

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНТРАНС РОССИИ)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)  
ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»  
(ФГБОУ ВО СПбГУ ГА)

УТВЕРЖДАЮ

Первый

проректор – проректор  
по учебной работе

Н.Н. Сухих

2018 года



ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ  
АТТЕСТАЦИИ

Направление подготовки  
01.03.04 Прикладная математика

Направленность программы (профиль)  
Математическое и программное обеспечение систем управления

Квалификация выпускника  
бакалавр

Форма обучения  
очная

Санкт-Петербург  
2018 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).

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу бакалавриата – научно-исследовательский вид 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 систем управления», утвержденным Приказом Минобрнауки России от 12.03.2015 № 208:

общекультурных компетенций (ОК):

- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);
  - способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);
  - способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности (ОК-3);
  - способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности (ОК-4);
  - способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);
  - способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);
  - способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
  - способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8);
  - способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9);
- общефессиональных компетенций (ОПК):
- готовностью к самостоятельной работе (ОПК-1);
  - способностью использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования (ОПК-2);

профессиональных компетенций (ПК):

– способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат (ПК-9);

– готовностью применять математический аппарат для решения поставленных задач, способностью применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов (ПК-10);

– готовностью применять знания и навыки управления информацией (ПК-11);

– способностью самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук (ПК-12).

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 систем управления» 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 систем управления» 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 систем управления», основными из которых являются «Вычислительная математика», «Нелинейные модели», «Интеллектуальные системы», «Исследование операций», «Дополнительные главы алгебры и аналитической геометрии», «Программирование в сети Internet», «Современные системы программирования» а также результатах прохождения преддипломной практики.

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
Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат (ПК-9)	Вычислительная математика Нелинейные модели Исследование операций Дополнительные главы алгебры и аналитической геометрии
Готовность применять математический аппарат для решения поставленных задач, способность применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов (ПК-10)	Вычислительная математика Нелинейные модели Интеллектуальные системы Дополнительные главы алгебры и аналитической геометрии
Готовностью применять знания и навыки управления	Интеллектуальные системы Программирование в сети Internet



Перечень и код компетенций	Наименование дисциплин
информацией (ПК-11)	Современные системы программирования
Способность самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук (ПК-12)	Вычислительная математика

### 5.1.2 Содержание государственного экзамена

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

- 1 Вычислительная математика.
- 2 Нелинейные модели.
- 3 Интеллектуальные системы.
- 4 Исследование операций.
- 5 Дополнительные главы алгебры и аналитической геометрии.
- 6 Программирование в сети Internet / Современные системы программирования.

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

#### *Дисциплина 1. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА*

##### **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). Метод Эйлера. Модификации метода Эйлера. Метод Рунге – Кутты.

Проверяемые компетенции: ПК-9, ПК-10, ПК-12.

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

Приближенные численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод редукции. Приближенные аналитические методы. Метод коллокаций. Метод наименьших квадратов. Метод Ритца.

Проверяемые компетенции: ПК-9, ПК-10, ПК-12.

##### **Тема 3. Приближенные методы решения интегральных уравнений**

Основные виды линейных интегральных уравнений. Связь между дифференциальными уравнениями и уравнениями Вольтерра. Метод последовательных приближений. Метод замены ядра на вырожденное. Метод коллокаций. Метод наименьших квадратов.

Проверяемые компетенции: ПК-9, ПК-10, ПК-12.

#### **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. Краевые условия для уравнений эллиптического типа. Процесс Либмана. Метод прямых. Метод прямых для уравнения Пуассона.

Проверяемые компетенции: ПК-9, ПК-10, ПК-12.

### ***Дисциплина 2. НЕЛИНЕЙНЫЕ МОДЕЛИ***

#### **Тема 1. Введение в моделирование нестационарных процессов**

Анализ подходов к построению интерполяционных и экстраполяционных моделей. Экстраполяция при известном порядке аппроксимации. Оценка погрешности интерполяции и экстраполяции. Численная фильтрация результатов. Обзор нестационарных задач, решенных ранее и анализ недостатков известных методов.

Проверяемые компетенции: ПК-9, ПК-10.

