

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

Декан факультета прикладной математики,
информатики и механики

Шашкин А.И.
27.04.2022 г.



**ПРОГРАММА
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

- 1. Код и наименование направления подготовки:** 01.04.02 Прикладная математика и информатика
- 2. Профиль подготовки:** Компьютерные технологии в задачах математической физики, оптимизации и управления
- 3. Квалификация выпускника:** магистр
- 4. Форма(ы) обучения:** очная
- 5. Утверждена** Ученым советом факультета прикладной математики, информатики и механики (протокол № 5 от 27.04.2022)
- 6. Учебный год:** 2023/2024

7. Цель государственной итоговой аттестации: определение соответствия результатов освоения обучающимися основной образовательной программы «Компьютерные технологии в задачах математической физики, оптимизации и управления» соответствующим требованиям ФГОС по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика высшего образования, утвержденный приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 13.

8. Место государственной итоговой аттестации в структуре ООП: Блок БЗ, базовая часть.

9. Форма(ы) государственной итоговой аттестации: защита выпускной квалификационной работы (ВКР).

10. Планируемые результаты освоения образовательной программы (компетенции выпускников):

Код	Название
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК-1	Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики.
ОПК-2	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач.
ОПК-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности.
ОПК-4	Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности
Профессиональные компетенции	
ПК-1	Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации, результатов исследований.
ПК-2	Способен осуществлять научное руководство проведением исследований по отдельным задачам.
ПК-3	Способен обрабатывать, интерпретировать, оформлять и представлять профессиональному обществу результаты проведенных исследований.
ПК-4	Способен использовать современные математические и компьютерные методы в задачах математической физики, оптимизации и оптимального управления.
ПК-5	Способен использовать в прикладных разработках знания из области прикладной математики, информатики и информационных технологий, современные языки программирования и методы параллельной обработки данных.

11. Объем государственной итоговой аттестации в зачетных единицах / ак. час. – 12 / 432

12 Требования к ВКР

Общие требования:

- объем ВКР без учета приложений должен составлять не менее 50 страниц.
- ВКР обязательно проходит проверку оригинальности в системе Антиплагиат.

Рекомендуемый процент оригинальности текста составляет не менее 70%.

- рекомендуемое количество используемых источников - не менее 15; при этом ссылки на интернет-ресурсы должны составлять не более 50% от общего числа источников.

- обязательным элементом ВКР является проведение вычислительного эксперимента с помощью самостоятельно разработанного программного продукта или/и с помощью систем компьютерной математики и пакетов инженерных программ.

- необходимым условием получения оценки «Отлично» является наличие не менее двух публикации по тематике ВКР в изданиях, индексируемых в РИНЦ, а получения оценки «Хорошо» - наличие не менее одной публикации.

- при оформлении ВКР рекомендуется придерживаться актуальных методических указаний.

12.1 Порядок выполнения ВКР

Подготовка ВКР выполняется обучающимся на протяжении заключительного года обучения, является проверкой качества полученных теоретических знаний, практических умений и навыков, сформированных общекультурных и профессиональных компетенций, позволяющих решать профессиональные задачи.

Утверждение тем ВКР, назначение руководителей, организация выполнения ВКР определяется требованиями, изложенными в Положении о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры воронежского государственного университета П ВГУ 2.1.28 – 2018.

К защите ВКР допускается обучающийся, успешно завершивший в полном объеме освоение ООП в соответствии с учебным планом, полностью выполнивший задание кафедры на выполнение ВКР.

Темы работ утверждаются Ученым советом факультета прикладной математики, информатики и механики по представлению заведующих кафедрами. Перечень тем ВКР доводится до сведения обучающихся не позднее, чем за 6 месяцев до ГИА.

Перечень примерных тем магистерских диссертаций разрабатывается преподавателями выпускающей кафедры. Примерная тематика магистерских диссертаций обсуждается на заседании выпускающей кафедры и утверждается заведующим кафедрой.

Задание на выполнение ВКР выдается студенту после утверждения темы Ученым советом факультета прикладной математики, информатики и механики.

12.2 Примерный перечень тем ВКР

1) Приближенное решение краевой задачи, описывающей некоторую модель оптической системы.

2) Модификация метода Фурье и ее реализация в задаче колебания системы струн.

3) Краевые задачи для В-гиперболического уравнения с нелокальными краевыми условиями.

4) Смешанные краевые задачи для В-гиперболического уравнения с отрицательными параметрами операторов Бесселя.

5) Сферические функции и задача Дирихле в шаре для В-гармонического уравнения.

6) Прогнозирование оттока клиентов зарплатного проекта банка с использованием методов машинного обучения.

7) Расчет и визуализации пространственных и полевых характеристик гетерополярных ионных систем на языке Python.

8) Восстановление функций по обобщенным сферическим средним.

