской работы. Таким образом, при подобном использовании мобильных технологий и приложений развиваются как непосредственно математические, так и информационные компетенции.

В силу этого в рамках излагаемой методологии основной упор будет делаться на адаптацию концепции мобильного обучения именно в контексте практических занятий по обыкновенным дифференциальным уравнениям. И 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.

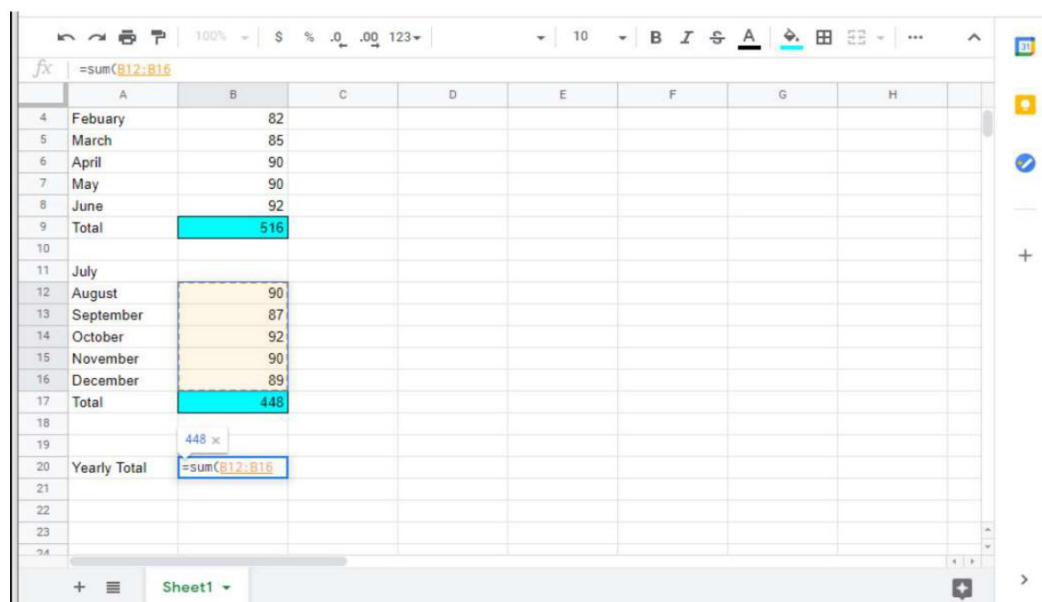


Рисунок 11 – Интерфейс Google Sheets

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 сотовой модели Морвилля, созданной для оценивания пользовательского комфорта, а также соответствуют основным принципам создания полезных и эффективных мобильных образовательных технологий, описанных в предыдущем разделе. Приложение является полезным и удобным в использовании и доступным, так как 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. Начальный экран подобного шаблона может выглядеть следующим образом, как показано на рисунке 12



Рисунок 12 – Начальный экран

При нажатии на кнопку “Начать задания”, обучающийся приступает к решению задач. Условие задачи появляется на экране, как показано на рисунке 13.

Численно решить дифференциальное уравнение $dy/dx=3x$									
Определить значение функции при $X_k=2, h=1$.									
Начальные условия:									
$X_0=$									
$Y_0=$									

Рисунок 13 – Условие задачи

Под условием задачи находятся поля ввода начальных условий. Они созданы для удобства обучающегося и при желании могут быть отредактированы самим обучающимся. Пространство рабочего листа, находящееся под начальными условиями, служит для использования обучающимся для задания вычислительных операций, составляющих решение задачи. Обучающийся может ввести свое решение задачи как показано на рисунке 14

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.

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

Рисунок 18 – Справочная информация

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

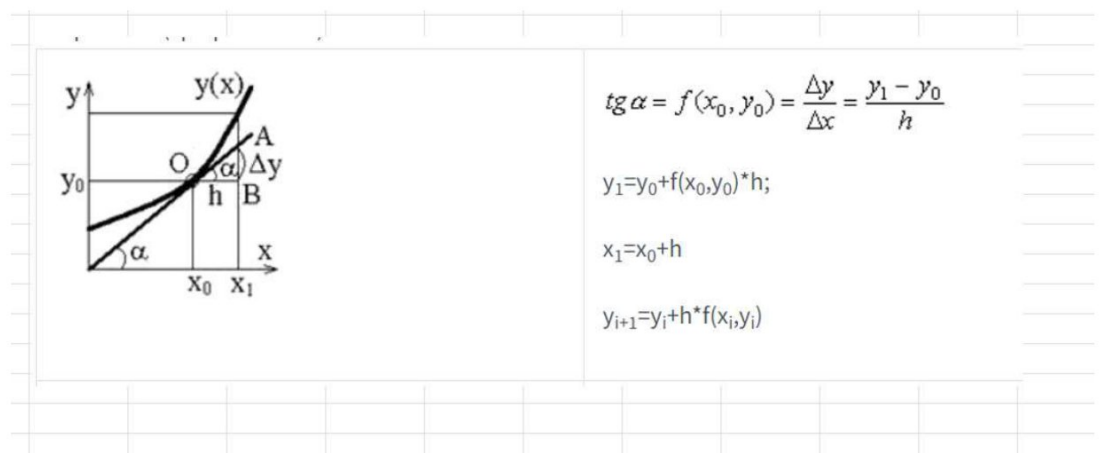


Рисунок 19 – Графическая справочная информация

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.

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

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 является прерогативой преподавателей. Этот процесс требует от преподавателя сочетания как педагогического знания содержания, технологического знания содержания и технологического педагогического знания, предусмотренных фреймворком ТРАСК. Педагогическое знание содержания позволяет преподавателю подобрать задачи, которые наиболее оптимально подходят для решения на мобильном устройстве. 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.

Учитывая размеры мобильных устройств, представляется целесообразным разбивать контент данных шаблонов 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 рабочего листа. 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 рабочего листа. 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.

Преподавателю очень важно наблюдать за текущей учебной средой, то есть поведением обучающихся в рамках использования данных шаблонов. Очень часто именно подобное наблюдение позволяет выявить определенные моменты в отношении обучающегося к организации занятия. Негативные реакции обучающихся, например связанных с недостаточным уровнем освоенности работе с шаблоном, можно снизить за счет их стимулирования к постоянному использованию шаблона и как следствие созданию определенного поведенческого паттерна, т. е. закрепленным навыкам работы.

Использование данного подхода позволяет обучающимся легче запоминать и закреплять как предметные, так и информационные навыки в решении задач. Возможность проводить нетривиальные вычисления непосредственно на их мобильных устройствах способствует формированию у обучающихся положительного эмоционального настроя и фона, и снижения негативной реакции на определённые неудачи в ходе решения задачи. Мобильное устройство является основной средой, в которой осуществляет свою социальную деятельность современный обучающийся и возможность выполнять задания занятия оставаясь в рамках своего устройства повышает комфортность обучения. Таким образом, развивается эмоционально-волевой компонент компетентности. Для того, чтобы успешно решать обыкновенные дифференциальные уравнения средствами мобильных устройств, обучающиеся самостоятельно исследуют возможные математические алгоритмы и методы и тестируют их на своих устройствах, что приводит к повышению их математических знаний и кругозора. Таким образом происходит формирование когнитивной компоненты компетентности обучающегося. В процессе поиска оптимального алгоритма вычислений, обучающийся задействует свои коммуникативные, рефлексивные и практические навыки. В результате происходит развитие деятельностной компоненты компетентности. Тестирование запланированных способов решения

предложенной задачи и осуществление постоянного самоконтроля в процессе хода решения стимулирует развитие рефлексивного компонента компетентности.

