



ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(СПбГУ)

## П Р И К А З

07.11.2022

№ 11491/1

О методическом обеспечении государственной итоговой аттестации в 2023 году (МК.3005.\*)

В соответствии с приказом от 30.08.2018 №8577/1 «Об утверждении Правил обучения по программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, программам ординатуры, реализуемым в Санкт-Петербургском государственном университете», приказом от 03.07.2018 № 6616/1 «Об утверждении форм программ государственной итоговой аттестации» (с последующими изменениями и дополнениями) и в целях методического обеспечения государственной итоговой аттестации по основным образовательным программам в 2023 году

### ПРИКАЗЫВАЮ:

1. Утвердить программу государственной итоговой аттестации в форме государственного экзамена по основной образовательной программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре МК.3005.\* «Математическая кибернетика» направления 02.06.01 «Компьютерные и информационные науки» (Приложение № 1).

2. Утвердить программу государственной итоговой аттестации в форме выпускной квалификационной работы по основной образовательной программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре МК.3005.\* «Математическая кибернетика» направления 02.06.01 «Компьютерные и информационные науки» (Приложение № 2).

3. Начальнику Управления маркетинга и медиа коммуникаций Шишмакову Д.Э. обеспечить размещение настоящего приказа на сайте СПбГУ в разделе «Методическое обеспечение государственной итоговой аттестации в 2023 году» (<https://edu.spbu.ru/gia/16-normativnye-akty/384-metodicheskoe-obespechenie-gosudarstvennoj-itogovoj-attestatsii-v-2023-godu.html>) не позднее одного рабочего дня с даты издания настоящего приказа.

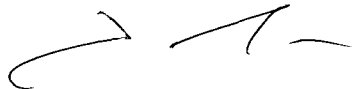
4. За разъяснением содержания настоящего приказа обращаться посредством сервиса «Виртуальная приемная» на портале СПбГУ к проректору по учебно-методической работе.

5. Предложения по изменению и/или дополнению настоящего приказа направлять на адрес электронной почты [org@spbu.ru](mailto:org@spbu.ru).

6. Контроль за исполнением настоящего приказа оставляю за собой.

Основание: протокол заседания учебно-методической комиссии по УГСН 02.00.00 Компьютерные и информационные науки от 30.09.2022 № 05/2.1/02-03-9.

Проректор по  
учебно-методической работе



Э.А.Зелетдинова

Приложение №1

УТВЕРЖДЕНА

приказом от 07.11.2022 № 11791/1

**Программа государственной итоговой аттестации  
в форме государственного экзамена  
по специальностям 01.01.07 «Вычислительная математика», 01.01.09  
«Дискретная математика и математическая кибернетика», 05.13.01 «Системный  
анализ, управление и обработка информации», 05.13.18 «Математическое  
моделирование, численные методы и комплексы программ»  
(образовательная программа МК.3005.19 «Математическая кибернетика» по  
направлению подготовки 02.06.01 «Компьютерные и информационные науки»)  
уровень образования подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре**

**1. Общие положения:**

1.1. Государственный экзамен в соответствии с требованиями действующего образовательного стандарта проводится для проверки выполнения государственных требований к уровню и содержанию подготовки выпускников и уровня их подготовленности к решению как теоретических, так и практических профессиональных задач.

1.2. Целью государственного экзамена является определение уровня подготовленности выпускников и проверка сформированности компетенций, предусмотренных учебным планом основной образовательной программы в соответствии с требованиями действующего образовательного стандарта.

1.3. Объем государственной итоговой аттестации, учебный период и сроки государственной итоговой аттестации указаны в актуальном учебном плане и календарном учебном графике.

1.4. Язык проведения государственного экзамена: русский.

**2. Перечень примерных вопросов, выносимых на государственный экзамен,  
оценочные средства (виды и примеры контрольных заданий)**

2.1. Перечень примерных вопросов, выносимых на государственный экзамен:  
Экзамен сдается по выбору одной из перечисленных выше специальностей.

**Компьютерные и информационные науки. Вычислительная математика**

**1. Функциональный анализ**

1. Метрические, нормированные, гильбертовы пространства.
2. Линейные функционалы и операторы. Непрерывные линейные операторы. Норма и спектральный радиус оператора.
3. Линейные функционалы. Сопряженное пространство. Теорема Банаха—Штейнгауза и ее приложения. Теорема Рисса о представлении линейного ограниченного функционала (для гильбертова пространства).

## 2. Задачи математической физики

1. Основные уравнения математической физики; постановки задач. Корректно и некорректно поставленные задачи.
2. Обобщенное решение краевых задач для эллиптических уравнений.. Фундаментальное решение и функция Грина для уравнения Лапласа.
3. Задача Коши. Задача Коши для уравнения теплопроводности и уравнения колебаний

## 3. Численные методы

1. Прямые и итерационные методы решения систем линейных уравнений с полными матрицами и матрицами специального вида. Чебышевские одношаговые итерационные методы.
2. Общие свойства систем ортогональных многочленов. Многочлены Лежандра и Чебышева; их свойства и приложения. Интерполяция нелокальными и локальными сплайнами.
3. Интерполяционные многочлены. Выбор узлов интерполяции.
4. Быстрое дискретное преобразование Фурье.
5. Численное интегрирование. Интерполяционные квадратурные формулы. Квадратурные формулы типа Гаусса.
6. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений. Численные методы решения задачи Коши и краевых задач. Оценка погрешности, сходимость и устойчивость.
7. Разностные и вариационно-разностные методы решения уравнений математической физики. Основные понятия (аппроксимация, устойчивость, сходимость).
8. Методы решения сеточных уравнений. Прямые методы (прогонки, быстрого дискретного преобразования Фурье, циклической редукции).