#### **Тема 2. Стационарные процессы формообразования как предельный случай нестационарности**

Постановка стационарной и предельно-стационарной задач. Условие стационарности. Условие предельного формообразования. Квазистационарная постановка задачи. Стационарная обработка криволинейным ЭИ. Метод годографа.

Проверяемые компетенции: ПК-9, ПК-10.

#### **Тема 3. Моделирование нестационарных процессов**

Физическая постановка задачи. Математическая модель. Постановка плоской нестационарной задачи. Описание границы области составной функцией. Разработка численно-аналитического метода решения нестационарной задачи. Восстановление границы области при помощи интеграла Шварца и частных производных.

Проверяемые компетенции: ПК-9, ПК-10.

#### **Тема 4. Основы теории возмущений**

Анализ размерностей. Функции сравнения (калибровочные функции). Символы порядка. Разложения по степеням параметра или независимой

переменной. Асимптотические ряды. Асимптотические разложения и последовательности. Единственность асимптотических разложений. Сравнение сходящихся и асимптотических рядов. Простейшие действия над асимптотическими разложениями.

Проверяемые компетенции: ПК-9, ПК-10.

### **Тема 5. Методы теории возмущений**

Прямые разложения типа Пуанкаре. Методика Линдштедта-Пуанкаре. Метод перенормировки. Метод многих масштабов. Метод Прандтля. Внешнее и внутреннее разложения. Высшие приближения и усовершенствованные процедуры сращивания. Метод составных разложений.

Проверяемые компетенции: ПК-9, ПК-10.

## ***Дисциплина 3. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ***

### **Тема 1. Общие сведения о системах ИИ**

Классификация интеллектуальных информационных систем (системы с интеллектуальным интерфейсом, экспертные системы, самообучающиеся системы, адаптивные информационные системы).

Проверяемые компетенции: ПК-10, ПК-11.

### **Тема 2. Нечеткие множества и нечеткая логика**

Нечеткие знания и способы их обработки. Нечеткие знания и способы их представления. Определение и основные характеристики нечетких множеств. Функции принадлежности и методы их построения. Арифметические и логические операции над нечеткими множествами. Понятие лингвистической переменной. Нечеткая логика. Системы нечеткого вывода. Продукционные правила.

Проверяемые компетенции: ПК-10, ПК-11.

### **Тема 3. Разработка экспертных систем**

Общие сведения об экспертных системах. Использование экспертных оценок для получения знаний. Методы экспертных оценок (непосредственное оценивание, ранжирование, парное сравнение).

Обработка и формализация экспертных оценок. Задачи обработки экспертных оценок. Определение обобщенных оценок.

Технологии разработки экспертных систем.

Проверяемые компетенции: ПК-10, ПК-11.

### **Тема 4. Генетические алгоритмы**

Генетические алгоритмы в интеллектуальных системах. Сущность эволюционного моделирования. Характеристика генетических алгоритмов. Основные понятия ГА. Классический ГА. Этапы реализации генетических алгоритмов. Разновидности генетических алгоритмов.

Проверяемые компетенции: ПК-10, ПК-11.

### **Тема 5. Нейронные сети**

Перцептрон. Биологический нейрон и его искусственная модель. Математическая модель нейрона. Однослойная нейронная сеть. Правило Хебба. Ограниченность однослойной сети. Проблема исключаящего ИЛИ. Многослойная сеть и алгоритм обратного распространения. Обучение нейронных сетей.

Проверяемые компетенции: ПК-10, ПК-11.

## ***Дисциплина 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ***

### **Тема 1. Основные понятия теории исследования операций и теории принятия оптимальных решений**

Понятие оптимального решения. Обзор основных типов оптимизационных моделей и используемых для оптимизации математических методов. Классификация оптимизационных задач. Проблема локальности и глобальности экстремума. Примеры необходимых и достаточных условий оптимальности. Проблема многоэкстремальности. Проблема наличия случайных факторов, множества вариантов, разумного противника и т.п. Использование экспертных оценок для принятия оптимального решения. Примеры оптимизационных задач.

Проверяемые компетенции: ПК-9.

### **Тема 2. Применение методов математического программирования в теории принятия оптимальных решений**

Примеры оптимизационных задач, сводящихся к математическому программированию. Использование методов линейного, дискретного и динамического программирования. Сетевое моделирование. Детерминированные модели управления запасами.

