



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ ИМЕНИ ГЛАВНОГО МАРШАЛА
АВИАЦИИ А.А. НОВИКОВА»**

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

Ю.Ю. Михальчевский

« 23 » ноября 2023 года

**ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ
АТТЕСТАЦИИ**

Направление подготовки
01.03.04 Прикладная математика

Направленность программы (профиль)
Математическое и программное обеспечение беспилотных авиационных систем

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
очная

Санкт-Петербург
2023 г.

1 Цели и задачи государственной итоговой аттестации

Целью государственной итоговой аттестации является определение соответствия результатов освоения обучающимися основной профессиональной образовательной программы соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика» (уровень бакалавриата).

Типы профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу бакалавриата – научно-исследовательский тип профессиональной деятельности.

Задачами государственной итоговой аттестации являются:

1 Проверка результатов освоения образовательной программы – уровня сформированности компетенций выпускников, установленных федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика» (уровень бакалавриата), профилю «Математическое и программное обеспечение беспилотных авиационных систем», утвержденным Приказом Минобрнауки России №11 от 10 января 2018 г.:

универсальных компетенций (УК):

- *категория системного и критического мышления:*

способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1);

индикаторы:

ИД_{УК1}¹ Осуществляет поиск информации об объекте, определяет достоверность полученной информации, формирует целостное представление об объекте, а также о сущности и последствиях его функционирования;

ИД_{УК1}² Решает поставленные задачи, исходя из целостности объекта, выявления механизмов его функционирования и многообразных связей во внутренней и внешней среде объекта;

- *категория разработки и реализации проектов:*

способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений (УК-2);

индикаторы:

ИД_{УК2}¹ Формулирует конкретные задачи согласно поставленной цели и определяет последовательность действий для решения этих задач, выбирает наиболее оптимальный способ решения;

ИД_{УК2}² Рассматривает, оценивает и выбирает оптимальные способы решения задач, учитывая правовые нормы, имеющиеся ресурсы и иные ограничения;

- категория командной работы и лидерства:

способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде (УК-3);

индикаторы:

ИД_{УК3}¹ Применяет навыки социального взаимодействия в коллективе для выполнения поставленных целей и задач;

ИД_{УК3}² Эффективно взаимодействует с членами команды в процессе группового решения профессиональных проблем;

- категория коммуникации:

способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах) (УК-4);

индикаторы:

ИД_{УК4}¹ Формулирует и корректно выражает свои идеи, предложения в устной и письменной форме, осуществляет деловую коммуникацию, соблюдая ее цели, деловой этикет, субординацию и формальные ограничения;

ИД_{УК4}² Использует для устной и письменной деловой коммуникации русский и английский языки;

- категория межкультурного взаимодействия:

способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах (УК-5);

индикаторы:

ИД_{УК5}¹ Рассматривает межкультурное разнообразие как результат исторического процесса и необходимое условие устойчивого развития современного общества;

ИД_{УК5}² Учитывает в социальных и деловых взаимодействиях культурные особенности человека, основываясь на философских и этических учениях;

ИД_{УК5}³ Демонстрирует толерантное восприятие социальных и культурных различий, уважительное и бережное отношение к историческому наследию и культурным традициям.

ИД_{УК5}⁴ Находит и использует необходимую для саморазвития и взаимодействия с другими людьми информацию о культурных особенностях и традициях различных социальных групп.

ИД_{УК5}⁵ Проявляет в своём поведении уважительное отношение к историческому наследию и социокультурным традициям различных социальных групп, опирающееся на знание этапов исторического развития России в контексте мировой истории и культурных традиций мира.

ИД_{УК5}⁶ Сознательно выбирает ценностные ориентиры и гражданскую позицию; аргументировано обсуждает и решает проблемы мировоззренческого, общественного и личностного характера

- категория самоорганизации и саморазвития (в том числе здоровьесбережение):

способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать

траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни (УК-6);

индикаторы:

ИД_{УК6}¹ Определяет цели и задачи собственной деятельности, выбирает способы и последовательность их реализации, эффективно управляя своим временем;

ИД_{УК6}² Понимает необходимость профессионально-личностного роста посредством непрерывного образования как основу саморазвития, выстраивает и реализует траекторию саморазвития;

способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (УК-7);

индикаторы:

ИД_{УК7}¹ Оценивает физическую подготовленность как необходимое условие обеспечения качества жизни в современном обществе;

ИД_{УК7}² Приобретает и поддерживает в процессе занятий физической подготовкой уровень развития физических качеств, обеспечивающий полноценную социальную и профессиональную деятельность;

- категория безопасности жизнедеятельности:

способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций (УК-8);

индикаторы:

ИД_{УК8}¹ Организует свою повседневную жизнь и профессиональную деятельность с учетом принципов экологической безопасности и концепции устойчивого развития современного общества;

ИД_{УК8}² Применяет меры безопасности и правила поведения в опасных условиях, в том числе при угрозе чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов, принимает обоснованные решения в конкретной опасной ситуации с учётом реально складывающейся обстановки и индивидуальных возможностей;

-экономическая культура, в том числе финансовая грамотность:

Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности (УК-9);

УК 9.1 Владеет основами экономической и финансовой грамотности, понимает сущность рациональной организации хозяйственной деятельности в современном обществе;

УК 9.2 Экономически обосновывает принятые решения, в том числе в профессиональной деятельности;

-гражданская позиция:

Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности. (УК-10);

УК 10.1 Оценивает серьёзность порождаемых коррупцией проблем и угроз для стабильности и безопасности современного общества;

УК 10.2 Понимает сущность государственной антикоррупционной политики, в том числе в отраслевой сфере.

УК 10.3 Оценивает серьёзность проявлений экстремизма и терроризма как угроз национальной безопасности России и всего мирового сообщества, понимает сущность государственной системы противодействия экстремизму и терроризму, в том числе в отраслевой сфере.

общефессиональных компетенций (ОПК):

- категория теоретических и практических основ профессиональной деятельности:

способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике (ОПК-1);

индикаторы:

ИД_{ОПК1}¹ Применяет знания фундаментальной математики при решении поставленных задач;

ИД_{ОПК1}² Выбирает оптимальные методы фундаментальной математики при решении поставленных задач, в том числе в профессиональной сфере;

способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем (ОПК-2);

индикаторы:

ИД_{ОПК2}¹ Обрабатывает полученные в ходе решения научно-исследовательских и проектных задач экспериментальные данные с применением математических методов обработки результатов;

ИД_{ОПК2}² Оценивает построенную модель и ее адекватность применения в конкретной научно-исследовательской и проектной задаче, в том числе в профессиональной сфере;

Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-3);

индикаторы:

ИД_{ОПК3}¹ Строит математические модели при решении научно-исследовательских задач;

ИД_{ОПК3}² Использует аналитические и научные пакеты прикладных программ для создания математических моделей;

Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения (ОПК-4);

Индикаторы:

ИД_{ОПК4}¹ Владеет знаниями в области проектирования и разработки современных программных средств коммуникационных технологий;

ИД_{ОПК4}² Применяет имеющиеся навыки использования современных программных методов и средств коммуникационных технологий в профессиональной деятельности;

профессиональных компетенций (ПК):

способен планировать и осуществлять вычислительные эксперименты, анализировать и интерпретировать полученные результаты (ПК-1);

индикаторы:

ИД_{ПК1}¹ Владеет навыками планирования и осуществления вычислительных экспериментов в различных сферах профессиональной деятельности;

ИД_{ПК1}² Дает оценку полученным в ходе вычислительных экспериментов результатам и успешно их интерпретирует;

способен разрабатывать алгоритмы и реализовывать их на основе современных парадигм, технологий и языков программирования (ПК-2);

индикаторы:

ИД_{ПК2}¹ Применяет имеющиеся технологии и знания при разработке и реализации алгоритмов в ходе профессиональной деятельности;

ИД_{ПК2}² Оценивает адекватность и логичность применения разработанного алгоритма в рамках конкретной задачи;

Способен применять знания в области прикладной математики и естественно-научных дисциплин при разработке математических моделей и методов для объектов, процессов и систем на воздушном транспорте (ПК-3);

ИД_{ПК3}¹ Разрабатывает математические модели и методы для объектов, процессов и систем на воздушном транспорте на основе знаний в области прикладной математики и естественно-научных дисциплин;

ИД_{ПК3}² Оценивает адекватность и эффективность математических моделей;

Способен проводить научные исследования с применением методов математического моделирования, используя аналитические и научные пакеты прикладных программ для решения профессиональных задач в сфере беспилотных авиационных систем (ПК-4);

ИД_{ПК4}¹ Применяет методы математического моделирования для решения научно-исследовательских задач в области воздушного транспорта;

ИД_{ПК4}² Решает профессиональные задачи в сфере беспилотных авиационных систем с использованием аналитических и научных пакетов прикладных программ.