## 4. Элементы математической статистики

1. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость.
2. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов.
3. Элементы теории случайных процессов.
4. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез.
5. Элементы многомерного статистического анализа.

## 5. Решение экстремальных задач

1. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум.
2. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимакс.
3. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.

## 6. Дискретная оптимизация

1. Целочисленное линейное программирование (метод Гомори, свойства унимодулярности матрицы ограничений).
2. Метод ветвей и границ (на примере задач целочисленного или булева линейного программирования).
3. Временная сложность решения задач дискретной оптимизации. Основные классы сложности ( $P$ ,  $NP$ ,  $NPC$ ).
4.  $NP$ -трудные задачи (задача о рюкзаке, задача коммивояжера).

## 7. Теория кодирования

1. Алфавитное кодирование. Критерии однозначности декодирования. Неравенство Крафта—Макмиллана.
2. Оптимальное кодирование. Построение кодов с минимальной избыточностью.
3. Самокорректирующиеся коды. Граница упаковки. Коды Хемминга, исправляющие единичную ошибку.
4. Конечные поля и их основные свойства.
5. Коды Боуза—Чоудхури—Хоквингема.

## Компьютерные и информационные науки. Дискретная математика и математическая кибернетика

### 1. Математическое программирование

1. Теоремы о достижении нижней грани функции (функционала) на множестве (в  $E^N$ , в метрических пространствах, в гильбертовых пространствах).
2. Выпуклые множества, выпуклые функции, сильно выпуклые функции, их свойства.
3. Критерии оптимальности в гладких выпуклых задачах минимизации.
4. Правило множителей Лагранжа.
5. Теорема Куна-Таккера, двойственная задача, ее свойства.
6. Метод проекции градиента (в  $E^n$ , в гильбертовом пространстве).
7. Метод Ньютона.
8. Метод покоординатного спуска.
9. Метод штрафных функций.
10. Метод барьерных функций.
11. Метод динамического программирования.
12. Устойчивость задач оптимизации. Метод стабилизации (регуляризация по Тихонову).
13. Линейное программирование. Симплекс-метод. Двойственные задачи линейного программирования.
14. Дискретная оптимизация.
15. Целочисленное линейное программирование (метод Гомори, свойства унимодулярности матрицы ограничений).
16. Метод ветвей и границ (на примере задач целочисленного или булева линейного программирования).

### 2. Исследование операций, теория игр

1. Антагонистические игры. Матричные игры, теорема о минимаксе.

2. Выпукло-вогнутые антагонистические игры. Теорема существования седловой точки.
3. Бескоалиционные игры  $n$  лиц. Равновесие по Нэшу.
4. Принцип гарантированного результата. Минимаксные задачи.
5. Многокритериальная оптимизация. Оптимальность по Парето. Лексикографический подход.
6. Кооперативные игры (с-ядро, вектор Шепли).
7. Иерархические игры.
8. Потоки в сетях (теорема Форда-Фалкерсона, задача и алгоритмы поиска кратчайшего пути в графе, задача составления расписаний, транспортная задача).

### **3. Оптимальное, линейное и нелинейное управление**

1. Постановка задач оптимального управления, их классификация.
2. Принцип максимума Понтрягина. Краевая задача принципа максимума.
3. Линейная задача быстрогодействия, ее свойства (существование решения, число переключений).
4. Принцип максимума и вариационное исчисление.
5. Управляемость и наблюдаемость в линейных системах, их взаимосвязь (взаимодвойственность). Теоремы Калмана, Красовского.
6. Стабилизация нелинейных систем. Метод скоростного градиента
7. Метод динамической регуляризации в задаче наблюдения.
8. Дифференциальные игры.

### **4. Математическое моделирование кибернетических систем**

1. Методология математического моделирования.
2. Классификация моделей систем (Статические и динамические модели; дискретные и непрерывные модели, детерминированные и стохастические модели).
3. Модели состояния и линеаризация моделей.
4. Нечеткие множества и лингвистические переменные. Нечеткие числа.
5. Устойчивость и неустойчивость. Диссипативность и пассивность систем.
6. Хаотические системы. Критерии хаоса. Показатели Ляпунова.
7. Сетевые модели систем. Синхронизация, консенсус, роение.