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.

С точки зрения использованных психолого-педагогических моделей, 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, самомотивации 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 шаблонами, у обучающегося происходит активация сенсорной памяти, после чего она передается в кратковременную память и затем сохраняется в долговременной памяти обучающегося. Таким образом использование подобных шаблонов 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 компетенций будущих учителей математиков.

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.Bocconi и др. [123], M. Aebbersold [124], A. Al-Amri [125], M.Hassler и др. [126], M.Kearney и др. [127], C.-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], A.A.Temerbekova [133], H.Fischer и др.

[134] и авторские разработки [135, 136, 137, 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 предоставляют возможность реализовать индивидуальную связь и взаимодействие между обучающимся и мобильным образовательным приложением системы. 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 и математические умения и навыки 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 методики формирования профессиональных компетенций у будущих учителей математики с использованием мобильных приложений.

Основными теоретическими предпосылками для настоящего исследования послужили результаты, полученные в работе тайваньского исследователя Chia-Yu Liu et al. [112], которые демонстрируют возможности применения мобильных устройств для создания и решения моделей, возникающих при решении задач на лабораторных занятиях по физике. Текущая диссертация экстраполирует эти результаты применительно к занятиям в рамках математических дисциплин выдвигает гипотезу о том, что успеваемость студентов на математических занятиях демонстрирует тенденцию к повышению при использовании ими мобильных устройств вместо традиционных настольных компьютеров для проведения вычислений и решения математических задач и моделей из области дифференциальных уравнений.

Настоящее исследование выполнено в виде квазиэкспериментального исследования с проведением эксперимента на факультативных занятиях по математическому моделированию и мобильному программированию, проводимых на ОП по информационно-коммуникационным технологиям Жетысуского университета имени Ильяса Жансугурова и проводимом online для студентов, обучающихся по математико-педагогическому направлению или студентов колледжей и средних школ, 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 с помощью компьютерных методов, таких как приближенные вычисления и численные методы. Для принятия участия на занятиях факультативного курса студент 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 численных методов решения дифференциальных уравнений. Задания даются согласно учебному расписанию факультатива. Задания оформлялись как показано на рисунке 19.

<i>Этап программирования</i>	<i>Выполнение</i>
<i>1. Постановка задачи</i>	Решить дифференциальное уравнение $dy/dx=x^2$ при $y _{x=0}=1$. Определить знач. функции при $x_k=1$, $h=1$
<i>2. Математическое описание</i>	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 – Оформление задания

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

Перед началом занятий в рамках кружка, обучающимся было сначала предложено ознакомиться с численными методами, традиционно используемым для решения обыкновенных дифференциальных уравнений следующих видов, как продемонстрировано на рисунке 20.

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

Рисунок 20 – Задания для решения

После ознакомления с методами решения задач из Рис 20, обучающимся было предложено ознакомиться с численными методами, используемым для решения обыкновенных дифференциальных 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 – Задания для решения

После ознакомления с методами решения задач из Рис 21, обучающимся было предложено ознакомиться с численными методами, используемым для решения обыкновенных дифференциальных уравнений продемонстрированных 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 – Задания для решения

В таблице 17 дано общее описание 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.

продолжение Таблицы 17

Неделя	Задача
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 приблизительную 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 приблизительную 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.

продолжение таблицы 17

Неделя	Задача
13	Найдите приблизительную 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 приблизительную 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	Построить, а затем решить математическую модель для нахождения количества воды в баке определенной емкости в момент времени t . Нарисуйте график функции решения. Проверьте решение на двух разных наборах начальных значений.

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	Построить и решить математическую модель частицы в потенциальном поле с помощью дифференциального уравнения. Нарисуйте траекторию частицы.
10	Построить и решить 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	Построить, а затем решить математическую модель прогнозирования результатов спортивного соревнования. Используйте любой из изученных

	ранее методов. Проверьте решение на двух разных наборах входных данных.
14	Построить 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	Построить математическую модель для прогнозирования процентных ставок. Используйте любой из изученных ранее методов. Проверьте решение на двух разных наборах входных данных.

Обучающиеся используют Google Sheets для выполнения необходимых вычислений, а затем предоставляют свои решения на листе стандартной бумаги формата А4 с краткими пояснениями своего подхода к решению поставленной задачи. Затем лист передается преподавателю факультатива, который записывает уникальный идентификатор в заголовок листа. Этот идентификатор обозначает обучающегося и дату факультативного занятия. Само имя обучающегося вырезано из листа. 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 четырехбалльную шкалу оценок, приведенную в Таблице 12, где «А» — самая высокая оценка, а «D» — самая низкая. Знак минус («-»), стоящий вместо оценки, указывает на то, что обучающийся не посещал 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, были осуществлены следующие процедуры. Критерии оценивания заданий и сами задания были составлены экспертами в области образовательной информатики и математики, имеющих докторские степени и педагогический стаж более 20 лет. Этим экспертам было предложено проверить каждое задание и критерий оценивания и вынести 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, данной на рисунке 23:

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

Рисунок 23 – Формула для расчета критерия оценивания

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 утверждения их преподавательским составом, состоящим из опытных, преподаватели с более чем 10-летним опытом преподавания математики и информатики, критерии и задания также были приняты для использования тремя местными учебными заведениями и двумя образовательными центрами, предоставляющих образовательные услуги по различным предметам из традиционной академической программы. Принятые критерии оценивания приведены в таблице 19.

Таблица 19 – Критерии оценивания заданий

Критерий	А	В	С	Д
Завершённость	Все задание выполнено	Большая часть задания выполнена	Меньшая часть задания выполнена	Задание не выполнено
Своевременность	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
Корректность	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.
Показанная работа	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.	Работу вообще не показали.

Оценки «А» и «В» считаются положительными оценками, свидетельствующими о желаемой успеваемости. Оценки «С» и «Д» являются отрицательными оценками, обозначающими среднюю или плохую успеваемость обучающегося на занятии. Такое деление оценок на положительные и отрицательные является устоявшейся традицией в региональном разрезе. Оценки «А» и «В» являются основными количественными факторами в оценке качества образования, так как обеспечивают высокий уровень знаний и навыков студента и позволяют ему получать стипендию, участвовать в программах обучения за рубежом и получать другие академические преимущества. Оценка «Д» указывает на плохую успеваемость, которая может негативно сказаться на переводе студента на следующий курс. Оценка «С» обозначает среднюю успеваемость. В региональном разрезе учащиеся с оценкой «С» составляют не менее 50% курса математики в школе или колледже. Поскольку оценка «С» не дает никаких академических преимуществ, она также воспринимается в основном как

отрицательная оценка. Когда студент пропускает собрание, он получает оценку «Е».