2 Принятие решения по результатам государственной итоговой аттестации о присвоении квалификации бакалавра и выдаче документа о высшем образовании: диплома бакалавра.

2 Форма государственной итоговой аттестации

Государственная итоговая аттестация выпускников по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика» (уровень бакалавриата),

профилю «Математическое и программное обеспечение беспилотных авиационных систем» проводится в форме:

- 1 государственного экзамена;
- 2 защиты выпускной квалификационной работы.

3 Место государственной итоговой аттестации в структуре ОПОП ВО

Государственная итоговая аттестация в структуре ОПОП ВО по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика» (уровень бакалавриата), профилю «Математическое и программное обеспечение беспилотных авиационных систем» относится к Блоку 3. «Государственная итоговая аттестация».

Государственная итоговая аттестация базируется как на результатах обучения всех дисциплин ОПОП ВО по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика» (уровень бакалавриата), профилю «Математическое и программное обеспечение беспилотных авиационных систем», основными из которых являются «Прикладные задачи вычислительной математики», «Прикладные методы оптимизации», «Алгоритмы и структуры данных» («Теория сложных вычислений и алгоритмов»), «Программирование беспилотных авиационных систем», «Программирование процессоров цифровой обработки сигналов», а также результатах прохождения производственной и преддипломной практик.

Государственная итоговая аттестация проводится в 8 семестре.

4 Общая трудоемкость и продолжительность государственной итоговой аттестации

Общая трудоемкость государственной итоговой аттестации составляет 9 зачетных единиц, 324 часа. Продолжительность государственной итоговой аттестации 6 недель.

5 Фонд оценочных средств для проведения государственной итоговой аттестации

5.1 Фонд оценочных средств для проведения государственного экзамена

5.1.1 Сформированность компетенций выпускника

Государственный экзамен направлен на оценку сформированности следующих компетенций выпускника:

Перечень и код компетенций	Наименование дисциплин
Способен применять знание	Прикладные задачи вычислительной

Перечень и код компетенций	Наименование дисциплин
<p>фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике (ОПК-1)</p>	<p>математики</p>
<p>Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений. (УК-2)</p>	<p>Прикладные методы оптимизации</p>
<p>Способен разрабатывать алгоритмы и реализовывать их на основе современных парадигм, технологий и языков программирования (ПК-2)</p>	<p>Алгоритмы и структуры данных (Теория сложных вычислений и алгоритмов) Программирование беспилотных авиационных систем</p>
<p>Способен применять знания в области прикладной математики и естественно-научных дисциплин при разработке математических моделей и методов для объектов, процессов и систем на воздушном транспорте. (ПК-3)</p>	<p>Программирование процессоров цифровой обработки сигналов</p>
<p>Способен проводить научные исследования с применением методов математического моделирования, используя аналитические и научные пакеты прикладных программ для решения профессиональных задач в сфере беспилотных авиационных систем. (ПК-4)</p>	<p>Программирование процессоров цифровой обработки сигналов</p>

5.1.2 Содержание государственного экзамена

Государственный экзамен проводится по следующим дисциплинам образовательной программы, результаты освоения которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников:

- Прикладные задачи вычислительной математики
- Прикладные методы оптимизации
- Алгоритмы и структуры данных (Теория сложных вычислений и алгоритмов)
- Программирование беспилотных авиационных систем
- Программирование процессоров цифровой обработки сигналов.

По каждой дисциплине раскрывается тематика с указанием дидактических единиц и проверяемых компетенций в соответствии с вопросами, выносимыми на государственный экзамен.

Дисциплина 1. ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ

Тема 1. Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем

Приближенные аналитические методы. Метод степенных рядов (метод последовательного дифференцирования). Метод последовательных приближений (метод Пикара). Численные методы. Метод Эйлера. Модификации метода Эйлера. Уточненный метод Эйлера. Усовершенствованный метод Эйлера – Коши. Метод Эйлера – Коши с последующей итерационной обработкой. Метод Рунге – Кутты. Экстраполяционный и интерполяционный методы Адамса

Проверяемые компетенции: УК-2

Тема 2. Приближенные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений

Приближенные численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод редукции. Метод дифференциальной прогонки. Метод конечных разностей. Метод прогонки. Улучшенный разностный метод. Многоточечный метод. Приближенные аналитические методы. Метод коллокаций. Метод наименьших квадратов. Метод Галеркина. Метод Ритца. Метод возмущений.

Проверяемые компетенции: УК-2.

Тема 3. Приближенные методы решения интегральных уравнений

Основные виды линейных интегральных уравнений. Связь между дифференциальными уравнениями и уравнениями Вольтерра. Связь линейной

краевой задачи с интегральным уравнением Фредгольма. Метод последовательных приближений. Решение интегральных уравнений методом конечных сумм. Метод замены ядра на вырожденное. Метод коллокаций. Метод наименьших квадратов. Метод моментов.

Проверяемые компетенции: УК-2.

Тема 4. Приближенные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными

Классификация дифференциальных уравнений с частными производными. Начальные и краевые условия. Задача Коши. Смешанная задача. Корректность постановки смешанной задачи. Краевые условия для уравнений эллиптического типа. Единственность решения задачи Дирихле. Уравнение Лапласа в конечных разностях. Решение задачи Дирихле методом сеток. Процесс Либмана. Метод сеток для уравнений параболического типа. Устойчивость конечно – разностной схемы для уравнения теплопроводности. Метод прогонки для уравнения теплопроводности. Метод сеток для уравнения гиперболического типа. Метод прямых. Метод прямых для уравнения Пуассона.

Проверяемые компетенции: УК-2.

Дисциплина 2. ПРИКЛАДНЫЕ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Тема 1. Оптимизация функций

Понятие экстремума функции. Локальные и глобальные экстремумы. Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума функции одной и нескольких переменных. Задача поиска условного экстремума функции с ограничениями в виде равенств. Метод множителей Лагранжа. Задача поиска условного экстремума функции с ограничениями в виде равенств и неравенств. Задача математического программирования. Выпуклое программирование.

Проверяемые компетенции: УК-2.

Тема 2. Необходимые условия экстремума функционала

Понятие функционала. Экстремумы функционала. Задачи о брахистохроне и о поверхности вращения с наименьшей площадью. Близость кривых 0 и 1 порядка. Сильный и слабый экстремум. Линейные функционалы. Первая вариация функционала. Лемма о представлении первой вариации. Необходимое условие экстремума. Классическая задача вариационного исчисления. Основная лемма вариационного исчисления. Уравнение Эйлера. Случаи упрощения уравнения Эйлера. Функционалы, зависящие от нескольких функций (система уравнений Эйлера) и от производных старшего порядка (уравнение Эйлера - Пуассона). Функционалы, зависящие от функции нескольких переменных (уравнение Остроградского). Классическая вариационная задача с подвижными

границами. Случаи свободной границы и границы, лежащей на некоторой кривой (условия трансверсальности). Экстремали с угловыми точками. Односторонние вариации.

Проверяемые компетенции: УК-2.

Тема 3. Достаточные условия экстремума функционала

Понятие второй вариации функционала. Достаточные условия экстремума функционала. Достаточные условия слабого экстремума в классической вариационной задаче. Условия Лежандра и Якоби. Поле экстремалей. Функция Вейерштрасса. Достаточные условия сильного экстремума в классической вариационной задаче. Каноническая форма уравнений Эйлера. Функция Гамильтона

Проверяемые компетенции: УК-2

Тема 4. Задачи условной оптимизации функционалов

Задача Лагранжа на условный экстремум. Изопериметрическая задача. Задачи Майера и Больца. Задача программного управления. Оптимальные программные уравнения. Принцип максимума Понтрягина. Задача оптимального демпфирования. Уравнение Беллмана. Связь с оптимальным программным управлением.

Проверяемые компетенции: УК-2

Тема 5. Численные методы оптимизации. Применение программных средств вычислений

Градиентные методы поиска экстремума функции. Прямые методы в вариационных задачах. Методы Эйлера и Рунге. Обзор основных программных средств для численных расчетов.

Проверяемые компетенции: УК-2.

Тема 6. Задача линейного программирования

Понятие экстремума функции. Локальные и глобальные экстремумы. Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума функции одной и нескольких переменных. Задача поиска условного экстремума функции с ограничениями в виде равенств и неравенств. Математическое программирование. Задача линейного программирования. Геометрический и симплекс методы решения задачи линейного программирования. Метод искусственного базиса. Двойственные задачи. Двойственный симплекс-метод. Анализ чувствительности моделей линейного программирования. Примеры практических задач, сводящихся к задаче линейного программирования.