### **5. Функциональный анализ**

1. Метрические, нормированные, гильбертовы пространства. Метрические пространства. Непрерывные отображения. Компактные множества.
2. Принцип сжатых отображений, методы последовательных приближений и их приложения. Линейные, нормированные, банаховы и гильбертовы пространства
3. Сильная и слабая сходимости. Задача о наилучшем приближении. Наилучшее равномерное приближение. Минимальное свойство коэффициентов Фурье.
4. Линейные функционалы и операторы. Непрерывные линейные операторы. Норма и спектральный радиус оператора.
5. Сходимость операторов; ряд Неймана и условия его сходимости. Теоремы о существовании обратного оператора. Мера обусловленности линейного

оператора и ее применение при замене точного уравнения (решения) приближенным.

6. Линейные функционалы. Сопряженное пространство. Теорема Банаха-Штейнгауза и ее приложения. Теорема Рисса о представлении линейного ограниченного функционала (для гильбертова пространства). Спектр оператора. Сопряженные, симметричные, самосопряженные, положительно определенные, вполне непрерывные операторы и их спектральные свойства. Вариационные методы минимизации квадратичных функционалов, решения уравнений и нахождения собственных значений (методы Ритца, Бубнова-Галеркина, наименьших квадратов).
7. Дифференцирование нелинейных операторов, производные Фреше и Гато. Метод Ньютона, его сходимости и применение.
8. Пространства функций  $C$ ,  $L_2$ ,  $L_p$ ,  $W^1_p$ . Обобщенная производная.

## 6. Численные методы

1. Численные методы алгебры. Прямые и итерационные методы решения систем линейных уравнений с полными матрицами и матрицами специального вида. Одношаговые итерационные методы.
2. Чебышевские одношаговые итерационные методы. Оптимальный набор чебышевских параметров и вычислительная устойчивость. Трехчленные (двухшаговые) чебышевские итерационные методы. Методы спуска и метод сопряженных градиентов.
3. Приближение функций. Общие свойства систем ортогональных многочленов. Многочлены Лежандра и Чебышева; их свойства и приложения. Интерполяционные многочлены. Выбор узлов интерполяции.
4. Быстрое дискретное преобразование Фурье. Интерполяция нелокальными и локальными сплайнами.
5. Численное интегрирование. Интерполяционные квадратурные формулы. Задача оптимизации квадратуры. Квадратурные формулы типа Гаусса. Многомерные квадратурные формулы. Понятие о методе Монте-Карло. Интегрирование сильно осциллирующих функций.
6. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений. Численные методы решения задачи Коши и краевых задач. Оценка погрешности, сходимости и устойчивости. Методы прогонки и стрельбы. Разностные схемы для решения дифференциальных уравнений с разрывными коэффициентами. Понятие о жестких системах обыкновенных дифференциальных уравнений и методах их решения.
7. Разностные и вариационно-разностные методы решения уравнений математической физики. Основные понятия (аппроксимация, устойчивость, сходимости). Методы построения разностных схем (метод сеток, интегроинтерполяционный метод, метод аппроксимации интегральных тождеств, вариационно-разностные и проекционно-разностные методы, метод Галеркина, метод конечных элементов, метод аппроксимации квадратичного функционала); их применение к решению краевых и начально-краевых задач для эллиптических, параболических и гиперболических уравнений. Оценка порядка

аппроксимации и сходимости. Двухслойные и трехслойные схемы; их устойчивость.

8. Методы решения сеточных уравнений. Прямые методы (прогонки, быстрого дискретного преобразования Фурье, циклической редукции). Метод последовательной верхней релаксации, неявные схемы с эквивалентными по спектру операторами, попеременно-треугольный метод. Методы расщепления и переменных направлений. Понятие о методе Федоренко. Оценки скорости сходимости.

## **7. Адаптивные системы и машинное обучение**

1. Примеры адаптивных систем.
2. Адаптивные системы распознавания и классификации.
3. Прямой и идентификационный подходы к адаптивному управлению.
4. Методы рекуррентного оценивания. Метод стохастической аппроксимации
5. Метод рекуррентных целевых неравенств В.А.Якубовича
6. Ляпуновские методы адаптивного управления.
7. Оптимальное адаптивное управление при ограниченных помехах.
8. Оптимальное адаптивное управление при случайных помехах.
9. Адаптивное управление с явной и неявной эталонной моделью.
10. Примеры задач машинного обучения.
11. Байесовские сети. Условная независимость величин в байесовской сети.
12. Оценка апостериорного распределения случайных величин в байесовской сети.
13. Восстановление условных вероятностей в байесовской сети по имеющимся наблюдениям.
14. Восстановление структуры байесовской сети.
15. Алгоритм прямого-обратного хода. Алгоритм Витерби. Алгоритм Баума-Велша.
16. Скрытые марковские модели в машинном обучении.

## **8. Комбинаторный анализ и теория графов**

1. Основные комбинаторные числа.
2. Оценки и асимптотики для комбинаторных чисел.
3. Графы и сети. Оценки числа графов и сетей различных типов.
4. Плоские и планарные графы. Формула Эйлера для плоских графов. Необходимые условия планарности в теореме Понтрягина-Куратовского (без доказательства достаточности).
5. Экстремальная теория графов. Теорема Турана.
6. Теорема Рамсея.