9) Оптимизационное управление портфелем ценных бумаг.

10) Модели боевых действий (Ланчестера).

11) Вычисление матричной экспоненты методом разложения по ортогональным функциям.

12) Оптимизация процесса управления цепочками закупок.

13) О теореме М.Г. Крейна для разностных уравнений и дискретных семейств операторов.

14) Управление процессом динамической трансформации организационной структуры предприятия.

12.3 Структура ВКР

Структура ВКР:

- титульный лист;
- содержание;
- список сокращений (если в этом есть необходимость!);
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

К работе прикладывается задание на выполнение ВКР.

Требования к структуре ВКР

Содержание включает наименования всех разделов, подразделов (глав, параграфов), пунктов (если они имеются) с указанием номеров страниц, на которых размещается начало материала раздела, подраздела, главы, параграфа, пункта. Во введении обосновывается выбор темы, определяемый ее актуальностью, формулируются проблема и круг вопросов, необходимых для ее решения; определяется цель работы с ее расчленением на взаимосвязанный комплекс задач, подлежащих решению, для раскрытия темы; указываются объект исследования, используемые методы анализа и литературные источники; определяется структура работы.

В основной части раскрывается содержание выпускной квалификационной работы.

Первая глава носит, как правило, общетеоретический (методологический) характер. В ней на основе изучения работ отечественных и зарубежных авторов излагается актуальность и сущность исследуемой проблемы, рассматриваются различные подходы к решению, дается их оценка, обосновываются и излагаются собственные позиции студента. Эта глава служит теоретическим обоснованием исследований, проведенных студентом.

Обоснование цели ВКР необходимо проводить на основе анализа современного состояния и тенденций развития проблемы.

Во второй главе приводится постановка задачи, ее содержательное и математическое описание. Для ВКР, связанных с разработкой информационных систем и использованием информационных технологий, в содержательной постановке приводятся ссылки на документы, регламентирующие процесс функционирования информационной системы; основные показатели, которые должны быть достигнуты в условиях эксплуатации информационной системы; ограничения на время решения поставленной задачи; сроки выдачи информации; способы организации диалога человека с информационной системой средствами имеющегося инструментария, описание входной и выходной информации (форма представления сообщений, описание структурных единиц, периодичность выдачи информации или частота поступления), требования к организации сбора и передачи входной информации, ее контроль и корректировка.

В математической постановке выполняется формализация задачи, в результате которой определяется состав переменных, констант и их классификация, виды ограничений на переменные и математические зависимости между переменными. Устанавливается класс, к которому относится решаемая задача, и приводится сравнительный анализ методов решения для выбора наиболее эффективного метода. Приводится обоснование принятых допущений и предпосылок при формализации и выборе метода решения. Определяется общая последовательность решения задачи.

В этой же главе приводятся результаты теоретических исследований, описание разработанных алгоритмов, анализ их эффективности.

Для ВКР, связанных с разработкой информационных систем и использованием информационных технологий, необходимо уделить внимание вопросам организации баз данных и баз знаний, требованиям к организации сбора, передачи и контроля информации.

Обоснование выбора или разработки технического обеспечения информационной системы основывается на принципах организации и функционирования ЭВМ, систем, комплексов, использовании локальных и глобальных вычислительных сетей.

Программное обеспечение должно включать структуру программно-методического комплекса, функции программ структурных уровней, способы реализации монитора управления нижними уровнями программных модулей, способы реализации модулей ввода и вывода информации.

Если ВКР посвящена решению конкретной прикладной задачи, то результаты вычислительного эксперимента и/или анализ решения задачи целесообразно выделить в отдельную главу (раздел).

Тексты программ оформляются в виде отдельного документа и помещаются в приложение.

Обязательными для ВКР являются логическая связь между главами и последовательное развитие основной темы на протяжении всей работы.

В заключении логически последовательно излагаются теоретические и практические выводы и предложения, к которым пришел студент в результате исследования. Они должны быть краткими, четкими, дающими полное представление о содержании, значимости, обоснованности и эффективности разработок.

В приложения следует поместить вспомогательный материал, который при включении в основную часть работы загромождает текст. К нему можно отнести: промежуточные теоретические выкладки и расчеты, некоторые доказательства, таблицы данных, текст программы, иллюстрации вспомогательного характера.

Приложения располагаются в порядке появления ссылок на них в основном тексте работы. Количество приложений в работе определяется только необходимостью их введения в работу. При оформлении приложения указывается не только его номер, но и название приложения, отражающего его суть. В качестве образца оформления приложений можно воспользоваться приложениями данного методического пособия.