Проверяемые компетенции: УК-2

Тема 7. Задачи транспортного типа

Транспортная задача. Сбалансированная и несбалансированные модели. Теорема о существовании решений. Методы построения начального решения. Метод потенциалов улучшения начального решения. Задачи с вырожденным базисом. Задачи с несколькими транспортными потоками. Задачи с промежуточными (транзитными) узлами. Минимизация времени перевозок. Примеры.

Проверяемые компетенции: УК-2

Тема 8. Задачи дискретного программирования

Понятие задачи дискретного программирования. Целочисленное и булевое программирование. Сведение задачи дискретного программирования к булевой задаче. Метод отсекающих плоскостей и метод ветвей и границ для решения задачи целочисленного программирования. Общий метод решения булевой задачи. Задача о назначениях. Задача о коммивояжере. Примеры практических задач, сводящихся к дискретному программированию.

Проверяемые компетенции: УК-2

Тема 9. Задачи динамического программирования

Динамическое программирование. Принцип оптимальности Беллмана. Примеры задач динамического программирования. Задача о кратчайших путях в сети. Задача управления запасами. Задача об инвестициях. Задача о загрузке. Задача о планировании рабочей силы. Задача замены оборудования.

Проверяемые компетенции: УК-2

Тема 10. Задачи сетевого типа

Постановка задачи о максимальном потоке. Понятие разреза (сечения) графа. Лемма о потоке. Основная теорема о максимальном потоке и минимальном разрезе. Следствия к основной теореме о максимальном потоке. Решение задачи о максимальном потоке. Случай нескольких источников и стоков. Наличие ограничений снизу на поток. Случай неориентированных сетей. Наличие пропускной способности на узлах. Задача о спросе и предложении. Сведение к задаче о максимальном потоке. Обобщение задачи о спросе и предложении (наличие дополнительных ограничений). Задача о циркуляции. Сведение задачи к задаче о максимальном потоке. Задача о потоке минимальной стоимости. Связь с транспортной задачей. Сведение задачи о потоке минимальной стоимости к задаче о циркуляции. Решение задачи о потоке минимальной стоимости. Нахождение кратчайшего пути в графе. Задача

минимальной стоимости о спросе и предложении (задача о торговце). Задача о поставщике. Максимальный динамический поток. Сведение к статическому случаю.

Проверяемые компетенции: УК-2

Дисциплина 3.1 АЛГОРИТМЫ И СТРУКТУРЫ ДАННЫХ

Тема 1. Введение.

Определение алгоритма, вычислительной проблемы, размера задачи. Формальное описание алгоритма. Пузырьковый алгоритм сортировки (Insertion-Sort). Время выполнения алгоритма. Худшее, лучшее и среднее время выполнения алгоритма. Асимптотический анализ. Определения для O , Θ , Ω – нотаций. Методы определения верхней и нижней границы скорости роста монотонной функции. Элементы теории множеств. Рекуррентные выражения. Стратегия разделяй и властвуй. Алгоритм сортировки слиянием (Merge-Sort). Методы вычисления рекурсивных выражений: итерационны, подстановки, мастер формула. Примеры использования математической индукции. Алгоритм быстрой сортировки Quick-Sort. Нижняя граница для решения проблемы сортировки. Сортировка за линейное время – сортировка подсчетом (Count-Sort).

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 2. Элементарные структуры данных.

Статический массив. Динамический массив. Стек. Очередь. Связанный список (двойной, одиночный). Организация машинной памяти элементарных структур данных. Интерфейсы и их вычислительная сложность. Области применения.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 3. Элементы теории графов и алгоритмы обходов.

Определение графа. Направленный и ненаправленный граф. Степень вершины. Путь и цикл. Методы представления графов в машинной памяти: последовательность граней, массив смежных вершин, список смежных вершин, матрица смежностей. Проблема обхода графа. Обобщенный алгоритм обхода. Обход графа поиском в ширину – алгоритм BFS. Обход графа поиском в глубину – алгоритм DFS. Классификация граней в графе. Топологическая сортировка. Деревья и их свойства. Двоичная куча. Пирамидальная сортировка.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 4. Проблема нахождения наикратчайших путей.

Определение проблемы. Стоимость путей в графах. Стратегии решения проблемы SSSP. Релаксация граней. SSSP в направленном ациклическом графе. SSSP в графах с неотрицательной стоимостью граней – алгоритм Дикстра. Приоритетная очередь. Практическое использование алгоритма Дикстра. Дикстра с различными реализациями приоритетных очередей: наивная реализация, очередь корзин, радикс. SSSP для произвольных стоимостей граней – алгоритм Бельман-Форда.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 5. Вычислительная геометрия.

Область применения. Функция ориентации. Проблема выпуклой оболочки. Алгоритм Грехема. Алгоритм разделяй и властвуй. Алгоритм последовательного построения. Проблема нахождения наименьшей окружности обрамления. Нахождение пересечений отрезков на плоскости – алгоритм скользящей линии (Sweep Line). Пересечение плоскостных разбиений. Триангуляция.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 6. Двоичные деревья поиска.

Проблема двоичного поиска. Определение отсортированной последовательности (ОП) и операции над ними. Примеры использования ОП в практических приложениях. Реализация двоичного дерева. (a,b)-деревья. Операции locate(), insert(), remove(). Амортизационный анализ производительности структуры данных. Метод агрегаций. Банковский метод. Метод потенциалов.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 7. Хеш таблицы.

Прямая адресация. Хеш-функции. Универсальное хеширование. Эвристические методики выбора хеш функции. Открытая адресация.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 8. Минимальные покрывающие деревья.

Проблема построения минимального остова. Практическая область применения. Алгоритм Крускала. Алгоритм Ярника-Прима. Структура данных Union-Find.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 9. Алгоритмы поиска подстроки.

Обозначения и терминология. Простейший алгоритм. Алгоритм Рабина-Карпа. Поиск подстроки с помощью конечных автоматов. Алгоритм Кнута-Морриса-Пратта. Префикс-функция. Алгоритм Бойера-Мура.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Дисциплина 3.2 ТЕОРИЯ СЛОЖНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ И АЛГОРИТМОВ

Тема 1. Введение в теорию сложных вычислений и алгоритмов

Определение алгоритма, вычислительной проблемы, размера задачи. Формальное описание алгоритма. Худшее, лучшее и среднее время выполнения алгоритма. Асимптотический анализ. Определения для O , Θ , Ω – нотаций. Методы определения верхней и нижней границы скорости роста монотонной функции. Элементы теории множеств. Рекуррентные выражения. Построение алгоритмов. Принцип «разделяй и властвуй». Анализ алгоритмов типа «разделяй и властвуй».

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 2. Алгоритмы сортировки

Задача сортировки. Пузырьковый алгоритм сортировки (Insertion-Sort). Анализ времени выполнения пузырьковой сортировки. Алгоритм сортировки слиянием (Merge-Sort). Анализ времени выполнения сортировки слиянием. Методы вычисления рекурсивных выражений: итерационны, подстановки, мастер формула. Примеры использования математической индукции. Алгоритм быстрой сортировки Quick-Sort. Анализ времени выполнения быстрой сортировки. Нижняя граница для решения проблемы сортировки. Сортировка за линейное время – сортировка подсчетом (Count-Sort). Анализ времени выполнения сортировки подсчетом. Двоичная куча. Сортировка с помощью кучи (Binary Sort). Анализ времени выполнения сортировки с помощью кучи.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 3. Алгоритмы на графах

Определение графа. Типы графов. Степень вершины. Путь и цикл. Представление графов в программе: последовательность граней, массив смежных вершин, список смежных вершин, матрица смежностей. Алгоритм BFS. Алгоритм DFS. Топологическая сортировка ориентированного графа без циклов. Деревья и их свойства. Стоимость путей в графах. Стратегии решения проблемы нахождения наикратчайшего пути: в направленном ациклическом графе, в графах с неотрицательной стоимостью граней (алгоритм Дикстра), для произвольных стоимостей граней (алгоритм Бельман-Форда). Минимальные покрывающие деревья и их построение. Алгоритм Крускала. Алгоритм Ярника-Прима.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 4. Максимальный поток

Потоки в сетях. Метод Форда-Фалкерсона. Анализ и доказательство корректности. Способы реализации метода Форда-Фалкерсона. Максимальное паросочетание в двудольном графе. Алгоритм проталкивания предпотока. Алгоритм поднять-и-в-начало. Доказательство корректности и оценка времени выполнения алгоритмов.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 5. NP-полнота

Класс NP-полных задач. Полиномиальные алгоритмы. Сложностный класс P. Формальные языки. Проверка принадлежности языку и класс NP. Гамильтонов цикл. Задача о гамильтонове цикле. Сложностный класс NP. NP-полнота и сводимость. Задача о выполнимости схемы. Задача о выполнимости формулы. Анализ работы и доказательства NP-полноты для некоторых задачах о графах и множествах с помощью полиномиального сведения.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 6. Приближенные алгоритмы