Проверяемые компетенции: ПК-9.

### **Тема 3. Теоретико-игровой процесс принятия оптимального решения**

Примеры практических задач, оптимизация в которых осуществляется посредством теоретико-игрового подхода. Чистые и смешанные стратегии. Равновесные состояния. Игры с полной и неполной информацией. Коалиционные и бескоалиционные игры. Антогонистические и неантогонистические игры. Принятие решений в условиях определенности, неопределенности и риска.

Проверяемые компетенции: ПК-9.

### **Тема 4. Вероятностные модели принятия оптимальных решений**

Примеры стохастических оптимизационных задач. Методы прогнозирования. Вероятностное динамическое программирование. Системы



массового обслуживания. Применение Марковских случайных процессов для принятия решения. Вероятностные модели управления запасами. Имитационное моделирование. Метод Монте-Карло.

Проверяемые компетенции: ПК-9.

### **Тема 5. Нелинейные модели принятия оптимальных решений**

Примеры нелинейных оптимизационных задач. Аналитические и численные методы решения задач нелинейного программирования.

Проверяемые компетенции: ПК-9.

## ***Дисциплина 5.1 ПРОГРАММИРОВАНИЕ В СЕТИ INTERNET***

### **Тема 1. Обработка событий в JavaScript**

Событийные атрибуты. Объект Math в JavaScript. Числа и строки в JavaScript.

Стандарт IEEE 754. Точность и диапазон числового типа. Методы объекта window: parseInt и parseFloat. Форматы Unicode. UCS-2 и UTF-16. Использование кодовых точек Unicode в JavaScript. Строковые методы.

Проверяемые компетенции: ПК-11.

### **Тема 2. Массивы в JavaScript**

Методы объекта Array. Свойство length. Двумерные массивы в JavaScript.

Проверяемые компетенции: ПК-11.

### **Тема 3. Дата и время в JavaScript. Глобальный объект window**

Методы объекта Date. Глобальный объект window и его методы в JavaScript. Области видимости и времена жизни переменных в JavaScript.

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

Проверяемые компетенции: ПК-11.

### **Тема 4. Методы в JavaScript**

Методы для вызова стандартных диалоговых окон в JavaScript. Методы для таймеров и задержек в JavaScript. Именованные и анонимные функции в JavaScript.

Проверяемые компетенции: ПК-11.

### **Тема 5. Замыкания в JavaScript**

Замыкания (closures) в JavaScript. Псевдомассив arguments.

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

Проверяемые компетенции: ПК-11.

### **Тема 6. Взаимодействие JavaScript, HTML и CSS**

Объект document, его методы. Изменение заголовка документа в коде JavaScript. Метод getElementById. Свойство innerHTML. Взаимодействие JavaScript и CSS. Селекторы CSS. Объект style. Свойства style: display и position.

Проверяемые компетенции: ПК-11.

### **Тема 7. 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. Наследование объектов.

Свойство proto объекта this. Свойство prototype функции-конструктора.

Проверяемые компетенции: ПК-11.

## **Дисциплина 5.2 СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

### **Тема 1. События и делегаты в C#.**

Создание и использование делегатов. Делегаты в контексте событий. Простые события и их вызов. События с передачей дополнительных параметров. Анонимные методы.

Проверяемые компетенции: ПК-11.

### **Тема 2. Работа с графикой.**

Работа с графикой: Особенности GDI+ и независимость от аппаратуры; Контекст отображения; Класс Graphics и рисование объектов. Идентификатор окна Handle и объект Graphics, кисти, шрифты. Рисование в окне элемента управления и событие Paint. Рисование геометрических фигур, линий и изображений. Растровые и векторные изображения, класс Image.

Проверяемые компетенции: ПК-11.

### **Тема 3. Многооконный интерфейс.**

Родительские и дочерние формы. Создание родительского и дочерних окон MDI-приложения. Системное меню MDI-окна, упорядочивание MDI-окон, передача данных через буфер обмена.

Проверяемые компетенции: ПК-11.

### **Тема 4. Коллекции.**

Списки, словари, итераторы. Операторы foreach, yield. Создание собственных коллекций.