## **9. Теория кодирования**

1. Алфавитное кодирование. Критерии однозначности декодирования. Неравенство Крафта-Макмиллана.
2. Оптимальное кодирование. Построение кодов с минимальной избыточностью.
3. Самокорректирующиеся коды. Граница упаковки. Коды Хемминга, исправляющие единичную ошибку.
4. Конечные поля и их основные свойства.
5. Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема.



## **10. Сетевые и мультиагентные системы**

1. Задачи и методы сетевого управления. Математические модели сетевого управления. Базовые результаты: теоремы Факса — Мюррея, Рена — Берда, Олфати-Сабера, Чена.
2. Синхронизация в сетях линейных агентов с обратными связями по выходам. Условия достижения цели управления в случае сбалансированного информационного графа. Условия достижения цели управления в случае несбалансированного информационного графа. Условия достижения цели управления в случае неориентированного информационного графа.
3. Сходимость непрерывных консенсусных алгоритмов с двунаправленным взаимодействием. Консенсусные протоколы с переменной топологией и условия их сходимости. Необходимое и достаточное условие консенсуса при двунаправленном графе. Точная дискретизация и условие Моро.
4. Синхронизация в сетях с информационными ограничениями. Процедуры кодирования. Синхронизация систем на основе наблюдателей. Управляемая синхронизация нелинейных систем через цифровой канал связи. Управляемая синхронизация сетей. Примеры: Синхронизация хаотических систем Чуа
5. Приближенный консенсус в стохастических динамических сетях с неполной информацией и задержками в измерениях. Протокол локального голосования и консенсус. Анализ динамики замкнутой системы. Метод непрерывных моделей.
6. Управление балансировкой загрузки в вычислительных сетях.
7. Киберфизические системы и интернет вещей.
8. Нейронные сети и интеллектуальные системы в управлении

## **Компьютерные и информационные науки. Системный анализ, управление и обработка информации**

### **1. Основные понятия и задачи системного анализа.**

1. Понятия о системном подходе, системном анализе. Задачи системного анализа.
2. Системы и закономерности их функционирования и развития.
3. Управляемость, достижимость, устойчивость.
4. Свойства системы: целостность и связность, структура, организация, интегрированные качества.

### **2. Модели и методы принятия решений.**

1. Постановка задач принятия решений. Классификация задач принятия решений.
2. Экспертные процедуры. Модели систем. Методы многокритериальной оценки альтернатив.
3. Принятие решений в условиях неопределенности. Принятие коллективных решений.
4. Модели и методы принятия решений при нечеткой информации.
5. Игра как модель конфликтной ситуации. Классификация игр. Нахождение оптимальных стратегий. Сведение игры к задаче линейного программирования.

### **3. Оптимизация и математическое программирование.**

1. Оптимизационный подход к проблемам управления и принятия решений.

2. Постановка задачи линейного программирования. Методы решения. Двойственные задачи.
3. Выпуклые функции и их свойства. Постановка задачи выпуклого программирования. Линейное программирование как частный случай выпуклого. Понятие о негладкой выпуклой оптимизации. Субдифференциал.
4. Классификация методов безусловной оптимизации.
5. Основные подходы к решению задач с ограничениями.
6. Задачи стохастического программирования.
7. Методы и задачи дискретного программирования.

#### **4. Основы теории управления.**

1. Основные понятия теории управления: цели и принципы управления, динамические системы. Классификация систем управления.
2. Устойчивость в управляемых системах. Устойчивость линейных стационарных систем, критерии устойчивости.
3. Построение программных управлений. Дуальность управляемости и наблюдаемости
4. Методы синтеза обратной связи.
5. Управление при действии возмущений.
6. Дискретные задачи управления.
7. Устойчивость дискретных систем.
8. Управление системами с последействием.
9. Критерии качества в задачах управления. Задачи оптимизации.
10. Принцип максимума Л.С. Понтрягина
11. Достаточные условия оптимальности. Принцип Беллмана.
12.  $H^2$  - и  $H^\infty$  -стабилизация. Minimax-стабилизация.
13. Эвристические методы стабилизации: нейросети, размытые множества, интеллектуальное управление.

#### **5. Компьютерные технологии обработки информации.**

1. Определение и общая классификация видов информационных технологий.
2. Программно-технические средства реализации современных офисных технологий. Стандарты пользовательских интерфейсов.
3. Создание и обработка текстовых файлов и документов с использованием текстовых редакторов и процессоров.
4. Программные средства создания графических объектов, графические процессоры (векторная и растровая графика).
5. Понятие информационной системы, банки и базы данных. Логическая и физическая организация баз данных.
6. Языки программирования в СУБД, их классификация и особенности. Стандартный язык баз данных SQL.
7. Основные сетевые концепции. Глобальные, территориальные и локальные сети.
8. Среда передачи данных. Преобразование сообщений в электрические сигналы, их виды и параметры. Проводные и беспроводные каналы передачи данных.
9. Локальные сети. Протоколы, базовые схемы пакетов сообщений и топологии локальных сетей.