Понятие приближенного алгоритма. Оценка качества приближенных алгоритмов. Полиномиальные приближенные алгоритмы для NP-полных задач. Задача о вершинном покрытии. Задача коммивояжера (с неравенством треугольника). Общая задача коммивояжера. Задача о сумме подмножества.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 7. Алгоритмы вычислительной геометрии

Структуры геометрических данных, основные операции. Построение выпуклой оболочки конечного множества точек. Алгоритм Грехема. Анализ времени выполнения алгоритма Грехема. Отыскание пары ближайших точек методом «разделяй и властвуй». Анализ времени выполнения алгоритма методом «разделяй и властвуй». Проблема нахождения наименьшей окружности обрамления и анализ времени выполнения. Нахождение пересечений отрезков на плоскости – алгоритм скользящей линии (Sweep Line). Пересечение плоскостных разбиений. Триангуляция.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 8. Алгоритмы поиска подстроки

Обозначения и терминология. Простейший алгоритм. Алгоритм Рабина-Карпа. Поиск подстроки с помощью конечных автоматов. Алгоритм Кнута-Морриса-Пратта. Префикс-функция. Алгоритм Бойера-Мура.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Дисциплина 4 ПРОГРАММИРОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Тема 1. Способы загрузки кода JavaScript в браузер.

Архитектура клиент-серверного приложения. Общие сведения о языках программирования на стороне сервера и на стороне клиента. Характеристика языка JavaScript. Место JavaScript среди других языков программирования. Способы загрузки кода JavaScript в браузер.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 2. Классификация типов данных в JavaScript.

Место JavaScript среди других языков программирования. Классификация типов данных в JavaScript. Слабая и динамическая типизация. Способы преобразования типов данных. Особенности операции конкатенации. Особенности синтаксиса JavaScript. С-подобный синтаксис. Особенности логических операций и операций отношения в JavaScript.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 3. Особенности синтаксиса JavaScript.

С-подобный синтаксис. Особенности логических операций и операций отношения в JavaScript.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 4. Обработка событий в JavaScript.

Обработка событий в JavaScript. Событийные атрибуты. Атрибут id как объект.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 5. Объект Math в JavaScript.

Объект Math в JavaScript. Методы объекта window: parseInt и parseFloat.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 6. Числа и строки в JavaScript.

Стандарт IEEE 754. Точность и диапазон числового типа. Форматы Unicode. UCS-2 и UTF-16. Использование кодовых точек Unicode в JavaScript. Строковые методы.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 7. Массивы в JavaScript.

Методы объекта Array. Свойство length.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 8. Двумерные массивы в JavaScript.

Создание двумерного массива в JavaScript.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 9. Дата и время в JavaScript.

Методы объекта Date.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 10. Глобальный объект window и его методы в JavaScript.

Глобальный объект и его методы. Области видимости и времена жизни переменны. Ключевое слово var.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 11. Области видимости и времена жизни переменных в JavaScript.

Ключевое слово var. Роль глобального объекта window. Всплытие объявлений (hoisting). const и let.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 12. Методы для вызова стандартных диалоговых окон в JavaScript.

Методы: alert. confirm. prompt. Возвращаемые значения.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 13. Методы для таймеров и задержек в JavaScript.

Методы: setInterval, clearInterval, setTimeout, clearTimeout.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 14. Именованные и анонимные функции в JavaScript.

Именованные функции. Анонимные функции.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 15. Замыкания (closures) в JavaScript.

Функция-замыкание и функция-обертка. Захват контекста.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 16. Псевдомассив arguments.

Псевдомассив arguments. Проверка переданных фактических параметров. Параметры по умолчанию.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 17. Взаимодействие JavaScript и HTML.

Объект document, его методы. Изменение заголовка документа в коде JavaScript. Метод getElementById. Свойство innerHTML.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 18. Взаимодействие JavaScript и CSS.

Селекторы CSS. Объект style. Свойства style: display и position.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 19. Объекты в JavaScript.

Создание объектов и способы установки их свойств и методов. Цикл for... in.

Создание объектов с помощью функции-конструктора. Ключевое слово this. Создание методов в конструкторе.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 20. Наследование объектов.

Свойство __proto__ объекта this. Свойство prototype функции-конструктора.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 21. Программирование движения ВС в JavaScript.

Метод Рунге-Кутты и замыкания для создания интегратора движения ВС.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 22. Программирование БПЛА.

Разбиение задачи программирования БПЛА на модули. Структурное программирование вычислительных алгоритмов. Отладочная плата STM32F4 (микроконтроллер ARM Cortex).

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 23. Кинематика и динамика БПЛА.

Переменные состояния. Кинематика БПЛА. Поступательное движение БПЛА. Вращательное движение БПЛА. Теорема Эйлера. Теорема Шаля. Скорости и ускорения точек при движении твёрдого тела. Формула Эйлера и ее следствия. Динамика БПЛА. Parrot AR.Drone 2.0.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 24. Проектирование автопилота БПЛА.

Последовательное замыкание контура. Автопилот бокового движения. Проектирование контура обратной связи для угла крена. Выдерживание курса. Стабилизация бокового скольжения. Автопилот продольного движения. Стабилизация по углу тангажа. Выдерживание высоты с помощью управляющих сигналов по тангажу. Выдерживание воздушной скорости с помощью регулирования тангажа. Конечный автомат регулирования высоты. Цифровая реализация контуров с ПИД-регулятором. DJI Tello EDU. Robomaster TT Tello Talent.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 25. Оценка состояния БПЛА.

Фильтры нижних частот. Теория динамического наблюдателя. Вывод дискретно-непрерывного фильтра Калмана. Оценка положения. Сглаживание данных GPS.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Тема 26. Модели наведения БПЛА.

Модель автопилота. Кинематическая модель управляемого полета. Координированный разворот. Ускоренный набор высоты. Кинематические модели наведения. Динамическая модель наведения.

Проверяемые компетенции: ПК-2.

Дисциплина 5 ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОРОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

Тема 1. Дискретные сигналы

Понятие дискретного сигнала. Ложные частоты. Преобразование Фурье в дискретном времени, его свойства. Дискретизация аналоговых сигналов. Связь спектров аналогового и дискретизированного сигналов. Теорема Котельникова. Восстановление сигнала по дискретным отсчетам. Z преобразование, его свойства, область определения. Связь z-преобразования и преобразования Фурье в дискретном времени. Частотная ось на z-плоскости. Дискретизация узкополосных сигналов: квадратурная дискретизация, субдискретизация. Дискретные случайные сигналы. Дискретный белый шум.

Проверяемые компетенции: ПК-1, ПК-2.

Тема 2. Дискретные системы

Понятие дискретной системы. Линейность, стационарность, причинность, инерционность. Сущность линейной дискретной обработки. Алгоритм дискретной фильтрации. Разностное уравнение. Способы описания дискретных

систем: импульсная характеристика, функция передачи, нули и полюсы, полюсы и вычеты, пространство состояний. Связь АЧХ с расположением нулей и полюсов функции передачи. Все пропускающие (фазовые) фильтры. Расчет импульсной характеристики дискретных систем. Устойчивость дискретных систем. Формы реализации дискретных систем: прямая, каноническая, транспонированная, последовательная (каскадная). Нерекурсивные фильтры. Симметричные фильтры. Системы первого порядка: простейшие фильтры нижних частот (ФНЧ) и верхних частот. Системы второго порядка: условие устойчивости, расчет резонатора и режектора второго порядка. Преобразование случайного процесса в дискретной системе.

Проверяемые компетенции: ПК-1, ПК-2.

Тема 3. Дискретное преобразование Фурье

Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Связь ДПФ с преобразованием Фурье в дискретном времени и с дискретным рядом Фурье. Частотная шкала ДПФ. Дополнение сигнала нулями. Свойства ДПФ. Матрица ДПФ. Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ) с прореживанием во времени. ДПФ как дискретная фильтрация. Алгоритм Герцеля. Дискретная фильтрация с помощью ДПФ. Линейная и круговая свертка. Секционирование свертки: перекрытие с суммированием и перекрытие с накоплением. Растекание спектра. Весовые функции (окна).

Проверяемые компетенции: ПК-1, ПК-2.

Тема 4. Проектирование дискретных фильтров

Постановка задачи синтеза. Классификация методов синтеза. Синтез по аналоговому прототипу: метод инвариантной импульсной характеристики, метод билинейного преобразования. Идеализированные дискретные фильтры: расчет импульсной характеристики в частотной и во временной области, идеальный ФНЧ, идеальный дифференцирующий фильтр. Прямые методы: субоптимальные (оконный метод) и оптимальные (минимизация среднеквадратической ошибки, минимаксный метод).