Проверяемые компетенции: ПК-11.

### **Тема 5. Язык запросов LINQ.**

Структура запроса, порядок выполнения запроса. Лямбда - выражения. Взаимодействие с базами данных. Обработка XML- файлов.

Проверяемые компетенции: ПК-11.

## ***Дисциплина 6. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ АЛГЕБРЫ И АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГЕОМЕТРИИ***

### **Тема 1. Линейные пространства**

Определение линейного пространства. Следствия из аксиом. Базис и размерность.

Проверяемые компетенции: ПК-9.

### **Тема 2. Евклидовы пространства**

Евклидово пространство. Ортонормированный базис. Ортогонализация базиса.

Проверяемые компетенции: ПК-9.

### **Тема 3. Линейные операторы**

Линейные операторы. Ядро и образ линейного оператора. Матрицы оператора. Действия с линейными операторами: сложение операторов, умножение операторов. Характеристический многочлен, собственные числа и собственные векторы линейного оператора.

Проверяемые компетенции: ПК-9.

### **Тема 4. Прямые линии и плоскости**

Полярные координаты и их связь с декартовыми. Преобразование координат при параллельном переносе и повороте осей. Цилиндрические и сферические координаты. Прямая на плоскости. Различные виды уравнения прямой. Плоскость в пространстве. Различные виды уравнения плоскости. Прямая в пространстве. Прямая и плоскость в пространстве. Взаимное расположение прямых и плоскостей.

Проверяемые компетенции: ПК-9.

### **Тема 5. Кривые второго порядка**

Исследование уравнения второго порядка. Полярное уравнение эллипса, гиперболы и параболы. Оптические свойства эллипса, гиперболы и параболы.

Проверяемые компетенции: ПК-9.

### **Тема 6. Поверхности второго порядка**

Цилиндрические поверхности и поверхности вращения. Эллипсоид, конус второго порядка. Гиперболоиды, параболоиды и цилиндры второго порядка. Прямолинейные образующие поверхностей второго порядка.

Проверяемые компетенции: ПК-9.

## Тема 7. Квадратичные формы

Квадратичная форма. Приведение к каноническому виду уравнений кривых и поверхностей 2го порядка.

Проверяемые компетенции: ПК-9.

### 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.

*Вычислительная математика:*

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.  
*Нелинейные модели:*
23. Математическая модель погрешности при численной фильтрации результатов.
24. Аналитическое и численное решение нестационарных задач. Квазистационарное приближение.
25. Отображения функциями  $zn, lnz, ez$ .
26. Постановка стационарной задачи. Косинусное приближение, условие стационарности.
27. Постановка предельно-стационарной задачи. Модель «цилиндрического конденсатора». Условие предельного формообразования.
28. Начальные условия плоской задачи нестационарного формообразования. Физическая постановка задачи. Зависимость выхода по току от плотности тока.
29. Закон Фарадея, описывающий процесс электрохимического растворения в дифференциальной форме. Переход к безразмерным величинам.
30. Математическая модель нестационарного формообразования. Функция  $z(\chi, \tau)$ .
31. Численно-аналитический метод решения нестационарной задачи. Плоскости  $\chi$  и  $\xi$ .
32. Возмущения по параметру. Основная формула разложения, применимость.
33. Символ порядка  $O$  большое, калибровочные функции, примеры.
34. Символ порядка  $o$  малое, калибровочные функции, примеры.
35. Асимптотические ряды.
36. Асимптотические разложения и последовательности.
37. Метод растянутых координат. Метод Линдштедта. Метод Лайтхилла.
38. Метод растянутых параметров. Метод Линдштедта-Пуанкаре.
39. Метод составных разложений, виды процедур сращивания, применимость.
40. Усовершенствованная процедура сращивания, условие Ван Дайка. Пример уравнения второго порядка  $\epsilon y'' + y' + y = 0, 0 \leq x \leq 1, y(0) = a, y(1) = b$ .
41. Усовершенствованная процедура сращивания. Соответствие краевых условий внешнему и внутреннему решениям для уравнения с переменными коэффициентами  $\epsilon y'' + a(x)y' + b(x)y = 0, y(0) = \alpha, y(1) = \beta$ .