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. Вторая группа участвовала в факультативе дистанционно, используя формат электронного обучения и приложение Zoom. Реализация формата электронного обучения для факультативных занятий второй экспериментальной группы была основана на комбинировании синхронного и асинхронного подходов, которое позволяет обучающимся общаться с преподавателями и другими участниками образовательного процесса и получать от них необходимую обратную связь. В то же время обе экспериментальные группы в качестве модели обучения использовали обобщенную модель, описанную в разделе 2.1 данной диссертации. Эта обобщенная модель использует определенные концепции модели ТРАСК, в которых основной упор делается на такие домены, как педагогическое знание содержания и педагогическое знание содержания. При этом формирование структуры и содержания учебного процесса осуществляется с учетом определенных аспектов бихевиоризма и когнитивизма, в частности, таких как программированное обучение, этапы формирования когнитивного восприятия и события преподавания.

Начальной математической подготовкой обеих экспериментальных групп была школьная математика плюс математический анализ на уровне колледжа и 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 22. 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. Эта система оценок также используется в местных школах. До эксперимента только один студент из экспериментальных групп имел пятерку по математике в своем колледже. 55% оставшихся учащихся экспериментальных групп имели по математике оценки «3». Остальные студенты из экспериментальных групп имели по математике оценку «4». В контрольной группе 60% студентов имели оценку 3 по математике. Остальные 40% учащихся контрольной группы имели оценку 4 по математике. Ни один из учащихся контрольной и экспериментальной групп не имел по математике оценки ниже «3». В четвертой группе около 55% учащихся имели по математике оценку «4», в то время как у других была оценка «3».

Основная цель исследования заключалась в изучении влияния использования мобильных устройств на рост общего количества положительных оценок, полученных обучающимися. 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, и занятия проходили в одной и той же аудитории. 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 Google Sheets для работы с электронными таблицами, работающего на настольных персональных компьютерах под управлением Windows 10 с процессором 1,6 ГГц и оперативной памятью 6 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. (Выбор U-критерия Манна-Уитни обусловлен тем, что на момент проведения эксперимента это был тест, с которым автор имел наибольший опыт.) 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 ассистенты дополнительно провели серию полуструктурированных интервью с 22 студентами, не входившими в экспериментальные группы. Помимо ответов на вопросы ассистентов, 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 математического анализа. Тождества и формулы показывались сначала на экране стационарного компьютера, а затем на экране мобильного устройства.

Полученные результаты

Оценки, полученные студентами контрольной группы в первом семестре факультатива, приведены в таблице 20 и проиллюстрированы графически на рисунке 24.

Таблица 20- Оценки студентов контрольной группы в первом семестре

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

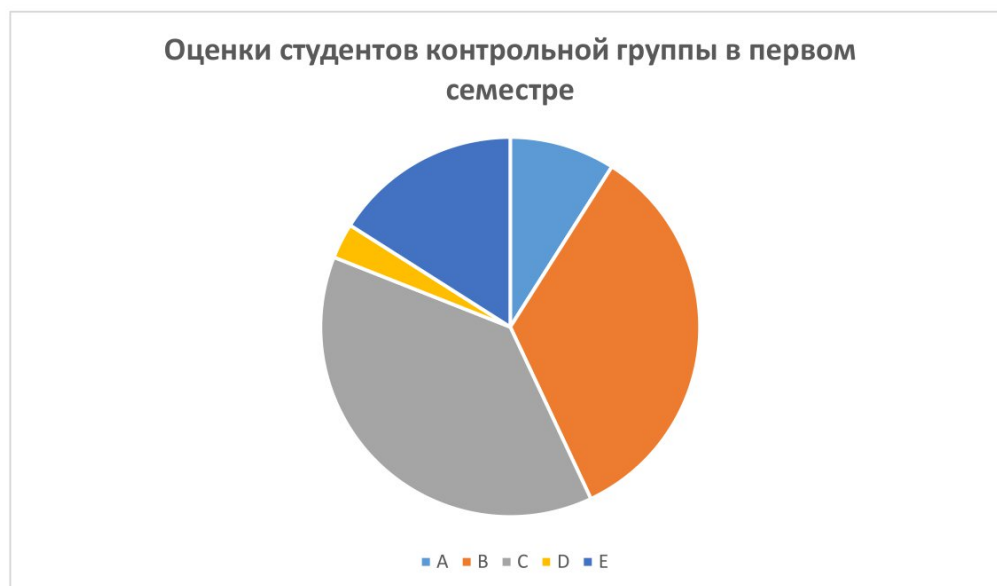


Рисунок 24- Оценки студентов контрольной группы в первом семестре

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 классов.

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

Таблица 22- Оценки студентов контрольной группы во втором семестре

Оценка	Относительная частота
A	0,06
B	0,37
C	0,43
D	0,03
E	0,11

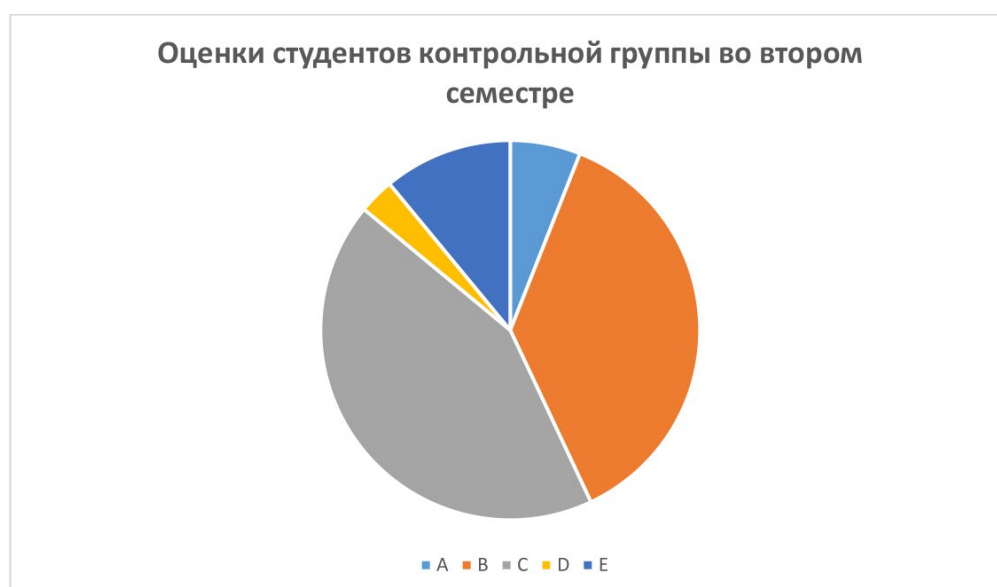


Рисунок 25- Оценки студентов контрольной группы во втором семестре

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 «Д» 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 студентами первой экспериментальной группы за первый семестр занятий факультатива. Графическая иллюстрация данных из таблицы 23, приведена на рисунке 26.

Таблица 23- Оценки студентов 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 студенты 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 студентами первой экспериментальной группы в течение второго семестра в факультативе. Графическая иллюстрация данных из таблицы 24, приведена на рисунке 27.