Проверяемые компетенции: ПК-1, ПК-2.

Тема 5. Многоскоростная обработка сигналов

Понятие многоскоростной обработки. Изменение частоты дискретизации: прореживание, интерполяция, передискретизация с рациональным коэффициентом. Возможности сокращения числа арифметических операций. Многокаскадная реализация прореживания и интерполяции.

Проверяемые компетенции: ПК-1, ПК-2.

Тема 6. Эффекты квантования и округления

Способы представления чисел в цифровых системах: представление отрицательных чисел, форматы с фиксированной запятой, форматы с плавающей запятой. Процесс квантования. Равномерное квантование. Шум

квантования, его теоретическая модель. Эффекты квантования в цифровых фильтрах: погрешности представления коэффициентов, округление промежуточных результатов, переполнения, предельные циклы. Масштабирование коэффициентов цифровых фильтров. Влияние формы реализации фильтра на проявление эффектов квантования. Собственный шум цифрового фильтра, его теоретическая модель.

Проверяемые компетенции: ПК-1, ПК-2.

Тема 7. Программирование процессов цифровой обработки сигналов
Программирование процессов цифровой обработки одномерных и двумерных сигналов с использованием программного обеспечения.

Проверяемые компетенции: ПК-1, ПК-2.

5.1.3 Примерный перечень вопросов и типовые контрольные задания к государственному экзамену

Экзаменационный билет включает в себя два вопроса и одно практическое задание, с помощью которых оцениваются компетенции выпускника.

Прикладные методы вычислительной математики:

1. Какие приближенные аналитические методы существуют для решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем?
2. Алгоритм нахождения решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем методом последовательного дифференцирования.
3. Алгоритм нахождения решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем методом Пикара.
4. Алгоритм метода Рунге-Кутты.
5. Идея модификации метода Эйлера.
6. Приближенный метод редукции для решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.
7. Аппроксимация дифференциального уравнения разностным. Аппроксимация граничных условий.
8. Суть метода коллокаций. Алгоритм решения задачи методом коллокаций.
9. Приближенный метод решения обыкновенных дифференциальных уравнений – метод наименьших квадратов. Описание метода.

10. В чём заключается метод Рунге?
11. Частный случай линейных уравнений 1-го и 2-го порядка – уравнения Вольтерра.
12. Системы интегральных уравнений Вольтерры.
13. Метод последовательных приближений.
14. Метод резольвент (метод итерированных ядер).
15. Алгоритм метода коллокаций для решения интегральных уравнений.
16. Алгоритм метода наименьших квадратов для решения интегральных уравнений.
17. Виды дифференциальных уравнений. Граничные условия. Постановка задачи Коши.
18. Уравнения эллиптического типа. Краевые задачи для уравнения Лапласа.
19. Процесс Либмана, метод последовательных замещений.
20. Метод прямых решения задачи Дирихле для уравнения Пуассона.
21. Экстраполяция при известном порядке аппроксимации
22. Оценка погрешности интерполяции многочленом большей степени. Изменение погрешности результатов с увеличением степени интерполяционного многочлена.

Прикладные методы оптимизации:

23. Понятие экстремума функции. Локальные и глобальные экстремумы. Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума функции одной и нескольких переменных.
24. Задача поиска условного экстремума функции с ограничениями в виде равенств. Метод множителей Лагранжа.
25. Задача поиска условного экстремума функции с ограничениями в виде равенств и неравенств. Задача математического программирования.
26. Выпуклое программирование.
27. Понятие функционала. Экстремумы функционала. Задачи о брахистохроне и о поверхности вращения с наименьшей площадью.
28. Близость кривых 0 и 1 порядка. Сильный и слабый экстремум.
29. Линейные функционалы. Первая вариация функционала. Лемма о представлении первой вариации. Необходимое условие экстремума.
30. Классическая задача вариационного исчисления. Основная лемма вариационного исчисления. Уравнение Эйлера.
31. Случаи упрощения уравнения Эйлера.
32. Функционалы, зависящие от нескольких функций (система уравнений Эйлера) и от производных старшего порядка (уравнение Эйлера - Пуассона).
33. Функционалы, зависящие от функции нескольких переменных (уравнение Остроградского).

34. Классическая вариационная задача с подвижными границами. Случай свободной границы и границы, лежащей на некоторой кривой (условия трансверсальности).
35. Экстремали с угловыми точками.
36. Односторонние вариации.
37. Понятие второй вариации функционала. Достаточные условия экстремума функционала.
38. Достаточные условия слабого экстремума в классической вариационной задаче. Условия Лежандра и Якоби.
39. Поле экстремалей. Функция Вейерштрасса. Достаточные условия сильного экстремума в классической вариационной задаче.
40. Каноническая форма уравнений Эйлера. Функция Гамильтона.
41. Задача Лагранжа на условный экстремум.
42. Изопериметрическая задача.
43. Задачи Майера и Больца.
44. Задача программного управления. Оптимальные программные уравнения. Принцип максимума Понтрягина.
45. Задача оптимального демпфирования. Уравнение Беллмана. Связь с оптимальным программным управлением.
46. Градиентные методы поиска экстремума функции.
47. Прямые методы в вариационных задачах. Методы Эйлера и Рунге.
Алгоритмы и структуры данных:
48. Формальное определение алгоритма.
49. Пример вычислительной проблемы.
50. Формальное описание алгоритма. Отличия от кода языка высокого уровня.
51. Алгоритм пузырьковой сортировки.
52. Худшее время выполнения пузырьковой сортировки.
53. Асимптотический анализ – назначение и пример.
54. Определение и примеры рекуррентного выражения. Пример реализации стратегии разделяй и властвуй.
55. Алгоритм сортировка слиянием (Merge-Sort).
56. Концепция алгоритма быстрой сортировки Quicksort. Анализ времени выполнения.
57. Нижняя граница проблемы сортировки для общего случая.
58. Сортировка за линейное время методом Count-Sort.
59. Интерфейс и реализация динамического массива (vector).
60. Интерфейс и реализация стека. Стратегия LIFO.
61. Интерфейс и реализация очередь. Стратегия FIFO.
62. Формальное определение графа.
63. Представление графа последовательностью граней.
64. Представление графа матрицей смежностей.
65. Представление графа массивом смежных вершин.
66. Представление графа списком смежных вершин.

67. Проблема нахождения кратчайшего пути.
 68. Алгоритм Дикстры. Общее время выполнения.
 69. Определение приоритетной очереди.
 70. Наивная реализация приоритетной очереди.
 71. Реализация приоритетной очереди очередью корзин.
 72. Проблема выпуклой оболочки и алгоритмы ее построения.
 73. Роль асимптотической нотации в определении производительности алгоритмов и структур данных.
 74. Алгоритмы сортировки – принципы действия и производительность. Нижняя граница проблемы сортировки в общем случае.
 75. Алгоритмы обхода графа. Сравнение и анализ.
 76. Проблема поиска кратчайших путей.
 77. Алгоритм Дикстры с различными приоритетными очередями.
 78. Методы нахождения выпуклой оболочки.
 79. Двоичное дерево поиска пример и назначение.
 80. Структура (a, b) – дерева поиска.
 81. Формальное определение хэш-функции.
 82. Амортизационный анализ – назначение и примеры использования.
 83. Метод агрегаций и банковский метод.
 84. Минимальные покрывающие деревья.
 85. Поиск подстроки. Алгоритмы поиска и анализ времени выполнения.
- Теория сложных вычислений и алгоритмов:*
86. Формальное определение алгоритма.
 87. Пример вычислительной проблемы.
 88. Общее представление о сети. Исходная сеть, ее параметры.
 89. Теорема Форда — Фалкерсона, ее алгоритм.
 90. Поток в сети. Определение и параметры.
 91. Алгоритм пузырьковой сортировки. Худшее время выполнения пузырьковой сортировки.
 92. Определение и примеры рекуррентного выражения. Пример реализации стратегии раздай и властвуй.
 93. Алгоритм сортировка слиянием (Merge-Sort).
 94. Концепция алгоритма быстрой сортировки Quicksort. Анализ времени выполнения.
 95. Нижняя граница проблемы сортировки для общего случая.
 96. Сортировка за линейное время методом Count-Sort.
 97. Сортировка Binary Sort.
 98. Представление графа последовательностью граней.
 99. Представление графа матрицей смежностей.
 100. Представление графа массивом смежных вершин.
 101. Представление графа списком смежных вершин.
 102. Проблема нахождения кратчайшего пути.
 103. Алгоритм Дикстры. Общее время выполнения.

