

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт вычислительной математики и информационных технологий



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Д.А. Таюрский

"\_\_\_" 20\_\_\_ г.

**Программа государственной итоговой аттестации**

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Направление подготовки: 01.04.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Методы математического моделирования

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

## **Содержание**

1. Компетенции, освоение которых проверяется выпускной квалификационной работой
2. Объем выполнения и защиты выпускной квалификационной работы в зачетных единицах и часах
3. Цели, принципы, требования и этапы подготовки и защиты выпускной квалификационной работы
4. Примерные темы выпускных квалификационных работ
5. Критерии оценивания выпускных квалификационных работ
6. Нормативные документы, на основании которых разработана программа выпускной квалификационной работы
7. Литература
8. Методические рекомендации по подготовке выпускной квалификационной работы
9. Особенности подготовки и защиты выпускной квалификационной работы для обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу государственной итоговой аттестации разработал(а)(и): заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Даутов Р.З. (кафедра вычислительной математики, отделение прикладной математики и информатики), Rafail.Dautov@gmail.com

### **1. Компетенции, освоение которых проверяется выпускной квалификационной работой**

Выпускник должен обладать следующими компетенциями:

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
ОПК-1	Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области прикладной математики
ОПК-2	Способен разрабатывать и развивать математические методы моделирования объектов, процессов и систем в области профессиональной деятельности
ОПК-3	Способен разрабатывать наукоемкое программное обеспечение для автоматизации систем и процессов, а также развивать информационно-коммуникационные технологии
ПК-1	Готовность к преподавательской деятельности и проведению учебно-производственного процесса по образовательным программам различного уровня и направленности
ПК-2	Способен к проведению научно-исследовательских разработок по отдельным разделам темы
ПК-3	Способен применять знания и методы дисциплин естественно-научного и математического цикла при проведении научных исследований, в том числе математического и компьютерного моделирования и высокопроизводительных вычислений
ПК-4	Разработка, отладка, рефакторинг программного кода, баз данных, информационных ресурсов; проектирование и интеграция программного обеспечения, управление проектами в области ИТ
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК-4	Способен применять современные коммуникационные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки

### **2. Объем выполнения и защиты выпускной квалификационной работы в зачетных единицах и часах**

Общая трудоемкость составляет 9 зачетных(ые) единиц(ы) на 324 часа(ов).

### **3. Цели, принципы, требования и этапы подготовки и защиты выпускной квалификационной работы**

Выпускная квалификационная работа (далее - ВКР) представляет собой выполненную обучающимся (несколькими обучающимися совместно) работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности.

ВКР является обязательной формой государственной итоговой аттестации, самостоятельно выполняемой обучающимися на завершающем этапе освоения ОПОП ВО. В ВКР на основе профессионально-ориентированной

теоретической подготовки решаются конкретные теоретические и практические задачи, предусмотренные соответствующей ступенью высшего образования.

Цель представления ВКР - демонстрация степени готовности выпускника к осуществлению соответствующих видов профессиональной деятельности.

Задачами ВКР являются: расширение, систематизация и закрепление теоретических и практических знаний и применение их в профессиональной деятельности, совершенствование навыков ведения самостоятельной творческой работы, способности четко, ясно и логично излагать в письменной форме свои мысли по избранной тематике.

Для подготовки ВКР обучающемуся назначается руководитель (из числа работников КФУ) и, при необходимости, консультанты. Руководитель ВКР:

- оказывает помощь обучающемуся в выборе темы и разработке календарного графика работы;
- помогает ориентироваться в литературе по теме работы;
- оказывает помощь в определении направления исследования, подборе понятийного и методологического аппарата;
- помогает в выборе методов и методик исследования, обработке и анализе полученных результатов;
- проверяет выполнение этапов работы;
- составляет письменный отзыв о работе обучающегося;
- оказывает помощь в подготовке к защите ВКР.

#### Этапы и сроки выполнения выпускной квалификационной работы.

Начальным этапом выполнения выпускной квалификационной работы является выбор темы. Своевременный и правильный выбор темы определяет успех всей последующей работы обучающегося. Прежде всего, обучающемуся необходимо ознакомиться с примерной тематикой выпускных квалификационных работ.