Таблица 24- Оценки студентов 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 студенты 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 студентами 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 студентов второй экспериментальной группы во втором семестре

Оценка	Относительная частота
A	0,18
B	0,52
C	0,27
D	0,02
E	0,01

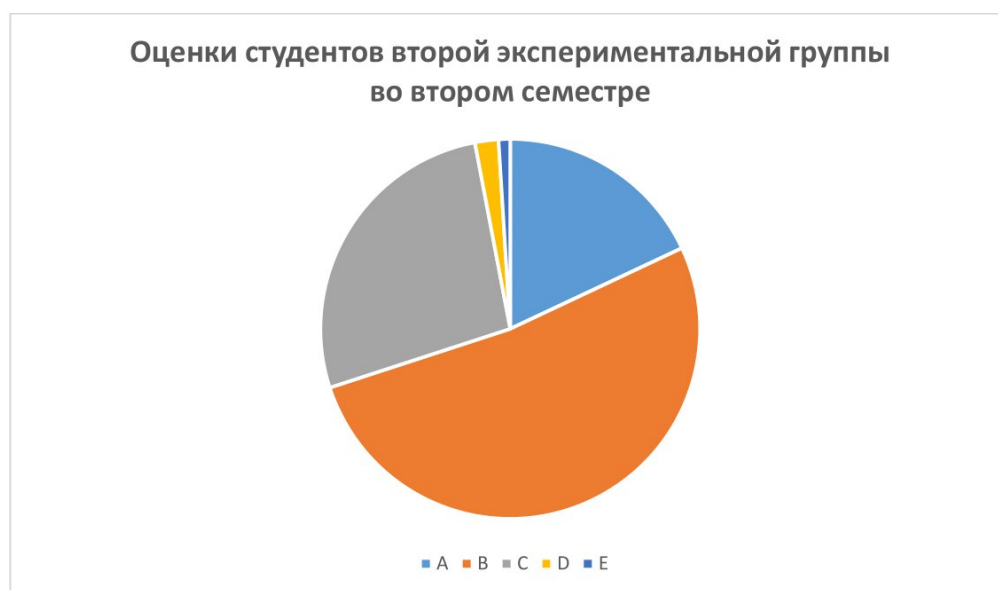


Рисунок 29- Оценки студентов второй экспериментальной группы во втором семестре

Из таблицы 26 видно, что студенты 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 табл. 27 и табл. 28 приведены оценки, полученные учащимися 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
Б	0,54
С	0,28
Д	0,03
Е	0,00



Рисунок 30- Оценки членов четвертой группы

Таблица 28-Оценки членов пятой группы

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



Рисунок 31-Оценки членов пятой группы

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

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 технологий.

Анкетирование, проведенное среди студентов экспериментальных групп, набрало 22 ответа. 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.

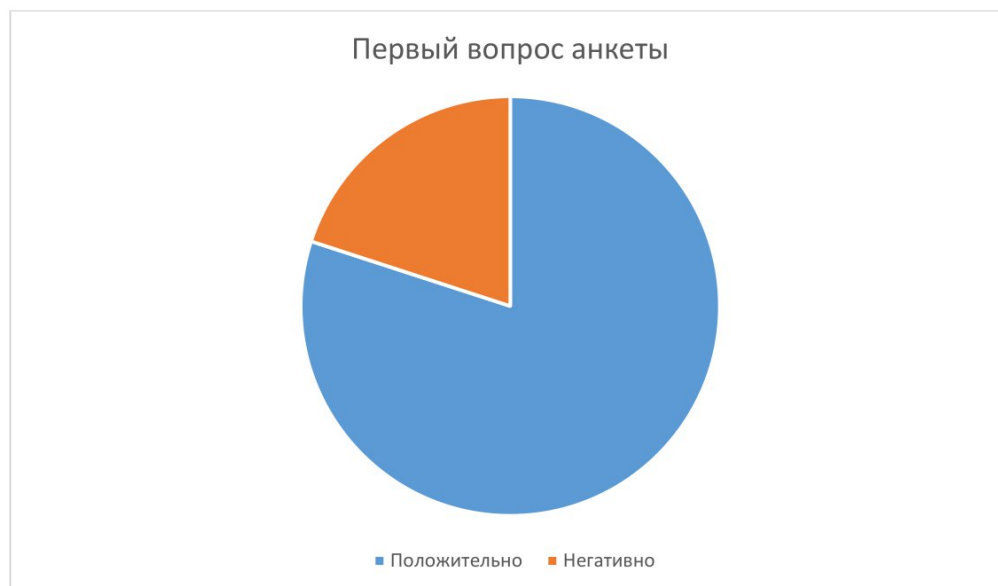


Рисунок 32 – Ответы на первый вопрос анкеты

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.

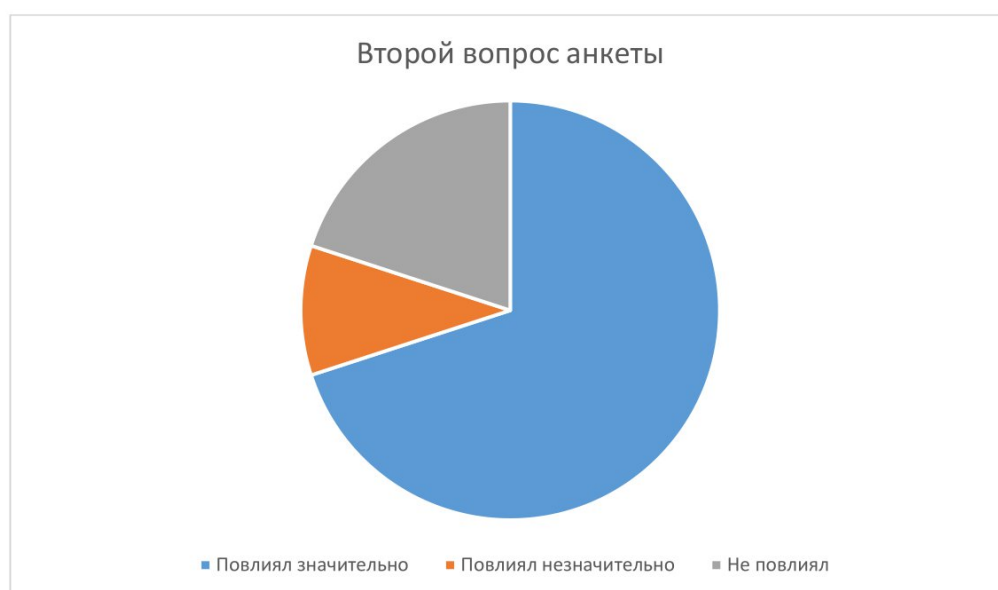


Рисунок 33 – Ответы на второй вопрос анкеты

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.