10. Глобальные сети. Основные понятия и определения. Принципы межсетевого взаимодействия и организации пользовательского доступа. Методы и средства защиты информации в сетях. Обзор и сравнительный анализ популярных семейств сетевых ОС.
11. Принципы функционирования Internet, типовые информационные объекты и ресурсы. Ключевые аспекты WWW-технологии.

### **Компьютерные и информационные науки. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ**

#### **1. Элементы теории функций и функционального анализа.**

1. Понятие меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства.
2. Пространства интегрируемых функций. Пространства Соболева.
3. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана—Банаха.
4. Линейные операторы. Элементы спектральной теории. Дифференциальные и интегральные операторы.

#### **2. Экстремальные задачи. Выпуклый анализ.**

1. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум.
2. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование.
3. Задачи на минимакс. Основы вариационного исчисления.
4. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.

#### **3. Численные методы.**

1. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей.
2. Численное дифференцирование и интегрирование.
3. Численные методы поиска экстремума.
4. Вычислительные методы линейной алгебры.
5. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений.
6. Сплайн-аппроксимация, интерполяция.
7. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа.

#### **4. Теория вероятностей.**

1. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность.
2. Независимость. Случайные величины и векторы.
3. Элементы корреляционной теории случайных векторов.
4. Элементы теории случайных процессов.

#### **5. Математическая статистика и статистическое моделирование**

1. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения.
2. Элементы теории проверки статистических гипотез.
3. Элементы многомерного статистического анализа.
4. Основные понятия теории статистических решений.

5. Методы построения оценок. Метод наименьших квадратов. Метод максимального правдоподобия. Численные методы нахождения оценок. EM-алгоритм.
6. Многомерный статистический анализ. Анализ главных компонент. Дискриминантный анализ. Кластерный анализ.
7. Методы анализа временных рядов. Методы нахождения тренда. Модель ARIMA.
8. Методы Монте-Карло для вычисления интегралов. Методы уменьшения дисперсии.
8. Методы Монте-Карло для решения интегральных уравнений. Прямые и обратные схемы.
9. Задачи планирования эксперимента. Построение оптимальных планов

#### **6. Моделирование.**

1. Моделирование распределений.
2. Метод Монте-Карло.
3. Имитационное моделирование.
4. Математические модели в механике, небесной механике, гидродинамике, электродинамике.
5. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей.
6. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.
7. Модели динамических систем. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Уравнения в частных производных.

#### **7. Алгоритмические языки.**

1. Представление о языках программирования высокого уровня.
2. Пакеты прикладных программ.

#### **8. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта.**

1. Автоматизация проектирования.
2. Искусственный интеллект.
3. Распознавание образов.

2.2. Государственный экзамен может включать следующие виды контрольных заданий:

Экзамен проводится в письменной форме по билетам. Билет состоит из четырех вопросов.

2.3. Примеры контрольных заданий:

Устный ответ на вопросы из списка программы кандидатского экзамена по специальности (см. раздел 2.1).

#### **Рекомендации обучающимся по подготовке к государственному экзамену, перечень литературы для подготовки к государственному экзамену**

3.1. Рекомендации обучающимся по подготовке к государственному экзамену:

- Основной акцент по освоению дисциплины делается на самостоятельную работу обучающихся.
- Обучающийся самостоятельно готовится к экзамену, используя для подготовки материалы, приведенные в списке литературы.
- Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса.
- Взаимодействие между преподавателем и студентом осуществляется в форме консультаций.

### 3.2. Перечень литературы и электронных библиотечно-информационных ресурсов для подготовки к государственному экзамену

Экзамен сдается по выбору одной из перечисленных выше направленностей.

Далее приводится перечень литературы для каждой из них.

#### **Компьютерные и информационные науки. Вычислительная математика**

1. Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.В. Вычислительные методы. Издательство «Лань», 2014.
2. Даугавет И.К. Теория приближённых методов. Линейные уравнения. СПб., 2006.
3. Адамс Р.А. Пространства Соболева. – Новосибирск, Тамара Рожковская, 2009.
5. Бирман М.Ш., Соломяк М.З. Спектральная теория самосопряженных операторов в гильбертовом пространстве. Изд. второе. – СПб.: Лань, 2010.
6. Ильин А.М., Данилин А.Р. Асимптотические методы в анализе. – М.: Физматлит, 2009.
7. Смирнов В.И. Курс высшей математики, т. 3, часть вторая. – СПб: БХВ-Петербург, 2010.
8. Боровков А.А. Математическая статистика. Изд. М:Физматлит, 2007.

#### **Компьютерные и информационные науки. Дискретная математика и математическая кибернетика**

1. Проблемы сетевого управления (под.ред. А.Л.Фрадкова). Москва-Ижевск: ИКИ, 2015.
2. Гелиг А. Х., Матвеев А. С. Введение в математическую теорию обучаемых распознающих систем и нейронных сетей. СПб: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 2014.
3. Филиппов С.А. Уроки робототехники. Конструкция. Движение. Управление. «Лаборатория знаний», 2017.
4. Зенкевич Н., Петросян Л., Шевкопляс Е.. Теория игр. БХВ-Петербург, 2012.
5. Song Fang Jie Chen Hideaki Ishii. Towards Integrating Control and Information Theories. From Information-Theoretic Measures to Control Performance Limitations. Lecture Notes in Control and Information Sciences book series (LNCIS, volume 465), Springer, 2017.
6. Rayes, Ammar., Samer, Salam. Internet of Things From Hype to Reality The Road to Digitization. Springer, 2017.