Тематическое решение исследовательских задач выпускной квалификационной работы необходимо ориентировать на разработку конкретных проблем, имеющих научно-практическое значение. При разработке перечня рекомендуемых тем выпускных квалификационных работ кафедра исходит из того, что эти темы должны:

- соответствовать компетенциям, получаемым обучающимся;
- включать основные направления, которыми обучающемуся предстоит заниматься в своей будущей профессиональной деятельности.

Перечень тем, предлагаемых кафедрой вниманию обучающихся, не является исчерпывающим. Обучающийся может предложить свою тему с соответствующим обоснованием необходимости и целесообразности ее разработки и осуществлять выполнение выпускной квалификационной работы, получив разрешение заведующего выпускающей кафедрой. При этом самостоятельно выбранная тема должна отвечать направленности (профилю) подготовки обучающегося с учетом его научных интересов, стремлений и наклонностей.

Поиск и сбор информации для исследований и разработок является вторым этапом выполнения выпускной квалификационной работы. Фактически, следует заниматься поиском и сбором информации в течение всего времени работы над выпускной квалификационной работой.

Тем не менее, как второй этап он очень важен, так как позволяет сформировать теоретический и практический базис для выполнения выпускной квалификационной работы. Рекомендуемое время окончания предварительного сбора и исследований - до 20 февраля.

Основной этап выполнения выпускной квалификационной работы, содержащий (в зависимости от тематики работы) проектирование и разработку прикладного программного обеспечения, разработку новых и исследование современных алгоритмов решения задач прикладной математики и вычислительной геометрии с помощью теоретического анализа или проведения экспериментов с помощью специально разработанного программного обеспечения начинается еще на этапе сбора информации. Так, может осуществляться систематизация информации, выявление критериев сравнения методик, определение функциональных особенностей разрабатываемого приложения и пр. Основная часть этого этапа связана с теоретическими и практическими исследованиями в области прикладной математики, требуемыми в задании на выпускную квалификационную работу, которое четко формулируется в течение февраля. Рекомендуемое время окончания этапа разработки - 30 апреля.

Этап верификации и тестирования, проведения численного эксперимента, является одним из важных этапов работы, поскольку позволяет выявить результаты исследуемых или применяемых алгоритмов и оценить их эффективность. Рекомендуемый срок окончания этапа - 15 мая.

Этап оформления текста выпускной квалификационной работы включает систематизированное описание всего процесса работы с акцентом на полученный результат. В зависимости от темы работы рекомендуется делить текст на две главы - теоретическое описание предлагаемых методик и описание программной реализации и численных экспериментов.

Последний этап связан с подготовкой к защите выпускной квалификационной работы, который проверяется в ходе предзащиты, на которой студент представляет презентацию своей работы и текст ВКР. Предзащита призвана не только проверить готовность работы, сколько провести репетицию защиты, дать студентам ценные рекомендации по тексту работы и по акцентам, сделанным в презентации.

Готовый текст ВКР распечатывается, переплетается и передается на выпускающую кафедру. Руководитель ВКР пишет отзыв на ВКР. Отзыв составляется по форме, указанной в Приложении 5 к настоящей программе. В отзыве отражается мнение руководителя о работе обучающегося над ВКР в течение учебного года, об уровне текста ВКР, о соответствии ВКР предъявляемым требованиям. ВКР подлежит рецензированию. Рецензентом выступает преподаватель КФУ или сотрудник иной организации, являющийся специалистом в предметной области ВКР. Рецензия оформляется по форме, приведенной в Приложении 6 к настоящей программе. Отзыв руководителя и рецензия вместе с текстом ВКР представляются государственной экзаменационной комиссии во время защиты.

ВКР.

ВКР подлежит защите в виде выступления обучающегося перед государственной экзаменационной комиссией. После выступления члены комиссии задают обучающемуся вопросы, на которые обучающийся отвечает. Озвучиваются отзыв руководителя и рецензия. Обучающемуся предоставляется возможность ответить на замечания, содержащиеся в отзыве руководителя и рецензии (при наличии). Государственная экзаменационная комиссия принимает решение о выставлении оценки на закрытом заседании большинством голосов. При равном количестве голосов председателя комиссии (при отсутствии председателя - его заместителя) является решающим.

#### **4. Примерные темы выпускных квалификационных работ**

Решение нелинейных задач установившейся фильтрации.

Вычисление интегралов от быстроосциллирующих на полуоси функций.

Конечно-разностный метод решения одномерного параболического уравнения с нелокальным пространственным оператором.

Численное исследование итерационных методов решения нелинейных задач.