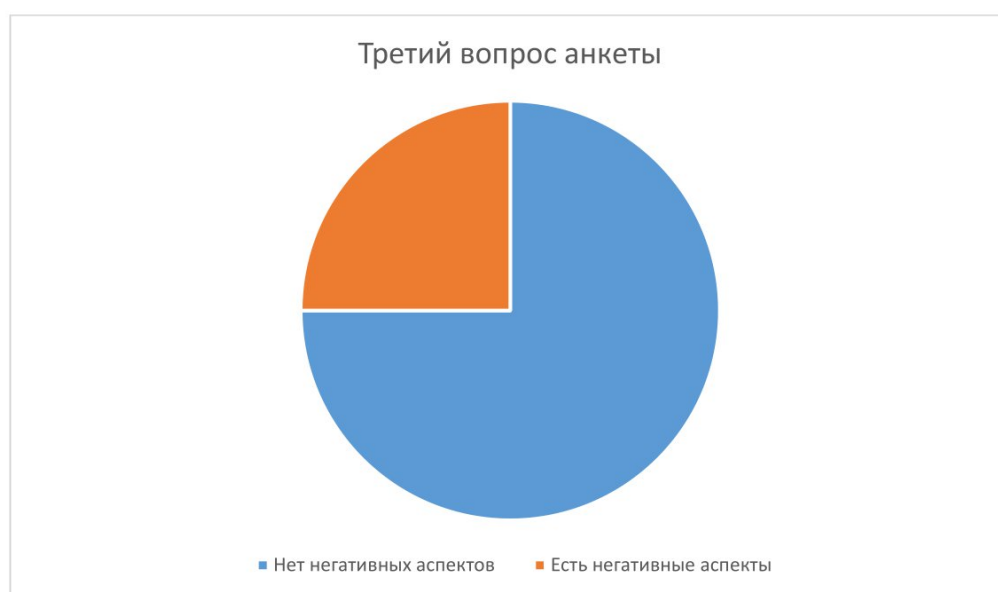


Рисунок 34 – Ответы на третий вопрос анкеты

Анализ ответов анкеты, дополнительные беседы со студентами и тест на запоминание, проведенный преподавателя 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 обобщить из приведенных экспериментальных данных, использование мобильных устройств 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. Еще одним преимуществом, продемонстрированным экспериментальными группами, является меньшее количество случаев, когда обучающиеся предпочитали не ходить на занятия. Анкетирование подтвердило, что в большинстве случаев мобильные технологии повышают интерес обучающихся к предмету и мотивацию к нему.

Общий характер результатов, полученных в рамках настоящего исследования, подтверждает выводы авторских разработок [139] и [140], в которых говорится, что математическое образование может получить большую пользу от использования мобильных устройств в качестве средства обучения. Однако в большинстве цитируемых работ мобильные устройства рассматриваются преимущественно как средство просмотра учебного контента, которым может быть, например, текст, изображение или какой-либо интерактивный мультимедийный материал. Настоящая статья вносит свой вклад в существующие исследования, используя другой подход, направленный именно на расширение такого ограниченного представления о мобильных устройствах в математическом учебном процессе. Авторы показывают, что мобильные устройства можно успешно использовать в качестве средства для решения более серьезных и сложных задач, таких как сложные вычисления и математическое моделирование на уровне колледжа, включая исчисление, дифференциальные уравнения и математическую статистику. Описанная в статье методика внедрения мобильных устройств в обучение математическому моделированию стимулирует интерес обучающихся к предмету, положительно влияет на их посещаемость и успеваемость, тем самым подтверждая гипотезу авторов.

По сравнению с традиционным настольным компьютером, использование мобильного устройства на математическом занятии предлагает большое количество образовательных преимуществ. Как показывает [8], 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, как выявлено в [112], это позволяет учащимся персонализировать свою учебную среду и уменьшить их математическую «боязнь». Именно эти факторы способствовали повышению успеваемости студентов экспериментальных групп.

Проведенные эксперименты позволяют предположить, что, по крайней мере, в контексте математического обучения, использование мобильных устройств облегчает процесс выполнения тех задач, которые сильно нагружают человеческое внимание.

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 данной статьи.

Текущее исследование имеет ряд ограничений, касающихся его методологии. В статье рассматривается использование мобильных технологий только в контексте решения аналитических (вычислительных) задач, геометрические и логические задачи вообще не тестировались. Кроме того, есть проблемы с размером выборки и отбором. Авторы провели исследование в региональных учебных заведениях, где среднее количество студентов в группе обычно относительно невелико и ограничено, в результате чего проблематично сформировать большие экспериментальные группы. Еще одним недостатком исследования является то, что анкетирование проводилось только по электронной почте.

Результаты текущего исследования показывают, что образовательные учреждения могут безопасно организовать свою математическую лабораторию и практические занятия на мобильных устройствах вместо традиционных настольных компьютеров. В частности, сфера дистанционного обучения может значительно выиграть от переориентации на мобильные технологии. Использование мобильных устройств в качестве активных 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 дистанционного обучения все еще на стадии формирования.

Выводы по разделу 2.

Для того, чтобы используемые в рамках учебного процесса мобильные приложения, повышали уровень когнитивного восприятия обучающимися преподносимого учебного материала, необходимо, чтобы используемые мобильные 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.

Первым педагогическим требованием является отказ от традиционных и ограниченных форм использования мобильных технологий, заключающихся в демонстрации учебного материала, осуществлении мультимедийной коммуникации и обеспечении интерактивного тестирования. Необходимо использовать мобильные технологии как полноправные 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.

Далее необходимо осуществить правильный выбор подходящей психолого-педагогической теории обучения. 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. Настоящее исследование делает основной упор интеграцию мобильного обучения с концепциями таких теорий обучения как бихевиоризм, когнитивизм и конструктивизм.

Следующим из указанных педагогических требований к образовательному мобильному приложению, является следование концепции пользовательского восприятия UX, которая описывает реакцию и восприятие пользователя, возникающие в результате использования образовательного продукта, системы или услуги. Три основных фактора, которые влияют на UX, — это система, пользователь и контекст использования. Для того, чтобы соответствовать требованиям этой модели, мобильное приложение должно обладать следующими характеристиками:

1. Полезный
2. Удобство использования
3. Привлекательность
4. Локализуемость
5. Доступность
6. Достоверность

Еще одним важным педагогическим требованием, предъявляемым к использованию образовательных мобильных приложений, является их

способность положительного стимулирования мотивации обучающихся к активному участию в процессе обучения. В результате происходит стимуляция и развитие мотивационно-ценностного, деятельностного и личностного компонента компетентности. Для реализации этой задачи представляется целесообразной экстраполяция идей адаптационного дизайна ARCS, 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.

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

На основе указанных педагогических требований становится возможным создать психолого-педагогическую модель использования мобильных технологий и приложений в процессе подготовки.

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 рамках настоящего **исследования прошла апробацию его идея**, заключающаяся в том, что в рамках образовательного процесса подготовки учителей математики в ВУЗе, наиболее оптимальным способом использования мобильных технологий и приложений является их применение для проведения вычислений в рамках решения математических задач и моделей из области обыкновенных дифференциальных уравнений.

В ходе проведения исследования была достигнута его **цель** – разработать и теоретически обосновать инновационный научный и методологический 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 образовательных технологий и приложений в процесс развития профессиональных компетенций будущих учителей математики.

2. Разработан научно и методологически обоснованный подход применения мобильных образовательных технологий и приложений при преподавании математических дисциплин.