*Интеллектуальные системы:*

42. Интеллектуальные системы. Классификация.

43. Определение и основные характеристики нечетких множеств.

Множество

$\alpha$ -уровня.

44. Функции принадлежности и методы их построения.

45. Операции над нечеткими множествами.

46. Арифметические операции над нечеткими числами.

47. Концепция нечеткой и лингвистической переменных.

48. Нечеткая логика, нечеткое высказывание, логические операции: отрицание, конъюнкция, дизъюнкция, импликация, эквивалентность.

49. Системы нечеткого вывода, продукционные правила, фаззификация, агрегирование, активизация, аккумуляция, дефаззификация.

50. Знания, свойства, классификация. Методы извлечения знаний.

51. Структура статических и динамических экспертных систем. Этапы разработки экспертных систем.

52. Модели представления знаний. Продукционная модель.

53. Методы экспертных оценок (непосредственное оценивание, ранжирование, парное сравнение).

54. Обработка и формализация экспертных оценок.

55. Технологии разработки экспертных систем.

56. Основные понятия генетических алгоритмов: ген, хромосома, популяция. Способы представления данных, примеры двоичного и вещественного кодирования.

57. Виды генетических алгоритмов.

58. Нейронные сети. Биологическая структура. Синапсы.

59. Искусственный нейрон.

60. Обучение нейронной сети. Обучение с учителем и без учителя.

61. Алгоритмы обучения. Обратного распространения ошибки, правила Хебба, Дельта-правило.

*Исследование операций:*

62. Основные понятия теории исследования операций и теории принятия оптимальных решений. Понятие оптимального решения.

63. Обзор основных типов оптимизационных моделей и используемых для оптимизации математических методов. Классификация оптимизационных задач.

64. Проблема локальности и глобальности экстремума. Примеры необходимых и достаточных условий оптимальности.

65. Проблема многоэкстремальности.

66. Проблема наличия случайных факторов, множества вариантов, разумного противника и т.п.

67. Использование экспертных оценок для принятия оптимального решения.

68. Примеры оптимизационных задач.

69. Примеры оптимизационных задач, сводящихся к математическому программированию.
  70. Использование методов линейного программирования.
  71. Использование методов дискретного программирования.
  72. Использование методов динамического программирования.
  73. Сетевое моделирование.
  74. Детерминированные модели управления запасами.
  75. Примеры практических задач, оптимизация в которых осуществляется посредством теоретико-игрового подхода.
  76. Чистые и смешанные стратегии.
  77. Равновесные состояния.
  78. Игры с полной и неполной информацией.
  79. Коалиционные и бескоалиционные игры.
  80. Антагонистические и неантагонистические игры.
  81. Принятие решений в условиях определенности, неопределенности и риска.
  82. Примеры стохастических оптимизационных задач.
  83. Методы прогнозирования.
  84. Вероятностное динамическое программирование.
  85. Системы массового обслуживания.
  86. Применение Марковских случайных процессов для принятия решения.
  87. Вероятностные модели управления запасами.
  88. Имитационное моделирование. Метод Монте-Карло.
  89. Примеры нелинейных оптимизационных задач.
  90. Аналитические и численные методы решения задач нелинейного программирования.
- Программирование в сети Internet:*
91. Общие сведения о клиентских и серверных Web-технологиях.
  92. Синтаксис языка JavaScript и основные типы данных. Примеры.
  93. Обработка событий в языке JavaScript.
  94. Свойства и методы объектов.
  95. Работа со стандартными структурами данных на языке JavaScript.
- Примеры.
96. Области видимости и замыкания. Примеры.
  97. Работа со стандартными элементами интерфейса браузера.
  98. Объектно-ориентированное программирование в сети Internet.
- Современные системы программирования:*
99. Инструментальные средства разработки приложений.
- Классификация. Методы кроссплатформенной разработки на языке C#.
100. Классификация визуальных элементов графического интерфейса пользователя C#.
  101. Компоновка визуальных элементов на форме C#. Менеджеры размещения.