Метод конечных элементов с эрмитовыми элементами для самосопряженных обыкновенных дифференциальных уравнений четвертого порядка.

Метод конечных элементов для 2 точечной краевой задачи.

Численное исследование собственных колебаний струны.

Разностные методы решения задачи о заполняемости канала.

Исследование методов решения жестких и нежестких систем обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка.

Разностные схемы монотонного типа.

Решение методом галеркина краевой задачи.

Расчет температуры в неоднородном стержне при наличии источников.

Численное решение двумерной задачи теплопроводности на GPU.

Решение геометрически линейных задач многослойных пластин.

Барицентрическая форма интерполяционного полинома и ее приложения.

Приближенный метод решения задачи насыщенно-ненасыщенной фильтрации.

Решение нелинейных краевых задач с точечными источниками.

Смешанный метод конечных элементов с лагранжевыми элементами для самосопряженных обыкновенных дифференциальных уравнений четвертого порядка.

Метод механических квадратур для численного решения линейного интегрального уравнения Фредгольма 2-го рода.

Численное моделирование собственных колебаний струны с механическим резонатором.

Расчет температурных волн.

Разностные схемы для одномерных эллиптико-параболических уравнений.

Итерационные методы решения систем нелинейных уравнений.

Формулировки тем ВКР могут корректироваться в соответствии с индивидуальными возможностями, потребностями и траекториями обучения конкретных обучающихся, предложениями самих обучающихся, теоретической и практической актуальностью научных и научно-практических проблем.

#### **5. Критерии оценивания выпускных квалификационных работ**

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Выпускная квалификационная работа оценивается на "отлично", если работа отвечает требованиям по оформлению, студент показал глубокое владение материалом, студент показал хорошие навыки исследовательской работы, студент продемонстрировал умение грамотно и аргументировано презентовать и защищать результаты работы, в том числе и в процессе публичной защиты, работа содержит качественные практические или научные результаты.	Работа оценивается на "хорошо", если работа отвечает требованиям по оформлению, содержит некоторые неточности, не влияющие на основные результаты работы, проработано недостаточное количество литературных источников, студент продемонстрировал хороший уровень владения навыками исследовательской работы, знание методов и методик исследования. Оценка "отлично" может быть снижена до "хорошо", если студент нечетко изложил результаты работы в своем докладе, неубедительно отвечал на вопросы в процессе защиты.	Выпускная квалификационная работа оценивается на "удовлетворительно", если студент показал удовлетворительный уровень владения материалом, студент продемонстрировал отсутствие самостоятельности в определении и осуществлении основных этапов выполнения работы, работа имеет существенные недостатки в области качества анализа и интерпретации эмпирических данных или теоретического освещения проблемы, привлечен небольшой объем фактического материала, его анализ выполнен на уровне констатации фактов, выводы расплывчаты и не обоснованы, работа небрежно оформлена.	Выпускная квалификационная работа оценивается на "неудовлетворительно", если теоретический анализ носит формальный, поверхностный, компилиативный или неадекватный характер, студент не владеет навыками исследовательской работы, эмпирические данные явно недостаточны и не раскрывают предмет исследования, студент демонстрирует неумение защитить основные положения работы.

## 6. Нормативные документы, на основании которых разработана программа выпускной квалификационной работы

Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации".

Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры (утвержен приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 29 июня 2015 №636).

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержен приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245).

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет", утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2015 года №714.

Регламент государственной итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет" от 30 декабря 2016 года № 0.1.1.67-06/248/16.

Регламент подготовки и защиты выпускной квалификационной работы обучающимися федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет" от 11 февраля 2016 года № 0.1.1.67-06/33-к/16.

Регламент проведения государственного экзамена и защиты выпускной квалификационной работы с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет" от 31 марта 2017 года № 0.1.1.67-07/59-г.