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

4. Проведено экспериментальное исследование для практической оценки эффективности разработанного научно-методического подхода, базирующегося на использовании мобильных технологий и 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 при преподавании математики в ВУЗе. Так, представляется целесообразным проверить педагогический эффект, связанный с использованием мобильных технологий при преподавании линейной алгебры, динамического и линейного программирования, и решении разностных схем. Также видится важным провести более глубокое исследования влияние мобильных технологий 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. Очевидно, что в 21 веке тотальная интеграция математики и современных информационных 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 информационных технологий. 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 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. Послание Главы государства Касым-Жомарт Токаева народу Казахстана «Единство народа и системные реформы – прочная основа процветания страны» от 1 сентября 2021 года // <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K2100002021.28.12.2021>.
2. Профессиональный стандарт «Педагог». Приказ и.о. Министра просвещения Республики Казахстан от 15 декабря 2022 года № 500 Об утверждении профессионального стандарта «Педагог» https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=36333005&pos=5;-106#pos=5;-106
3. Абылкасымова А.Е. Совершенствование методико-математической подготовки будущего учителя в условиях реализации обновленного содержания школьного образования //Материалы конференции математиков Казахстана «Актуальные проблемы математики». Известия Международного казахско-турецкого университета им. Х.А.Ясави. Серия математика, физика, информатика. -Т.1. - №1(4). - Туркестан, 2018. – С.5-8.
4. Abylkassymova Alma Esimbekovna. On Mathematical-Methodical Training Of Future Mathematics Teacher In The Conditions Of Content Updating Of School Education // Modern Journal of Language Teaching Methods (MJLTM). ISSN: 2251 - 6204. - USA. - Vol. 8, Issue 3, March 2018. - P.411-414.
5. Moldakhmetov Z.M., Gazaliyev A.M. Tsifrovizatsiya kazakhstanskogo obrazovaniya. Osnovnyye napravleniya i perspektivy razvitiya. Chelovecheskiy kapital. (Digitalization of Kazakhstan's education. Main directions and prospects of development. Human Capital). - 2020. - № 54. - P.104.
6. Mynbaeva A.K., Sadvakasova Z.M. Innovative teaching methods, or how to teach in an interesting way: A textbook. – 11th ed., Almaty: Evero, 2018. – 356 р.
7. Туяков Е.А. Возможности использования компьютерной программы GeoGebra в обучении курсу алгебры в школе и педвузе // Материалы Межд.научн.-практич. конф. «Толегеновские чтения - 2018» на тему «Цифровое образование - передовые знания и компетентность» в рамках духовного возрождения. - Аркалык, 2018. - С.55-60.
8. Сеитова С.М., Тойбазаров Д.Б. Методические основы прикладных задач в процессе обучения математических дисциплин в Вузе // Международный журнал «Наука и жизнь Казахстана». – Нур-Султан, 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 Дилафруз Мухиддиновна. "Инновационные технологии как компонент развития личности в непрерывном образовании" // Образование

через всю жизнь: непрерывное образование в интересах устойчивого развития. - Т. 2. - №13. – 2015. – С.341-343.

11. Шилов А. В., Смирнов Е. И., Абатурова В. С. Методика обучения математике с использованием многоэтапных математико-информационных заданий // Материалы Международной конференции «Чтения Ушинского» физико-математического факультета. - 2018. - С.46-52.
12. Латышева Л.П., Скорнякова А.Ю., Черемных Е.Л., Лаптева Т.Д., Мельникова Е.В. Формирование ИКТ-компетенций будущего учителя математики при обучении стохастике в условиях цифровой трансформации образования // *Информатика и образование*. -2022. - 37(2). - С.64-77.
13. Huang, Ronghuai & Spector, J. & Yang, Junfeng. Introduction to Educational Technology: A Primer for the 21st Century. - 2019. – 248 p.
14. Hartley, R., Kinshuk, Koper, R., Okamoto, T., & Spector, J. M. The education and training of learning technologists: A competences approach. - Educational Technology & Society. - №13(2). - P.206–216.
15. Gikas, Joanne & Grant, Michael. Mobile Computing Devices in Higher Education: Student Perspectives on Learning with Cellphones, Smartphones & Social Media. - The Internet and Higher Education. - №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. - №5 (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 // Якаевские чтения. – 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, тема диссертации и автореферата по ВАК РФ 13.00.02. – Москва. – 2013. - 150 с.
- 24.Георге И. В. Педагогические условия организации самостоятельной работы в структуре формирования профессиональных компетенций студентов образовательных организаций высшего образования : диссертация ... кандидата педагогических наук: 13.00.08 / Георге Илона Владимировна; [Место защиты: Ленинградский государственный университет им.А.С.Пушкина].- Санкт-Петербург, 2016.- 192 с.
- 25.Басалаева Н.В., Захарова Т. В. Ключевые компетенции как интегральный результат современного образования // Сибирский педагогический журнал. – 2012. - С.183-185.
- 26.Spector, J. M. Foundations of educational technology: Integrative approaches and interdisciplinary perspectives. – 2015. - New York, NY:Routledge, p.278.
- 27.Чудинский Р.М., Малев В.В., Гаркавенко Г.В., Морозова В.В. 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., and Морозова В.В. 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 Насикан И.В. 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. Учебное пособие. – Москва, 2021. – 178 с.
- 33.Талызина Н.Ф. Методика обучения математике. Формирование приемов математического мышления : учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство 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., Сюунтуяа, Д. Роль информационных технологий в формировании информационно-математической культуры и информационно-математической компетентности. - №1 (39). – С. 45-50.
- 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., С44-50.
- 37.Абдусаламов Р.А., Пирметова С.Я. Реализация компетентностного 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 Валентина Павловна. 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. Серия: Психология и педагогика. - 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. - vol. 17(2). - С. 379-391.
- 45.Abidin, Z., Mathrani, A., Hunter, R., & Parsons, D. Challenges of integrating mobile technology into mathematics instruction in secondary schools: An Indonesian context // Computers in the Schools. – 2017. - № 34(3), С.207-222.
- 46.Jones, A. C., Scanlon, E., Clough, G. (2013). Mobile learning: Two case studies of supporting inquiry learning in informal and semiformal settings // Computers & Education. – 2013. - №61. - С.21-32.
- 47.Svela, A., Nouri, J., Viberg, O. and Zhang, L. A systematic review of tablet technology in mathematics education // International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM). – 2019. - Vol. 13. - No. 08. - С. 139-158.