104. Алгоритмы обхода графа. Сравнение и анализ.
 105. Минимальные покрывающие деревья и алгоритм построения Ярника-Прима.
 106. Минимальные покрывающие деревья и алгоритм построения Крускала.
 107. Классы P и NP.
 108. Принадлежность классу NP задач с полиномиальной проверкой.
 109. Полиномиальная сводимость. Сведение задачи о гамильтоновом цикле.
 110. NP-полные задачи. NP-полнота задачи о выполнимости схемы.
 111. NP-полные задачи. NP-полнота задачи о выполнимости формулы.
 112. Анализ принадлежности к классу NP задачи о клике.
 113. Анализ принадлежности к классу NP задачи о вершинном покрытии.
 114. Анализ приближенных алгоритмов для решения задачи коммивояжера.
 115. Критерии качества приближенных алгоритмов.
 116. 8. Анализ приближенных алгоритмов для решения задачи о сумме подмножества.
 117. Методы нахождения выпуклой оболочки.
 118. Методы нахождения наименьшей окружности обрамления.
 119. Топологическая сортировка графа.
 120. Алгоритм Беллман-Форда, анализ времени выполнения.
 121. Поиск подстроки. Алгоритмы поиска и анализ времени выполнения.
- Программирование процессоров цифровой обработки сигналов:*
122. Перечислите основные понятия дискретных сигналов.
 123. Запишите основные формулы спектрального анализа детерминированных дискретных сигналов.
 124. Запишите основные формулы корреляционного анализа детерминированных дискретных сигналов.
 125. Запишите основные формулы спектрального анализа случайных дискретных сигналов.
 126. Запишите основные формулы корреляционного анализа случайных дискретных сигналов.
 127. Перечислите основные понятия дискретных систем.
 128. Перечислите способы описания и взаимного преобразования линейных дискретных систем.
 129. Запишите основные формулы, описывающие преобразование сигналов линейными дискретными системами.
 130. Назовите форматы представления чисел.
 131. Охарактеризуйте квантование и связанные с ним эффекты.
 132. Основные понятия дискретных сигналов.

133. Основы спектрального и корреляционного анализа детерминированных и случайных дискретных сигналов.
134. Основные понятия дискретных систем.
135. Характеристики линейных дискретных систем.
136. Способы описания и взаимные преобразования линейных дискретных систем.
137. Преобразование сигналов линейными дискретными системами.
138. Форматы представления чисел.
139. Квантование и связанные с ним эффекты.
- Программирование беспилотных авиационных систем:*
140. Объект document, его методы. Изменение заголовка документа в коде JavaScript. Объект style. Взаимодействие JavaScript и CSS. Селекторы CSS. Метод getElementById. Свойство innerHTML. Свойства style: display и position.
141. Создание объектов с помощью функции-конструктора. Ключевое слово this. Создание методов в конструкторе.
142. Методы для вызова стандартных диалоговых окон в JavaScript.
143. Глобальный объект window и его методы в JavaScript.
144. Методы для таймеров и задержек в JavaScript.
145. Функции в JavaScript. Псевдомассив arguments. Проверка переданных фактических параметров. Параметры по умолчанию.

Примеры типовых контрольных практических заданий для государственного экзамена

1. Исследовать уравнение:

$$y'' + \frac{1}{x} y' + \left(1 - \frac{n^2}{x^2}\right) y = 0$$

и найти его решение в виде ряда

$$y = a_0 x^\sigma + a_1 x^{\sigma+1} + \dots + a_n x^{\sigma+k} + \dots$$

2. Найти несколькими способами, применяя стандарт IEEE 754, свойства и методы объекта Math и циклы while или do while, машинную точность и диапазон типа 'number'.
3. Создать объекты: rectangle (прямоугольник) и circle (окружность). Установить им свойства соответственно: длины сторон и радиус, а также обоим – цвета. Создать им методы соответственно: для получения периметра и длины окружности, а также обоим – для получения площади.

- Вывести значения всех свойств объектов в окно браузера. Сравнить площади объектов.
- С помощью генератора случайных чисел создать два массива: из 30 целочисленных значений среднесуточных атмосферных давлений, равномерно распределенных в диапазоне [750; 770] мм рт. ст. и из 30 целочисленных значений среднесуточных температур, равномерно распределенных в диапазоне [10; 25] °С. Вывести эти массивы в окно браузера в 3 столбца из 30 строк в формате: 1 июня (*4 пробела*) $p = 762$ мм рт. ст. (*4 пробела*) $t = 13$ °С. С помощью формулы $\rho = \frac{p[\text{Pa}] \cdot \mu}{R \cdot T}$, учитывая, что 1 мм рт. ст. = 133,3 Па, $\mu = 0,029$ кг/моль, $R = 8,31$ Дж/(К моль), $T = t + 273,15$ К, найти число месяца с максимальной плотностью воздуха и саму эту плотность. Затем отсортировать массив давлений по возрастанию, а массив температур по убыванию.
 - С помощью таймеров, строковых методов и замыканий (closures) реализовать «закольцованный заголовок» окна браузера: заголовок «Следующая остановка – ст. м. “Московская”» должен представлять собой бегущую влево строку. Скорость – 2 символа в секунду.
 - Создать функцию, которая с помощью объекта Date позволит получить название дня недели словом: «Mon», «Tue», ... Ввести глобальную переменную типа Boolean, истинную, если неделя – пятидневка. Значение этой переменной ввести с помощью стандартного диалогового окна, запросив у пользователя. Создать функцию, которая с помощью объекта Date позволит получить название вида дня недели: «Working day» (рабочий) или «Day off» (выходной). Узнать сегодняшний день недели. Узнать вид сегодняшнего дня недели. Узнать, какой день недели и его вид: будут через 2 дня, будут через 3 дня, были 3 дня назад. Узнать, сколько в текущем месяце дней. Узнать, сколько в текущем месяце понедельников, вторников, ..., воскресений. Результаты записать в числовой массив из семи элементов. Отсортировать этот массив по возрастанию. Результат записать в два столбца в виде: день недели (*4 пробела*) количество.
 - Вывести в окно браузера первую строку: «Раскрась текст ”Ура!”». Во второй строке вывести текст «Ура!». При каждом нечетном щелчке по первой строке текст «Ура!» во второй строке должен случайным образом менять цвет на оттенок красного – от черного до ярко-красного, а при каждом нечетном щелчке он должен случайным образом менять цвет на оттенок зеленого – от черного до ярко-зеленого. В третьей строке каждую секунду выводить время в формате часы : минуты : секунды.

8. Имеются заготовки в виде листов материала определенного размера. Из них нужно накроить детали четырех видов: А – 6 шт., Б – 15 шт., В – 25 шт., Г – 10 шт. Известны три способа раскроя заготовки. Количество деталей каждого вида, получаемых при этих способах раскроя: 3, 2, 1, 1 (1 раскрой), 2, 4, 1, 2 (2 раскрой), 2, 1, 1, 4 (3 раскрой). Найти оптимальный план раскроя заготовки, т.е. количество заготовок, при котором должно быть получено заданное количество деталей каждого вида из минимального количества заготовок.

9. Имеется 2 предприятия А1 и А2, в которых производится однородная продукция. Количество ежедневно производимой продукции в каждом из них задано: 120 (в А1), 90 (в А2). Эту продукцию нужно доставить в 4 пункта потребления: В1, В2, В3, В4. Их ежедневные объемы потребления заданы: 40 (В1), 20 (В2), 80 (В3), 70 (В4). Требуется найти оптимальный план перевозок, определяющий количество продукции, перевозимой из пункта А_і в пункт В_ј (і = 1, 2; ј=1, ..., 4). Этот план должен обеспечивать минимальные общие затраты на перевозки. При этом задана стоимость перевозки единицы продукции из каждого пункта отправления в каждый пункт доставки: 2, 4, 1, 1 (из А1 в В1, В2, В3, В4, соответственно), 4, 3, 2, 2 (из А2 в В1, В2, В3, В4, соответственно).

10.

5.1.4 Показатели и критерии оценивания результатов сдачи государственного экзамена, а также шкалы оценивания

Показатели для оценки компетенций для государственного экзамена:

1) способность четко, логично и последовательно излагать материал по каждому вопросу в билете, приводить практические примеры, оценивать текущее состояние и выявлять проблемные ситуации, а так же предлагать пути их решения;

2) умения применять на практике полученные по дисциплинам знания для решения различных задач, уметь идентифицировать и анализировать проблему, обосновывать выбор метода ее решения;

3) умение четко формулировать ответы на поставленные в билете вопросы в рамках программы государственного экзамена.

Результаты государственного экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение государственного экзамена.