102. Реализация приложения с интерфейсом SDI и MDI C#.
103. Явное и неявное совместное использование данных C#.
104. Потоки ввода-вывода. Чтение и запись текстовых файлов в C#.
105. Потоки ввода-вывода. Чтение и запись двоичных файлов в C#.
106. Построение графиков функций в C#.
107. Технология «модель–представление» C#. Примеры.
108. Методы синхронизации процессов и потоков в C#.
109. Разработка приложений баз данных. Примеры.
- Дополнительные главы алгебры и аналитической геометрии:*
110. Определение линейного пространства. Примеры.
111. Аксиомы, следствия из аксиом. Базис и размерность.
112. Линейные операторы и действия над ними.
113. Характеристический многочлен, собственные числа и столбцы матрицы.
114. Евклидово пространство. Примеры.
115. Ортонормированный базис. Ортогонализация базиса.
116. Системы координат на плоскости и в пространстве. Полярные координаты и их связь с декартовыми. Направляющие косинусы.
117. Нормальное уравнение прямой.
118. Каноническое и параметрическое уравнение прямой на плоскости и в пространстве.
119. Плоскость. Общее, неполное уравнение. Уравнение в отрезках.
120. Взаимное расположение прямой и плоскости.
121. Уравнения в полярных координатах эллипса, гиперболы, параболы.
122. Прямые на поверхностях II порядка.
123. Оптические свойства кривых II порядка.
124. Квадратичные формы.
125. Приведение к каноническому виду уравнений, линий и поверхностей II порядка.

***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. Провести отображение верхнего полукруга единичной окружности при помощи функции Жуковского.
3. Построить отображение области в форме полукольца с параметрической плоскости на полосу на плоскости комплексного потенциала.



4. Разложить в 3-членное разложение  $\varepsilon y' + xy = -1$ ,  $y(0) = 1$ ,  $\varepsilon \ll 1$ .
5. Даны A и B – нечеткие множества на универсальном множестве E.

Найти  $A \oplus B$ , если:

$$A = 0,5/x_1 + 0,4/x_2 + 0,1/x_3 + 1/x_4$$

$$B = 0,1/x_1 + 0,3/x_2 + 0,1/x_3 + 0,5/x_4$$

6. Проектируется распределенная информационная система, позволяющая собирать в диспетчерский пункт (ДП) информацию от заданных объектов, расположение которых на местности фиксировано и известно. Требуется найти такое расположение ДП, при котором общая длина проводной линии, связывающей объекты с ДП, была бы минимальной.
7. Рассматриваются искусственный спутник Земли и задача о переориентации его в плоскости путем управления тягой пары реактивных двигателей. Требуется найти закон изменения тяги двигателей, при котором спутник из произвольного начального направления будет переведен в заданное направление за минимальное время.
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 A1 и A2, в которых производится однородная продукция. Количество ежедневно производимой продукции в каждом из них задано: 120 (в A1), 90 (в A2). Эту продукцию нужно доставить в 4 пункта потребления: B1, B2, B3, B4. Их ежедневные объемы потребления заданы: 40 (B1), 20 (B2), 80 (B3), 70 (B4). Требуется найти оптимальный план перевозок, определяющий количество продукции, перевозимой из пункта Ai в пункт Bj ( $i = 1, 2$ ;  $j = 1, \dots, 4$ ). 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 A1 в B1, B2, B3, B4, соответственно), 4, 3, 2, 2 (из A2 в B1, B2, B3, B4, соответственно).
10. Реализуйте функцию, на языке JavaScript или C#, которая возвращает строку, состоящую из n повторений строки str. n — по умолчанию 2, str — пустая строка.
11. С помощью таймеров, строковых методов и замыканий (closures) описать как реализуется «закольцованный заголовок» окна браузера: заголовок «Следующая остановка – ст. м. «Московская»» должен представлять собой бегущую влево строку. Скорость – 2 символа в секунду, на языке JavaScript или C#.
12. Привести квадратичную форму к каноническому виду методом Лагранжа:  $x_1^2 - 2x_2^2 + x_3^2 + 2x_1x_2 + 4x_1x_3 + 2x_2x_3$ .

#### 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 студента полный, логичный, последовательный и грамотный. Студент 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. Студент 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. Студент 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 студент дает неполную интерпретацию выводов, затрудняется в ответе на дополнительные вопросы, допускает ошибки;

– «неудовлетворительно» – В ответе студента 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**

Оценка уровня сформированности компетенций осуществляется на основе знаний, умений и владений навыками и/или опытом деятельности в соответствии с требованиями ФГОС по освоению компетенций для соответствующей образовательной программы.