7. Zgurovsky, Mikhail Z., Zaychenko, Yuriy P The Fundamentals of Computational Intelligence: System Approach. Springer, 2017.
8. Hakansson, Anne, Hartung, Ronald (Eds.) Agent and Multi-Agent Systems in Distributed Systems - Digital Economy. and E-Commerce. Springer, 2013.
9. Manfredi, Sabato Multilayer Control of Networked Cyber-Physical Systems Application to Monitoring, Autonomous and Robot Systems. Springer, 2017.
10. Таха Х.А. Введение в исследование операций. М.: Издательский дом "Вильямс", 2016. - 912 с.

**Компьютерные и информационные науки. Системный анализ, управление и обработка информации**

1. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. М. : Дрофа, 2004. - 208 с.
2. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. М.: Логос, 2000.
3. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений. М.: Мир, 1990.
4. Рыков А.С. Методы системного анализа: Многокритериальная и нечеткая оптимизация, моделирование и экспертные оценки. М.: Экономика, 1999.
5. Черноруцкий И.Г. Методы оптимизации. Компьютерные технологии. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. 370 с.
6. Васильев Ф. П. Численные методы решения экстремальных задач. М.: Наука, 1980. 520 с.
7. Емельянов С.В., Коровин С.К. Новые типы обратной связи. Управление при неопределенности. М.: Наука, 1997.
8. Зубов В.И. Лекции по теории управления. СПб.: Лань, 2009. 496 с.
9. Попов Е.Н. Теория нелинейных систем автоматического управления. М.: Наука, 1988.
10. Охорзин В. А. Теория управления: учебник / В. А. Охорзин, К. В. Сафонов. СПб.: Лань, 2014. 224 с.
11. Кузнецов С. Д. Базы данных: учебник / С. Д. Кузнецов. М.: Издательский центр "Академия", 2012. 491 с.

**Компьютерные и информационные науки. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ**

1. Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.В. Вычислительные методы. Издательство «Лань», 2014.
2. Даугавет И.К. Теория приближённых методов. Линейные уравнения. СПб., БХВ-Петербург, 2006.
3. Бирман М.Ш., Соломяк М.З. Спектральная теория самосопряженных операторов в гильбертовом пространстве. Изд. второе. – СПб: Лань, 2010.
4. Боровков А.А. Теория вероятностей. М: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2009.
5. Лагутин М.Б.. Наглядная математическая статистика. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013.
6. Ермаков С.М. Метод Монте-Карло в вычислительной математике. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний; СПб: Невский диалект, 2009.
7. Владимирова Л.В., Овсянников Д.А., Рубцова И.Д. Методы Монте-Карло в прикладных задачах. СПб: ВВМ. 2015.

#### 4. Методика и критерии оценки государственного экзамена

##### 4.1. Форма проведения государственного экзамена:

- Устная     Письменная     Устно-письменная     С применением компьютера

##### 4.2. Продолжительность государственного экзамена:

На подготовку ответа аспиранту дается не более 2 часов (астрономических).

##### 4.3. Методика и критерии оценки государственного экзамена:

###### Критерии оценивания экзамена:

- знание определений, математических понятий, формулировок и доказательств утверждений
- знание фактического материала
- владение необходимым математическим аппаратом
- умение применять имеющиеся теоретические знания при решении задач
- критическое и самостоятельное изложение материала
- способность отвечать на дополнительные вопросы по программе экзамена.

###### Система оценивания государственного экзамена:

Оценка «отлично» выставляется в том случае, если:

- дан исчерпывающий ответ на поставленные вопросы билета
- даны ответы на дополнительные вопросы
- продемонстрировано наличие глубоких знаний в рамках программы экзамена
- безошибочно использован математический аппарат
- решены поставленные задачи.

Оценка «хорошо»:

- дан достаточно полный ответ на поставленные вопросы билета
- даны ответы на большую часть дополнительных вопросов
- продемонстрировано наличие полных знаний в рамках программы экзамена
- в целом верно использован математический аппарат
- поставленные задачи решены частично.

Оценка «удовлетворительно»:

- дан ответ на поставленные вопросы билета
- даны ответы на отдельные дополнительные вопросы
- продемонстрировано наличие знаний в рамках программы экзамена
- использование математического аппарата содержит неточности
- поставленные задачи решены лишь в целом.

Оценка «неудовлетворительно»:

- не дан ответ на поставленные вопросы билета
- не даны ответы ни на один дополнительный вопрос
- продемонстрирована недостаточность знаний в рамках программы экзамена
- использование математического аппарата содержит грубые ошибки
- поставленные задачи не решены.