Критериями оценки уровня сформированности компетенций являются:

– «отлично» – ответ обучающегося полный, логичный, последовательный и грамотный. Обучающийся способен обобщить материал, сделать собственные выводы, выразить свое мнение, привести иллюстрирующие примеры. Решение и ответ практического задания аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументированно

обосновывает свою точку зрения, уверенно и правильно отвечает на дополнительные вопросы;

– «хорошо» – ответ студента правильный, но не полный. Обучающийся обобщает материал с неточностями и делает собственные выводы с трудом. Не приводит иллюстрирующих примеров. Ход решения практического задания правильный, незначительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает верные, но не полные ответы на дополнительные вопросы, испытывает некоторые затруднения в интерпретации полученных выводов;

– «удовлетворительно» – ответ студента неполный, но правильный в основных моментах. Обучающийся затрудняется в обобщении материала и не может сделать собственные выводы, а также не приводит иллюстрирующих примеров. ход решения правильный, незначительные погрешности в оформлении. Ход решения практического задания правильный, но обучающийся дает неполную интерпретацию выводов, затрудняется в ответе на дополнительные вопросы, допускает ошибки;

– «неудовлетворительно» – В ответе обучающегося существенные ошибки в основных аспектах темы. Решение практического задания содержит грубые ошибки, неаккуратное оформление работы, выводы отсутствуют; студент не может прокомментировать ход решения задачи, дает неправильные ответы на дополнительные вопросы.

5.2 Фонд оценочных средств для оценки защиты выпускной квалификационной работы

5.2.1 Сформированность компетенций выпускника

универсальных компетенций (УК):

- *категория системного и критического мышления:*

способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1);

индикаторы:

ИД_{УК1}¹ Осуществляет поиск информации об объекте, определяет достоверность полученной информации, формирует целостное представление об объекте, а также о сущности и последствиях его функционирования;

ИД_{УК1}² Решает поставленные задачи, исходя из целостности объекта, выявления механизмов его функционирования и многообразных связей во внутренней и внешней среде объекта;

- *категория разработки и реализации проектов:*

способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений (УК-2);

индикаторы:

ИД_{УК2}¹ Формулирует конкретные задачи согласно поставленной цели и определяет последовательность действий для решения этих задач, выбирает наиболее оптимальный способ решения;

ИД_{УК2}² Рассматривает, оценивает и выбирает оптимальные способы решения задач, учитывая правовые нормы, имеющиеся ресурсы и иные ограничения;

- категория командной работы и лидерства:

способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде (УК-3);

индикаторы:

ИД_{УК3}¹ Применяет навыки социального взаимодействия в коллективе для выполнения поставленных целей и задач;

ИД_{УК3}² Эффективно взаимодействует с членами команды в процессе группового решения профессиональных проблем;

- категория коммуникации:

способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах) (УК-4);

индикаторы:

ИД_{УК4}¹ Формулирует и корректно выражает свои идеи, предложения в устной и письменной форме, осуществляет деловую коммуникацию, соблюдая ее цели, деловой этикет, субординацию и формальные ограничения;

ИД_{УК4}² Использует для устной и письменной деловой коммуникации русский и английский языки;

- категория межкультурного взаимодействия:

способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах (УК-5);

индикаторы:

ИД_{УК5}¹ Рассматривает межкультурное разнообразие как результат исторического процесса и необходимое условие устойчивого развития современного общества;

ИД_{УК5}² Учитывает в социальных и деловых взаимодействиях культурные особенности человека, основываясь на философских и этических учениях;

- категория самоорганизации и саморазвития (в том числе здоровьесбережение):

способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни (УК-6);

индикаторы:

ИД_{УК6}¹ Определяет цели и задачи собственной деятельности, выбирает способы и последовательность их реализации, эффективно управляя своим временем;

ИД_{УК6}² Понимает необходимость профессионально-личностного роста посредством непрерывного образования как основу саморазвития, выстраивает и реализует траекторию саморазвития;

способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (УК-7);

индикаторы:

ИД_{УК7}¹ Оценивает физическую подготовленность как необходимое условие обеспечения качества жизни в современном обществе;

ИД_{УК7}² Приобретает и поддерживает в процессе занятий физической подготовкой уровень развития физических качеств, обеспечивающий полноценную социальную и профессиональную деятельность;

- *категория безопасности жизнедеятельности:*

способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций (УК-8);

индикаторы:

ИД_{УК8}¹ Организует свою повседневную жизнь и профессиональную деятельность с учетом принципов экологической безопасности и концепции устойчивого развития современного общества;

ИД_{УК8}² Применяет меры безопасности и правила поведения в опасных условиях, в том числе при угрозе чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов, принимает обоснованные решения в конкретной опасной ситуации с учётом реально складывающейся обстановки и индивидуальных возможностей;

общепрофессиональных компетенций (ОПК):

- *категория теоретических и практических основ профессиональной деятельности:*

способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике (ОПК-1);

индикаторы:

ИД_{ОПК1}¹ Применяет знания фундаментальной математики при решении поставленных задач;

ИД_{ОПК1}² Выбирает оптимальные методы фундаментальной математики при решении поставленных задач, в том числе в профессиональной сфере;

способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем (ОПК-2);

индикаторы:

ИД_{ОПК2}¹ Обрабатывает полученные в ходе решения научно-исследовательских и проектных задач экспериментальные данные с

применением математических методов обработки результатов;

ИД_{ОПК2}² Оценивает построенную модель и ее адекватность применения в конкретной научно-исследовательской и проектной задаче, в том числе в профессиональной сфере;

Способен использовать и развивать методы математического моделирования и применять аналитические и научные пакеты прикладных программ (ОПК-3);

индикаторы:

ИД_{ОПК3}¹ Строит математические модели при решении научно-исследовательских задач;

ИД_{ОПК3}² Использует аналитические и научные пакеты прикладных программ для создания математических моделей;

Способен разрабатывать и использовать современные методы и программные средства информационно-коммуникационных технологий (ОПК-4);

Индикаторы:

ИД_{ОПК4}¹ Владеет знаниями в области проектирования и разработки современных программных средств коммуникационных технологий;

ИД_{ОПК4}² Применяет имеющиеся навыки использования современных программных методов и средств коммуникационных технологий в профессиональной деятельности;

профессиональных компетенций (ПК):

способен планировать и осуществлять вычислительные эксперименты, анализировать и интерпретировать полученные результаты (ПК-1);

индикаторы:

ИД_{ПК1}¹ Владеет навыками планирования и осуществления вычислительных экспериментов в различных сферах профессиональной деятельности;

ИД_{ПК1}² Дает оценку полученным в ходе вычислительных экспериментов результатам и успешно их интерпретирует;

способен разрабатывать алгоритмы и реализовывать их на основе современных парадигм, технологий и языков программирования (ПК-2);

индикаторы:

ИД_{ПК2}¹ Применяет имеющиеся технологии и знания при разработке и реализации алгоритмов в ходе профессиональной деятельности;

ИД_{ПК2}² Оценивает адекватность и логичность применения разработанного алгоритма в рамках конкретной задачи.

5.2.2 Примерный перечень тем выпускных квалификационных работ

1. Прогнозирование траектории воздушного судна с использованием методов машинного обучения.

2. Исследование методов траекторной обработки радиолокационной информации в АС УВД.
3. Исследование методов многомодельной фильтрации данных в многопозиционных радиолокационных комплексах.
4. Применение метаэвристических алгоритмов в задачах организации воздушного движения.
5. Моделирование системы расчета загрузки и центровки воздушного судна.
6. Моделирование задачи интермодальных перевозок для различных критериев оптимальности.
7. Сравнение эффективности методов простого перебора, ветвей и границ, и генетического алгоритма на примере задачи о коммивояжере.
8. Моделирование экспертной системы оптимизации работы диспетчера такси.
9. 3-D моделирование столкновения воздушного судна с птицей.
10. 3-D моделирование взлета и посадки воздушного судна для различных характеристик ветра и ВПП.
11. Автоматизация управления грузовым терминалом аэропорта.
12. Имитационная модель внутригородских пассажирских перевозок.
13. Сравнение эффективности алгоритмов теории графов поиска кратчайшего пути на схеме метрополитена.
14. Моделирование поведения ВС в районе приземления в АО «Международный аэропорт Шереметьево».
15. Применение некоторых численных методов интегрирования систем обыкновенных дифференциальных уравнений для исследования поведения ВС.
16. Исследование турбулентности при посадке ВС в районе аэропорта.

Требования к выпускным квалификационным работам и порядку их выполнения приведены в следующих документах:

«Положение о государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации».

«Методические указания по оформлению и подготовке к защите выпускной квалификационной работы в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А.Новикова» –СПбГУГА, 2022 г. – 59 с.

5.2.3 Показатели и критерии оценивания результатов выпускной квалификационной работы, а также шкалы оценивания

Результаты выпускной квалификационной работы определяются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»,

«неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешную защиту выпускной квалификационной работы.