- 48.Kwon, S., Kim, W., Bae, C., Cho, M., Lee, S., Dreamson, N. The identity changes in online learning and teaching: Instructors, learners, and learning management systems // *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. – 2021. - №18(1). -C.67-81.
- 49.Taleb, Z., Amineh A., Musavi M. The Effect of M-learning on Mathematics Learning. *Procedia // Social and Behavioral Sciences*. - 2019. - №171. – pp23-34.
- 50.Tang, D. M., Nguyen, C. T. N., Bui, H. N., Nguyen, H. T., Le, K. T., Truong, K. L. G., Tran, N. T., Vo, N. K., & Nguyen, T. T. Mobile learning in mathematics education // *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. – 2023. - №19(5).
- 51.Bano, M., Zowghi, D., Kearney, M., Schuck, S., & Aubusson, P. (2018). Mobile learning for science and mathematics school education: A systematic review of empirical evidence // *Computers & Education*. – 2018. - №121. – pp. 30-58.
- 52.Crompton, H., Burke, D., Gregory, K. H., & Gräbe, C. (2016). The use of mobile learning in science // *Journal of Science Education and Technology*. – 2016. - №25(2). – pp 149-160.
- 53.Al-Hunaiyyan, A., Al-Sharhan, S. and Alhajri, R. (2017). A new mobile learning model in the context of the smart class rooms environment: a holistic approach // *Int. J. Interact. Mob. Technol.* – 2017. - №11. – pp 39– 56.
- 54.John-Harmen, Valk & Rashid, Ahmed & Elder, Laurent. (2010). Using Mobile Phones to Improve Educational Outcomes: An Analysis of Evidence from Asia. *International Review of Research in Open and Distance Learning*.
- 55.Morel, G.M., Spector, J.M. *Foundations of Educational Technology: Integrative Approaches and Interdisciplinary Perspectives* (3rd ed.). Routledge. – 2022. – 278p.
- 56.Mangal, S. K., & Mangal, U. *Essentials of educational technology*. – 2009. - New Delhi: Asoke K. Ghosh. – 836p.
- 57.Pimmer, C., Mateescu, M., & Gröbriel, U. (2016). Mobile and ubiquitous learning in higher education settings // *A systematic review of empirical studies. Computers in Human Behavior*. – 2016. - №63. - pp490-501.
- 58.Albano G. *E-mathematics engineering for effective learning* // *Advances in mathematics education*. – 2017. – Springer. - pp. 349–370.
- 59.YawAsabere, N. (2013) *Benefits and Challenges of Mobile Learning Implementation* // *International Journal of Computer Applications*. – 2013. -, №73(1). - pp. 23-27.
- 60.Wong, L. H. (2012) *A learner-centric view of mobile seamless learning* // *British Journal of Educational Technology*. – 2012. - №43(1). - pp.19-E23.
- 61.Spector, J. M., Ren, Y. (2015). *History of educational technology*. – 2015. - Thousand Oaks, CA: Sage Publications. – pp 3-31.
- 62.Ferreira, J.B., Klein, A.Z., Freitas, A., Schlemmer, E. *Mobile learning: Definition, uses and challenges* // *Cutting-edge Technologies in Higher Education*. – 2013. - №6. - pp.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. - (COES&RJ-JSS). - №5. - pp172-200.
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. - №7. – pp 754- 762.
65. Horton, W. E-learning by design. USA: John Wiley & Sons. – 2011. – 640p.
66. Dunn, T. J., Kennedy, M. Technology enhanced learning in higher education; motivations, engagement and academic achievement // *Computers & Education*. – 2019. - №137. - pp104–113.
67. Aparicio, M., Bacao F., Oliveira, T. An e-learning theoretical framework // *Journal of Educational Technology & Society*. – 2016. - №19(1). - p292-307.
68. Bond, M., Bedenlier, S. Facilitating student engagement through educational technology: Towards a conceptual framework // *Journal of Interactive Media in Education*. – 2019. - №1(14). – pp45-58/
69. Abuhassna, H., Al-Rahmi, W. M., Yahya, N., Zakaria, M. A. Z. M., Kosnin, A., Bt, M., & Darwish, M. (2020). 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. - №17(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. - №79(6). - pp.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. - №78(3). - pp 407–422.
72. Domingo, M. G. and 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. - №56. – p.21-28.
73. Kuimova, M. V., Anastasiya, K. and 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. - №14(2). – pp. 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. - №45, pp78.-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. - №21(2). - pp13–27.

- 76.Keengwe, J. Schnellert, G. and Jonas, D. (2012) Mobile phones in education: Challenges and opportunities for learning // *EducInfTechnol.* – 2012. - №19(2). - pp.441-450.
- 77.Dhaheri, L. and Ezziane, Z. Mobile learning technologies for 21st-century educators: opportunities and challenges in the UAE // *International Journal of Mobile Learning and Organisation.* – 2015. - №9(3). - p.218.
- 78.Sharples, M. Mobile learning: research, practice and challenges // *Distance Education in China.* – 2013. - №3(5). - pp. 5-11.
- 79.Mothibi, G. (2015). A MetaAnalysis of the Relationship between E-Learning and Students' Academic Achievement in Higher Education // *Journal of Education and Practice.* – 2015. - №6 (9). – pp. 6-10.
- 80.Al-Samarraie, H., Selim, H., Teo, T., & Zaqout, F. Isolation and distinctiveness in the design of e-learning systems influence user preferences // *Interactive Learning Environments.* – 2017. - №25(4). – pp. 452- 466.
- 81.Huan, Yu., Li, Xueping, Aydeniz M., Wyatt T. Mobile Learning Adoption: An Empirical Investigation for Engineering Education // *International Journal of Engineering Education.* – 2015. - №31. - pp 1081-1091.
- 82.Almutairy, S. M., Davies, T., & Dimitriadis, Y. The Readiness of Applying m-learning among Saudi Arabian Students at Higher Education // *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM).* – 2015. - №9(3). - pp. 33–36.
- 83.Pechenkina, E. (2017). Developing a typology of mobile apps in higher education: A national case- study // *Australasian Journal of Educational Technology.* – 2017. - №33(4). - pp177-184.
- 84.Alfarani, L. (2016) *Exploring the Influences on Faculty Members' Adoption of Mobile Learning at King Abdulaziz University, Saudi Arabia.* PhD thesis, University of Leeds. – 2016.
- 85.Gray, J. A. & DiLoreto, M. (2016). The effects of student engagement, student satisfaction, and perceived learning in online learning environments. *International Journal of Educational Leadership Preparation.* – 2016. -№11(1)
- 86.Martín-Rodríguez, Ó., Fernández-Molina, J. C., Montero-Alonso, M. Á. and González-Gómez, F. Main components of satisfaction with e-learning // *Technology, Pedagogy and Education.* – 2016. - №24:2. - pp267.
- 87.Lee, Y., Hsieh, Y., & Ma, C. (2011). A model of organizational employees' e-learning systems acceptance // *Knowledge-Based Systems.* – 2011. - №24(3), pp. 355-366.
- 88.Robert, S., Arthur, G., Hu, X., & Heather, H. (2013). Design Recommendations for Intelligence Tutoring System. - American: The USArmy Research Laboratory. – 2013. – Vol. 1.
- 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. - №10(4). - pp.39–48.