Общая оценка за экзамен выставляется по следующим правилам. Оценка «отлично» выставляется в случае, если ответы на все вопросы оценены на отлично, либо один вопрос оценен на «хорошо». Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если имеется хотя бы одна оценка «неудовлетворительно» за ответ на один из вопросов. Оценка «удовлетворительно» выставляется, если имеется более двух оценок удовлетворительно. В остальных случаях выставляется оценка «хорошо».

### **5. Процедура проведения государственного экзамена**

5.1. Государственная итоговая аттестация для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья проводится с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

5.2. Проведение государственного экзамена осуществляется в соответствии с Правилами обучения в СПбГУ.

5.3. В ситуации крайней необходимости в целях защиты жизни и здоровья обучающихся, научно-педагогических работников и сотрудников, обеспечивающих проведение государственной итоговой аттестации, по решению уполномоченного должностного лица государственная итоговая аттестация может быть проводится исключительно с применением дистанционных технологий.



Приложение №2

УТВЕРЖДЕНА

приказом от 07.11.2022 № 11491/1

**Программа государственной итоговой аттестации  
в форме защиты выпускной квалификационной работы  
по направлению подготовки 02.06.01 «Компьютерные и информационные науки»  
основной образовательной программы  
МК.3005.\* «Математическая кибернетика»  
уровень образования: подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре**

### 1. Общие положения

1.1. Выпускная квалификационная работа (далее – ВКР) представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний, либо в которой изложены научно-обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение, и демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности.

1.2. ВКР является самостоятельным исследованием обучающегося, выполненным под руководством назначенного ему научного руководителя, в соответствии с установленными требованиями. ВКР может быть представлена в виде научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

1.3. Требования к научному докладу, порядок его подготовки и представления и критерии его оценки определяются программой государственной итоговой аттестации с учетом «ГОСТ Р 7.0.11-2011. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления» (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 13.12.2011 № 811-ст).

1.4. Объем государственной итоговой аттестации, учебный период и сроки государственной итоговой аттестации указаны в актуальном учебном плане и календарном учебном графике.

1.5. Язык подготовки и защиты ВКР: язык реализации образовательной программы.

### 2. Требования к структуре и содержанию ВКР

2.1. При подготовке ВКР аспирантом могут быть привлечены материалы выполненных им ранее работ, исследований, осуществленных за время обучения в рамках научно-исследовательской работы, а также материалы, собранные, экспериментально апробированные и систематизированные во время педагогических и учебных практик в образовательных и профильных учреждениях.

2.2. ВКР может быть связана с разработкой конкретных теоретических или

экспериментальных вопросов, являющихся частью научно-исследовательских, учебно-методических, экспериментальных и других работ. В этом случае в работе обязательно должен быть отражен личный вклад автора в работу научного коллектива.

2.3. ВКР должна свидетельствовать:

- 2.3.1. Об умении выпускника применять полученные профессиональные знания, умения и навыки в практической деятельности;
- 2.3.2. О степени овладения им специальной литературой;
- 2.3.3. О способности анализировать профессиональный материал и результаты его применения;
- 2.3.4. О возможности решать конкретные задачи профессиональной деятельности;
- 2.3.5. О навыках формулировать свою позицию по дискуссионным проблемам и отстаивать ее, разрабатывать рекомендации по совершенствованию профессиональной деятельности;
- 2.3.6. Об индивидуальности авторского подхода к научному освещению проблемы, оценкам существующих мнений и оформлению результатов проведенного исследования.

2.4. Последовательность подготовки ВКР:

- 2.4.1. Выбор темы, ее обсуждение с руководителем научной работы;
- 2.4.2. Сбор материала по избранной проблеме, его анализ;
- 2.4.3. Составление плана (содержания) работы, согласование его с научным руководителем;
- 2.4.4. Осуществление опытно-экспериментальных мероприятий;
- 2.4.5. Написание текста;
- 2.4.6. Ознакомление научного руководителя с содержанием работы, доработка ее согласно высказанным замечаниям;
- 2.4.7. Оформление текста в соответствии с требованиями, предъявляемыми к выпускным квалификационным работам;
- 2.4.8. Передача работы на отзыв научному руководителю;
- 2.4.9. Представление работы на рецензирование;
- 2.4.10. Защита выпускной квалификационной работы перед Государственной экзаменационной комиссией (ГЭК).

2.5. Содержание выпускной квалификационной работы должно соответствовать направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

2.6. Изложение материала должно быть ясным и логически последовательным, формулировки – точными и конкретными, выводы – обоснованными, аргументация – убедительной.

2.7. Структура работы должна дать возможность любому специалисту из любой смежной области понять содержание данной работы и оценить уровень её выполнения по различным признакам, в том числе и косвенным. В связи с этим рекомендуется включение в работу следующих разделов:

- 2.7.1. Введение, где автор описывает место данной предметной области в общей научной картине мира, обосновывает актуальность рассматриваемой темы, степень ее разработанности, характеризует объект и предмет исследования, раскрывает цель и задачи работы, теоретическую и практическую значимость работы, описывает решаемую задачу на языке,

понятном специалисту из любой смежной области. Здесь же могут быть введены понятия и результаты, необходимые для понимания основной части текста.