Оценка за выпускную квалификационную работу выносится в результате голосования членов государственной экзаменационной комиссии после обязательного обсуждения при отсутствии студентов. При выведении оценки ГЭК принимает во внимание следующие показатели:

1) содержание представленной к защите выпускной квалификационной работы соответствует заявленной теме ВКР;

2) оформление представленной выпускной квалификационной работы соответствует правилам оформления ВКР;

3) доклад студента о проделанной работе, его умение кратко и четко изложить ее основные положения, уровень владения материалом;

4) ответы студента на вопросы членов государственной экзаменационной комиссии по теме выпускной квалификационной работы;

5) содержание презентации и других представленных студентом демонстрационных материалов.

Результаты выпускной квалификационной работы определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешную защиту выпускной квалификационной работы.

Критерии оценки уровня сформированности компетенций:

«отлично»

– обучающийся обосновывает выбор темы и аргументирует предложения, описанные в ВКР;

– учебный материал по образовательной программе освоен в полном объеме, обучающийся может логично, грамотно и последовательно его излагать;

– по теме выпускной квалификационной работы обучающийся изучил литературу, свободно применяет изученный материал в практической деятельности;

– обучающийся свободно владеет профессиональной терминологией;

– содержание доклада обучающегося, а так же графический (презентационный) материал полностью соответствует выбранной теме ВКР;

– в ВКР прослеживается связь между целями и задачами, поставленными в ВКР и результатами работы (исследования);

– обучающийся аргументирует представленные выводы по работе над ВКР;

– соблюдены все требования к оформлению ВКР;

– материал доклада изложен ясно и аргументировано;

– обучающийся придерживается регламента при изложении доклада;

– обучающимся даны четкие ответы на поставленные вопросы членами государственной экзаменационной комиссии.

«хорошо»

- обучающийся неуверенно обосновывает выбор темы и предложения, описанные в ВКР;
- учебный материал по образовательной программе освоен в полном объеме, обучающийся может допускать неточности в его изложении;
- обучающийся владеет основной профессиональной терминологией;
- содержание доклада обучающегося, а так же графический (презентационный) материал не полностью соответствует выбранной теме ВКР;
- в ВКР прослеживается связь между целями и задачами, поставленными в ВКР и результатами работы (исследования);
- обучающийся аргументирует представленные выводы по работе над ВКР;
- допущены ошибки в оформлении содержания ВКР и доклада;
- обучающийся слабо излагает материал доклада;
- обучающийся соблюдает регламент при изложении доклада;
- обучающийся дал не четкие ответы на поставленные вопросы членами государственной экзаменационной комиссии, но не было допущено существенных ошибок.

«удовлетворительно»

- обучающийся слабо обосновывает выбор темы и предложения, описанные в ВКР;
- обучающийся слабо освоил учебный материал по образовательной программе и допускает неточности в его изложении;
- по теме выпускной квалификационной работы обучающийся изучил литературу, но не может в полной мере применять изученный материал в практической деятельности;
- обучающийся плохо владеет профессиональной терминологией;
- в содержании доклада, а так же в графическом (презентационном) материале обучающийся допускает несоответствия содержанию ВКР;
- обучающимся не даны ответы на поставленные вопросы членами государственной экзаменационной комиссии;
- обучающийся отступает от регламента при изложении доклада.

«неудовлетворительно»

- обучающийся не может обосновывать выбор темы и предложения, описанные в ВКР;
- обучающийся не освоил учебный материал по образовательной программе;
- обучающийся не владеет основной профессиональной терминологией;
- содержание доклада обучающегося, а так же графический (презентационный) материал не соответствует выбранной теме ВКР;
- в ВКР нет связи между целями и задачами, поставленными в ВКР и результатами работы (исследования);
- не соблюдены требования к оформлению выпускной квалификационной работы;
- обучающийся не может сформулировать выводы по ВКР;

- обучающийся не представил выводы по работе над ВКР;
- допущены ошибки в оформлении содержания ВКР и доклада;
- обучающийся не излагает материал доклада;
- обучающийся не соблюдает регламент при изложении доклада;
- обучающийся не дал ответы на поставленные вопросы членами государственной экзаменационной комиссии, но не было допущено существенных ошибок.

В качестве методических материалов, определяющих процедуру оценивания результатов освоения образовательной программы, используется локальный нормативный акт ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А.Новикова» (ФГБОУ ВО СПбГУ ГА) «Положение о государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А.Новикова».

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение государственной итоговой аттестации

а) основная литература:

1 Конова, Е.А. **Алгоритмы и программы. Язык С++** [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е.А. Конова, Г.А. Поллак. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 384 с. — ISBN — 978-5-8114-2020-9. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103905> — Загл. с экрана. (дата обращения: 29.09.2023)

2 Кочегурова, Е. А. **Теория и методы оптимизации** : учебное пособие для академического бакалавриата / Е. А. Кочегурова. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 133 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-10090-7. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/81138134-E61E-47F5-9D95-EFA409E1BF62 — Загл. с экрана. (дата обращения: 29.09.2023)

3 Власова, Е.А. **Элементы функционального анализа** [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е.А. Власова, И.К. Марчевский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/67481> — Загл. с экрана..(дата обращения: 29.09.2023)

4 Тузовский, А. Ф. **Объектно-ориентированное программирование** : учеб. пособие для прикладного бакалавриата / А. Ф. Тузовский. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 206 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-00849-4. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/BDEEFB2D-532D-4306-829E-5869F6BDA5F9 (дата обращения: 29.09.2023)

5 Прошкин, С.С. **Математика для решения физических задач** [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.С. Прошкин. — Электрон. дан. —

Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 384 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/53688> — Загл. с экрана. (дата обращения: 29.09.2023)

6 Численные методы : учебник и практикум для академического бакалавриата / У. Г. Пирумов [и др.] ; под ред. У. Г. Пирумова. — 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 421 с.

7 Флэнаган Д. **JavaScript. Подробное руководство.** – Пер. с англ. – СПб: Символ_Плюс, 2008. – 992 с., ил..

8 Пятко С.Г., Родионов В.Д., Юша Н.Ф. **Информационные технологии на транспорте: Методические указания по изучению раздела «Web-технологии»** / Университет ГА. – С.-Петербург, 2006.

9 Конова, Е.А. **Алгоритмы и программы. Язык C++** [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е.А. Конова, Г.А. Поллак. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 384 с. — ISBN — 978-5-8114-2020-9. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103905> . — Загл. с экрана. (дата обращения: 29.09.2023)

10 Лобанов, А. И. **Математическое моделирование нелинейных процессов** : учебник для академического бакалавриата / А. И. Лобанов, И. Б. Петров. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 255 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-8897-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/C7FE0C81-16DA-445E-8656-3A19CFB1170A (дата обращения: 29.09.2023)

б) дополнительная литература:

11 Палий, И. А. **Линейное программирование** : учебное пособие для академического бакалавриата / И. А. Палий. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 175 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04716-5. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/327FEF01-D1E7-41D5-BF05-4DB367826557 — Загл. с экрана. (дата обращения: 29.09.2023)

12 Юдович, В.И. **Математические модели естественных наук** [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Юдович. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 336 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/689> — Загл. с экрана. (дата обращения: 29.09.2023)

13 **Системы поддержки принятия решений** [Электронный ресурс] : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / В. Г. Халин [и др.] ; под ред. В. Г. Халина, Г. В. Черновой. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 494 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01419-8. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/C65198DA-46BA-4EC4-B0ED-FFEEACE35A61 (дата обращения: 29.09.2023)

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

14 **BitDegree** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.bitdegree.org/learn/> , свободный (дата обращения: 29.09.2023).

15 **Code Academy** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.codecademy.com/>, свободный (дата обращения: 29.09.2023).

16 **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный (дата обращения: 21.01.2021).

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

17 **Qt** [программное обеспечение]. – Режим доступа: <https://www.qt.io/>, свободный (дата обращения: 29.09.2023).

18 **Visual Studio Community** [программное обеспечение]. – Режим доступа: <https://visualstudio.microsoft.com/ru/vs/community/>, свободный (дата обращения: 29.09.2023)

7 Материально-техническое обеспечение государственной итоговой аттестации

Для проведения государственного экзамена и защиты выпускной квалификационной работы выделяется аудитория кафедры №8 (800,801), переносной проектор.

Программа государственной итоговой аттестации составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры №8 «Прикладной математики и информатики»

« 29 » Сентября 2023 года, протокол № 2.

Разработчики:

К.Т.Н. Земсков Ю.В.
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

К.П.Н., доцент Самойлов В.А.
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

И.о. заведующего кафедрой № 8 «Прикладной математики и информатики»

К.Т.Н. Земсков Ю.В.
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

Д.Т.Н., доцент Костин Г.А.
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Программа рассмотрена и согласована на заседании Учебно-методического совета Университета « 22 » 11 2023 года, протокол № 3.