Перечень компетенций, сформированность которых оценивается по результатам выпускной квалификационной работы, выполнение которой направлено на демонстрацию уровня подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности:

общекультурных компетенций (ОК):

- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);
- способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);
- способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности (ОК-3);
- способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности (ОК-4);
- способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);
- способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);
- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8);
- способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9);

общепрофессиональных компетенций (ОПК):

- готовностью к самостоятельной работе (ОПК-1);
- способностью использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования (ОПК-2);

профессиональных компетенций (ПК):

- способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат (ПК-9);

– готовностью применять математический аппарат для решения поставленных задач, способностью применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов (ПК-10);

– готовностью применять знания и навыки управления информацией (ПК-11);

– способностью самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук (ПК-12).

### **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».

«Рекомендации по оформлению выпускной квалификационной работы бакалавриата (бакалаврской работы)» – Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации, 2013 г. – 16 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 отстает 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» (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».

## **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.

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](http://www.biblio-online.ru/book/81138134-E61E-47F5-9D95-EFA409E1BF62). — Загл. с экрана.

3 Тузовский, А. Ф. **Проектирование и разработка web-приложений** : учеб. пособие для академического бакалавриата / А. Ф. Тузовский. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 218 с. — (Серия : Университеты России). —

ISBN 978-5-534-00515-8. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/9647E367-C8C0-4E0B-B80C-EC0195497717](http://www.biblio-online.ru/book/9647E367-C8C0-4E0B-B80C-EC0195497717).

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](http://www.biblio-online.ru/book/BDEEFB2D-532D-4306-829E-5869F6BDA5F9).

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.

6 Береславский Э. Н., **Вычислительная математика**: Учеб. пособ. для вузов. Реком. УМО [Текст]. Ч. 3: Приближенное решение интегральных уравнений / Э. Н. Береславский, Я. М. Далингер, В. Д. Павлов. - СПб.: Политехника, 2017. - 134с. - ISBN 978-5-7325-1117-8. Количество экземпляров: 210.

7 Бессмертный, И. А. **Системы искусственного интеллекта** [Электронный ресурс] : учебное пособие для академического бакалавриата / И. А. Бессмертный. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 130 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02747-1. — Режим доступа: [www.biblio-online.ru/book/A1B77687-B5A6-4938-9C0E-F6288FDA143B](http://www.biblio-online.ru/book/A1B77687-B5A6-4938-9C0E-F6288FDA143B).

8 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](http://www.biblio-online.ru/book/C7FE0C81-16DA-445E-8656-3A19CFB1170A).

б) дополнительная литература:

9 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](http://www.biblio-online.ru/book/327FEF01-D1E7-41D5-BF05-4DB367826557). — Загл. с экрана.

10 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.

11 **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](http://www.biblio-online.ru/book/C65198DA-46BA-4EC4-B0ED-FFEEACE35A61).



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

12 **BitDegree** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.bitdegree.org/learn/>, свободный (дата обращения: 25.12.2017).

13 **Code Academy** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.codecademy.com/>, свободный (дата обращения: 25.12.2017).

14 **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный (дата обращения: 25.12.2017).

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

15 **Qt** [программное обеспечение]. – Режим доступа: <https://www.qt.io/>, свободный (дата обращения: 25.12.2017).

16 **Visual Studio Community** [программное обеспечение]. – Режим доступа: <https://visualstudio.microsoft.com/ru/vs/community/>, свободный (дата обращения: 25.02.2017).

## **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

« 18 » января 2018 года, протокол № 6.

Разработчики:

К.Т.Н., доцент

*(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)*

Далингер Я.М.

Д.Ф.-М.Н., профессор

*(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)*

Береславский Э.Н.

Заведующий кафедрой № 8 Прикладной математики и информатики

К.Т.Н., доцент

*(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)*

Далингер Я.М.

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

К.Т.Н., доцент

*(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)*

Далингер Я.М.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета « 14 » февраля 2018 года, протокол № 5.