## 7. Литература

1. Выполнение и оформление выпускных квалификационных работ, научно-исследовательских работ, курсовых работ магистров и отчетов по практикам [Электронный ресурс]: методические указания / М.Б. Быкова [и др.]. - Электрон. дан. - Москва: МИСИС, 2017. - 76 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/108098>
2. Новиков, Ю.Н. Подготовка и защита магистерских диссертаций и бакалаврских работ [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Ю.Н. Новиков. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2015. - 32 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64881>
3. Плещинский Н.Б. Многопроцессорные вычислительные комплексы. Технологии параллельного

программирования: Учебное пособие / Н.Б. Плещинский, И.Н. Плещинский. - Казань: Казанский федеральный университет, 2018. - 80 с. Режим доступа: [http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/net/118048/-1/F\\_mcc18a.pdf](http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/net/118048/-1/F_mcc18a.pdf)  
4. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики: Пособие / Никулин Е.А. - СПб:БХВ-Петербург, 2015. - 554 с. ISBN 978-5-9775-1925-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/940228>  
5. Максимов Н.В. Архитектура ЭВМ и вычислительных систем: Учебник / Н.В. Максимов, Т.Л. Партика, И.И. Попов. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015 - 512 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=492687>

## **8. Методические рекомендации по подготовке выпускной квалификационной работы**

Работа над выпускной квалификационной работой начинается с определения точной ее темы в начале обучения на 4 курсе. В этот период особенно важно часто встречаться с научным руководителем, осуществлять поиск информации по теме и по смежным с ней, получить максимально широкое представление о текущем состоянии проблемы. В ряде случаев это время может быть посвящено изучению технологий разработки программного продукта, предусмотренного выпускной квалификационной работой.

В период зимних каникул рекомендуется сформулировать и согласовать с руководителем поэтапный план работы, используемые методы, технологии, четко описать ожидаемый результат. Данные положения следует оформить в виде задания на выпускную квалификационную работу.

Непосредственное выполнение выпускной квалификационной работы частично будет совпадать по времени с основным образовательными процессом. Но, тем не менее, особенно важно именно в этот срок выполнить большую часть работы. Рекомендуется в этот период выделять для выполнения выпускной квалификационной работы не менее 3-4 часов по 2 раза в неделю. Тогда прогресс выполнения будет всегда ощутим и студенту не потребуется вспоминать о том, чем он завершил работу несколько недель назад.

Рекомендуется активно общаться с руководителем работы, демонстрировать промежуточные результаты, получать консультации по вопросам, которые оказались сложными. В случае регулярных консультаций будет возможно оперативно обнаруживать ошибки и недочеты и вовремя их исправлять.

Отдельное внимание необходимо уделить написанию текста выпускной квалификационной работы. Текст работы должен содержать четкое описание как теоретических положений, лежащих в основе работы, так и описание практической части, которая в зависимости от темы может содержать подробное описание разработанного программного обеспечения и его функциональных возможностей или результатов экспериментов, которые были проведены с его помощью. Рекомендуется внимательно следовать требованиям оформления работы, поскольку это позволит создать целостное и системное впечатление от работы выпускника.

Выступление на защите также требует большого внимания при подготовке к нему. Важно обязательно выступить на предзащите работы, поскольку на ней можно получить ценные советы и рекомендации, как лучше представить результаты своей работы, как уложиться в отведенное

время, как лучше сделать презентацию, какие акценты являются наиболее выигрышными в представлении работы.

Общие рекомендации по оформлению презентации, следующие:

- должно быть не более 15 информационных слайдов;
- начинать презентацию следует с титульного листа;
- второй слайд должен быть посвящен описанию цели и задачам работы;
- следует использовать минимальное количество текста на слайде, он должен быть тезисным;
- удобным для восприятия является графический материал, поэтому большинство слайдов должны содержать схемы, графики, экранные формы и прочие изображения, демонстрирующие результаты работы;
- желательно использовать контрастную цветовую гамму.

При ответах на вопросы членов государственной экзаменационной комиссии следует внимательно слушать вопрос, можно апеллировать при ответе к слайдам презентации или указанию на примерное место ответа в тексте выпускной квалификационной работы. Очень важно, чтобы ответы на вопросы скорее напоминали беседу или аргументированную дискуссию.

## **9. Особенности подготовки и защиты выпускной квалификационной работы для обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие подготовку к сдаче и сдачу государственного экзамена обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатурой;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации консультаций;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации защиты выпускной квалификационной работы;
- для обучающихся инвалидов и лиц с ОВЗ предоставляется право выбора, с учетом индивидуальных психофизических особенностей, формы проведения итоговой аттестации (устно, письменно, с использованием технических средств и др.);
- для выступления на защите выпускной квалификационной работы обучающимся с ОВЗ и инвалидам могут быть предоставлены специальные технические средства, возможно привлечение ассистентов;
- увеличение продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы, выпускной квалификационной работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.04.04 "Прикладная математика" и магистерской программе "Методы математического моделирования".