12.4 Результаты обучения, характеризующие готовность выпускника к профессиональной деятельности, проверяемые на защите ВКР:

Коды компетенций	Код и наименование индикаторов достижения компетенции
ОПК-1	ОПК-1.1 Решает типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, сформулированные в рамках базовых дисциплин математики, информатики и естественных наук. ОПК-1.2 Применяет системный подход для формализации прикладных задач. ОПК-1.3 Осуществляет выбор современных математических инструментальных средств для обработки изучаемых данных в соответствии с поставленной задачей, анализирует и интерпретирует полученные результаты
ОПК-2	ОПК-2.1 Совершенствует и реализует новые математические методы анализа, визуализации и обработки различных типов информации. ОПК-2.2 Обосновывает и тестирует математические методы с применением современных компьютерных технологий и пакетов прикладных программ. ОПК-2.3 Разрабатывает специальное математическое обеспечение систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.
ОПК-3	ОПК-3.1 Анализирует основные классы математических моделей и современные технологии математического моделирования с целью выбора подходящей модели для решения конкретной прикладной задачи в области профессиональной деятельности. ОПК-3.2 Применяет технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента для проведения комплексного исследования научной или технической проблемы. ОПК 3.3 Разрабатывает методы для оценки качества и адекватности математических моделей.

ОПК-4	ОПК-4.1 Демонстрирует знания основных методов поиска, сбора, хранения, обработки, представления и распространения информации. ОПК-4.2 Решает задачи по эффективной организации информационного процесса для снижения затрат ресурсов. ОПК-4.3 Решает задачи профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности.
ПК-1	ПК-1.1 Проводит информационный поиск для решения исследовательских задач с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных. ПК-1.2 Анализирует и обрабатывает информацию по тематике исследований. ПК-1.3 Выбирает методы решения поставленной задачи с учетом имеющихся ресурсов, а также теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.
ПК-2	ПК-2.1 Формирует план проведения научно-исследовательских работ. ПК-2.2 Организует сбор и изучение научно-технической информации по теме проводимых исследований и разработок.
ПК-3	ПК-3.1 Использует современные методы анализа информации для обработки данных, полученных в рамках проведенных исследований. ПК-3.2 Интерпретирует полученные результаты исследований, делает выводы, разрабатывает рекомендации. ПК-3.3. Составляет отчеты, обзоры, рефераты по тематике проводимых исследований, участвует в работе научных семинаров, научно-технических конференций.
ПК-4	ПК-4.1 Использует современные наукоемкие технологии и пакеты прикладных программ для решения задач анализа динамических систем, задач математической физики, оптимизации и оптимального управления. ПК-4.2. Находит оптимальный способ управления прикладными процессами. ПК-4.3 Правильно выбирает алгоритм и средства его реализации при решении задач управления и оптимизации.
ПК-5	ПК-5.1 Грамотно использует информацию о методах и приемах формализации задач, методах и приемах алгоритмизации поставленных задач, стандартных алгоритмах и областях их применения, нормативно-технических документах по процессам управления изменениями и проблемами. ПК-5.2 Правильно выбирает язык программирования и другие компьютерные средства для решения конкретных задач. ПК-5.3 Использует методы параллельной обработки данных.

12.5. Процедура защиты ВКР и методические рекомендации для студента

Защита ВКР проводится в соответствии с Положением о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры воронежского государственного университета П ВГУ 2.1.28 – 2018.

12.6. Фонд оценочных средств для защиты ВКР

12.6.1. Примерный перечень вопросов на защите ВКР:

- Анализ литературы по тематике проведенного исследования.
- Общая характеристика и обоснованность гипотез исследования.
- Обоснование выбора математического аппарата для решения задач ВКР.
- Оценка качества и адекватности используемых и/или разработанных в ВКР моделей.
- Обоснование выбора языка программирования для разработки компьютерной программы.
- Научная новизна результатов исследования.
- Практическая значимость результатов исследования.
- Область практического применения результатов исследования.
- Общая характеристика исходной информации и корректность ее использования.

12.6.2. Критерии и шкала оценивания результатов ВКР

Для оценивания результатов защиты выпускной квалификационной работы используется шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Соотношение шкалы оценивания результатов защиты

выпускной квалификационной работы и уровня подготовленности обучающегося к решению профессиональных задач:

Шкала оценок	Характеристика уровня подготовленности обучающегося к решению профессиональных задач
Отлично	Грамотно и четко сформулирована постановка задачи, продемонстрирован высокий уровень готовности использовать навыки выбора, проектирования, реализации, оценки качества и анализа эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях, продемонстрирован высокий уровень готовности к использованию основных моделей информационных технологий и способов их применения для решения задач в предметных областях, выявлена ярко выраженная способность к самоорганизации и самообразованию, четко и качественно изложен материал работы, четко и квалифицированно даны ответы на все дополнительные вопросы, отзыв носит положительный характер. Обязательно наличие не менее двух публикации по тематике ВКР в изданиях, индексируемых в РИНЦ.
Хорошо	Корректно сформулирована постановка задачи, продемонстрирована готовность использовать навыки выбора, проектирования, реализации, оценки качества и анализа эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях, продемонстрирована готовность к использованию основных моделей информационных технологий и способов их применения для решения задач в предметных областях, выявлена способность к самоорганизации и самообразованию, четко и качественно изложен материал работы, не на все дополнительные вопросы даны исчерпывающие ответы, имеются претензии к объему выполненной работы, отзыв носит положительный характер. Обязательно наличие не менее одной публикации по тематике ВКР в изданиях, индексируемых в РИНЦ.
Удовлетворительно	Компетентность в предметной области продемонстрирована недостаточно, постановка задачи сформулирована расплывчато, недостаточно четко продемонстрирована готовность использовать навыки выбора, проектирования, реализации, оценки качества и анализа эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях, выявлены незначительные пробелы в готовности к использованию основных моделей информационных технологий и способов их применения для решения задач в предметных областях, выявлен невысокий уровень способностей к самоорганизации и самообразованию, изложение материала работы содержит нечеткие формулировки и является непоследовательным, ответы на дополнительные вопросы неполные или содержат неточности и ошибочные утверждения, дан положительный отзыв.
Неудовлетворительно	Низкий уровень компетентности в предметной области, постановка задачи сформулирована нечетко и с погрешностями, низкий уровень теоретической и практической подготовки, недостаточное владение или неиспользование современных информационных технологий, изложение материала работы содержит нечеткие формулировки и ошибочные утверждения, даны неверные ответы на дополнительные вопросы.

12.7. Перечень учебной литературы, ресурсов сети «Интернет», необходимых для подготовки к защите и процедуры защиты ВКР

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Основы информационно-библиографических знаний: учебно-методическое пособие / Е. П. Гришина [и др.]. – Воронеж : Воронежский государственный университет, 2015. – 38 с.
2	Методические указания по оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ: Учебно-методическое пособие. – Воронеж: издательский дом ВГУ, 2019. – 48 с.
3	Новиков, Ю. Н. Подготовка и защита магистерских диссертаций и бакалаврских работ : учебно-методическое пособие / Ю. Н. Новиков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 32 с. — ISBN 978-5-8114-1449-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-

	библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168825 — Режим доступа: для авториз. пользователей.
--	---

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Фискалов, В. Д. Научно-исследовательская работа магистрантов и подготовка магистерской диссертации : учебное пособие / В. Д. Фискалов. — Волгоград : ВГАФК, 2018. — 156 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/158194 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

№ п/п	Ресурс
5	СТ ВГУ 2.1.02 – 2015. Система менеджмента качества. ИТОГОВАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АТТЕСТАЦИЯ. Общие требования к содержанию и порядок проведения. – Воронеж : Воронежский государственный университет, 2015. – 40 с. URL: http://www.tqm.vsu.ru/index.hyh&id=177&doc=docu_2783 ИГА .
6	ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – Москва : Стандартинформ, 2010. – 47 с. URL: http://www.internet-law.ru/gosts/gost/1560/ .
7	ГОСТ 8.417-2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин. – Москва : Стандартинформ, 2010. – 32 с. URL: http://vsegost.com/Catalog/84/8435.shtml
8	ГОСТ 19.402-78. Единая система программной документации (ЕСПД). Описание программы. – 2 с. (дата последнего изменения 21.12.2017). – URL: http://www.internet-law.ru/gosts/gost/24728
9	Примеры библиографического описания. URL: http://www.lib.vsu.ru/documents/bibl_opisanie.pdf

Обучающийся дополнительно использует литературу, соответствующую тематике ВКР.

12.8. Информационные технологии, используемые для подготовки к защите и процедуры защиты ВКР, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы

Образовательный портал «Электронный университет ВГУ».

URL: <https://edu.vsu.ru/>;

Электронные библиотечные системы:

- ЭБС «Университетская библиотека online»,
- ЭБС «Консультант студента»,
- ЭБС «Лань».

Программное обеспечение:

ОС Windows 10, ОС Linux, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами, таблицами и т.п. (МойОфис, LibreOffice), ПО Adobe Reader, интернет-браузер (Mozilla Firefox); ПО Free Pascal, Microsoft Visual Studio Community Edition, Python (допускается замена специализированного ПО виртуальным аналогом), ПО Matlab.

12.9. Материально-техническое обеспечение:

Специализированная мебель, компьютер (ноутбук), мультимедийное оборудование (проектор, экран, средства звуковоспроизведения).

13. Особенности проведения ГИА для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов ГИА проводится с учётом особенностей их психофизического развития, их

индивидуальных возможностей и состояния здоровья, а также в соответствии с требованиями, изложенными в пункте 7 Положения о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры воронежского государственного университета П ВГУ 2.1.28 – 2018.