90. Nouri, J. Cerratto-Pargman, T. Eliasson, J. and Ramberg, R. Exploring the Challenges of Supporting Collaborative Mobile Learning // *International Journal of Mobile and Blended Learning*. – 2011. - №3(4). - pp.54-69.
91. Cheng, Y. (2011). Antecedents and consequences of e-learning acceptance // *Information Systems Journal*. – 2011. - №21(3). -pp269-299.
92. Chang, V. The role and effectiveness of e-learning for the industry. Lambert. – 2015. – 144p.
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. - №12(2). - pp.78-102.
94. Moravec, T., Stepanek, P., & Valenta, P. (2015). The Influence of Using E-Learning Tools on the Results of Students at the Tests // *Procedia Social and Behavioural Sciences*. – 2015. - №176. – pp. 81-86.
95. Al-Takhayneh, B. Attitudes towards Using Mobile Applications in Teaching Mathematics in Open Learning Systems // *International Journal of E-Learning & Distance Educatio*. – 2018. - №33(1). – pp180-192.
96. Yosiana Y., Djuandi D., Hasanah . Mobile learning and its effectiveness in mathematics: Journal of Physics // *International Conference on Mathematics and Science Education*. – 2020. - 14-15 July, Jawa Barat, Indonesia.
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 . -№ 66(5). -pp. 1119–1139.
98. Supandi,, Handayanto Agung, Nur Aini Aurora, Ariyanto Lilik, Kusumaningsih Widya - The Effect of Mobile Phone Application on Mathematics Learning: Students Critical Thinking Skills // *Proceedings of the 1st International Conference on Education and Social Science Research*. – 2018.- Djakarta, Indonesia. – pp.175-190.
99. Etcuban, Jonathan O.; Pantinople, Leocineza D. The Effects of Mobile Application in Teaching High School Mathematics // *International Electronic Journal of Mathematics Education*. – 2018. - V13. - №3. - pp249-259.
100. Supandi, Ariyanto, L., Kusumaningsih, W. and Aini, A.N. Mobile phone application for mathematics learning. // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2018. - Vol. 983. – pp. 210-223.
101. Jahitha Begum. 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. - pp.463-450.
102. Fabian, K., Topping, K. J. Putting “mobile” into mathematics: Results of a randomized controlled trial // *Contemporary Educational Psychology*. – 2019 .- №59. - pp.1-12.
103. Meletiou-Mavrotheris, M., Paparistodemou, 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. - №11(3). – pp. 19-37.
104. Krull, G., & Duarte, 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. - №18(7). – pp. 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. - №21(4). -pp 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(3). – pp.18-23.
 107. Al-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(3). – pp. 178-191.
 108. Northey, G., Bucic, T., Chylinski, M. & Govind, R. Increasing student engagement using asynchronous learning // *Journal of Marketing Education*. – 2015. - №37(3). -pp.171-180.
 109. Terras, M. and Ramsay, J. (2012) The five central psychological challenges facing effective mobile learning. *British Journal of Educational Technology*, 43(5), pp.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(1). – pp. 217–238.
 111. Hietajärvi, L., Salmela-Aro, K., Tuominen, H., Hakkarainen, K., & Lonka, K. Beyond screen time: Multidimensionality of socio-digital participation and relations to academic well-being in three educational phases // *Computers in Human Behavior*. – 2019. - №93. - pp. 13–24.
 112. Tarhini, A., Hone, K. and Liu, X. The effects of individual differences on e-learning users' behaviour in developing countries: A structural equation model // *Computers in Human Behaviour*. – 2014. - №41. - pp.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.- №56. - pp238-256.
 114. Olson, M. H. An introduction to theories of learning. UK: Psychology Press. – 2015. – 546p.
 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(4). – pp. 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(4). - pp.793-809.

117. Samarji, A. Technological, pedagogical and content knowledge (TPACK): Unpacking the TPACK features // QScience Proceedings, . – 2015. - №3. - p.4.
118. Scholtz, B., Kapeso, M. An m-learning framework for ERP systems in higher education // Interactive Technology and Smart Education. – 2015. - Vol. 11(4). - pp287-301.
119. Khaddage, F. Christensen, R. Lai, W. Knezek, G. Norris, C. and Soloway, E. A model driven framework to address challenges in a mobile learning environment. EducInfTechnol. – 2015. – Vol.20(4). - pp.625-640.
120. Sung, Y. T., Lee, H. Y., Yang, J. M., Chang, K. E. The quality of experimental designs in mobile learning research: A systemic review and selfimprovement tool // Educational Research Review. – 2019. - №28. -pp 100279.
121. Shiraz, M. Gani, A. Khokhar, R. H. and Buyya, R. A review on distributed precessing frameworks in smart mobile devices for mobile cloud computing. Communications Surveys and Tutorials, IEEE. – 2019. – Vol.15(3). - pp. 1294-1313.
122. Полат Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования. Учебное пособие. – М.: Издательский центр «Академия», 2019. – 272с
123. Bocconi, S., Chiocciariello, A., Kampylis, P., Dagienè, V., Wastiau, P., Engelhardt, K., Earp, J., Horvath, M. A., Jasutè, E., & Malagoli, C. Reviewing computational thinking in Compulsory Education. Joint Research Centre .-2022. - .138p.
124. Aebersold, M., Rasmussen, J., & Mulrenin, T. Virtual everest: Immersive virtual reality can improve the simulation experience // Clinical Simulation in Nursing. – 2022. - №38. pp. 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. - №15(05). pp 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(2). – pp.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(1). – pp.135-158.
128. Liu, C.-Y., Wu, C.-J., Wong, W.-K., Lien, Y.-W. and Chao, T.-K. (2017), Scientific modelling with mobile devices in high school physics labs // Computers and Education. – 2017. - Vol. 105. - pp. 44-56.
129. Bullock, A., Dimond, R., Webb, K., Lovatt, J., Hardyman, W., & Stacey, M. How a Mobile App Supports the Learning and Practice of Newly Qualified

- Doctors in the UK: An Intervention Study // BioMedCentral Medical Education. – 2015. - №15. -pp1-6.
130. Armougum, A., Orriols, E., Gaston-Bellegarde, A., Joie-La Marle, C., & Piolino, P. Virtual reality: A new method to investigate cognitive load during navigation // Journal of Environmental Psychology. – 2019. - №65, p. 101338.
 131. Koehler, M. J., Mishra, P., Kereluik, K., Shin, T. S., & Graham, C. R. (2014). The technological pedagogical content New York: Springer. – 2014. – pp. 101-111.
 132. Wang, Shudong & Higgins, Michael. Limitations of mobile phone learning. The JALT CALL Journal .- 2016. - №2. – pp. 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). - pp. 154-158.
 134. Fischer, H., Heise, L., Heinz, M., Moebius, K. and Koehler, T. 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. - No. 1. - pp. 31-43.
 135. Сакибаев С.Р., Сакибаева Б.Р., Байдильдинов Т.Ж., Тулебаев Е.Б. The use of M-learning in the educational process of higher educational institutions. // «Вестник КазНПУ имени Абая»/ Серия «Педагогические науки». - 2023.- №2(78), -С.70-83
 136. Sakibayev S.R. Mobile-based learning in school mathematics // Қазақстанның ғылымы мен өмірі – 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 – Наука и жизнь Казахстана. -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.- 16(4). -P. 363–380.
 139. Сакибаев С.Р., Сакибаева Б.Р. Mobile learning in mathematical education. Материалы VII Международной научно-практической конференции «Векторы развития современной науки», г.Уфа. - 2020. - № 1 (25). -С. 2-5.
 140. Sakibayev S.R. College-level mathematical modelling with mobile devices. Kybernetes. -2022.- 51(4). -p. 1326–1340.