2.7.2. Постановка задачи. Здесь решаемая задача должна быть четко сформулирована в терминах данной предметной области. Должны быть описаны требования к ожидаемому решению и методы его верификации.

2.7.3. Обзор литературы. В этом разделе автор работы должен продемонстрировать широту и глубину своих знаний публикаций, релевантных решаемой задаче. Желательно, чтобы список литературы охватывал важнейшие публикации в данной области, как классические, так и современные, как на русском, так и на английском языке. Автор должен иметь в виду, что как рецензент, так и член ГЭК могут задать вопросы, связанные с характеристикой, данной в ВКР любой работе, упомянутой в списке литературы. Важный момент заключается в том, что обзор литературы должен носить аналитический характер. Автор должен высказывать свое мнение относительно упомянутых работ, степень использования каждой работы при подготовке собственной ВКР.

2.7.4. Основная часть. Содержание и структура основной части во многом зависят от типа работы, и будут более подробно описаны в разделе «Типы ВКР».

2.7.5. Выводы. Здесь автор должен перечислить полученные результаты и критически их охарактеризовать, отмечая, насколько полно была решена поставленная задача. В случае, если задача была решена не полностью, автор должен указать причины и предполагаемые способы решения выявленных проблем в будущем.

2.7.6. Заключение. Дается краткое описание полученных результатов, понятное любому специалисту из смежных областей, и рекомендации по использованию результатов исследования в практической деятельности.

### **3. Требования к порядку выполнения и оформления ВКР**

3.1. Требованиям при подготовке ВКР в соответствии с общепринятыми этическими и правовыми нормами является добросовестное цитирование. Выполнение данного требования отражается в отзыве научного руководителя ВКР на основании результатов проверки ВКР на объем заимствования, в т.ч. содержательного выявления неправомерных заимствований.

3.2. Титульный лист ВКР оформляется в соответствии с формой титульного листа утвержденной приказом проректора по учебно-методической работе от 03.07.2018 №6616/1 «Об утверждении формы программы государственной итоговой аттестации».

3.3. Содержание ВКР должно быть оформлено по следующему образцу:

#### **Содержание**

Введение .....	
Постановка задачи .....	

Обзор литературы .....	
Глава 1. Название главы .....	
1.1. Название параграфа .....	
1.2. Название параграфа .....	
1.3. Название параграфа .....	
Глава 2. Название главы .....	
2.1. Название параграфа .....	
2.2. Название параграфа .....	
2.3. Название параграфа .....	
Глава 3. Название главы .....	
3.1. Название параграфа .....	
3.2. Название параграфа .....	
3.3. Название параграфа .....	
Выводы .....	
Заключение .....	
Список литературы .....	
Приложение .....	
3.4. Текст ВКР должен быть оформлен в соответствии со следующими требованиями:	
3.4.1. Формат бумаги: А4.	
3.4.2. Поля: верхнее – 2 см, нижнее – 2 см, левое – 3 см, правое – 1.5 см.	
3.4.3. Нумерация страниц должна быть сквозной и включать титульный лист и приложения. Страницы нумеруются арабскими цифрами, на титульном листе номер страницы не указывается.	
3.4.4. Межстрочный интервал: 1.5 строки.	
3.4.5. Абзацный отступ. Первая строка каждого абзаца должна иметь абзацный отступ 1.25 см.	
3.4.6. Выравнивание основного текста по ширине поля.	
3.4.7. Гарнитура шрифта. Основной текст ВКР оформляется одним шрифтом, например «Times New Roman». Названия заголовков могут оформляться другим шрифтом. Возможно оформление другим шрифтом вставок программных кодов, цитат и др.	
3.4.8. Кегль: основной текст – 14 пт, названия параграфов – 16 пт, названия глав – 18 пт, текст в таблице, подписи к рисункам, таблицам – 12 пт.	
3.4.9. При подготовке текста, иллюстраций и таблиц необходимо обеспечивать равномерную контрастность и четкость их изображения независимо от способа выполнения. Допускаются только четкие рисунки (черно-белые или цветные), выполненные средствами	

компьютерной графики или сканированные. Ширина рисунка не должна быть больше полосы набора текста. Обозначения на рисунках должны четко читаться. Все рисунки должны быть пронумерованы сквозной нумерацией или привязаны к главам (Рис. 1.1 или Рис. 1) и иметь подрисуночные подписи. Ссылки на рисунки в тексте обязательны.

- 3.4.10. Оформление формул. Одиночные формулы располагаются по центру строки. Номера формул выравнены по правому краю. Нумерация формул только тех, на которые есть ссылка в тексте.
- 3.4.11. Список цитируемой литературы. Литературу в списке следует расположить в алфавитно-хронологическом порядке (если есть ссылка на работы одного автора, то первой будет та, которая вышла раньше) или в порядке упоминания в тексте. В список литературы включаются только издания, на которые есть ссылки в тексте. Ссылки в тексте на источник – в квадратных скобках в строгом соответствии с библиографическим списком. Сведения об источниках приводятся в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1–2003, ГОСТ 7.0.5-2008, ГОСТ 7.82 - 2001.

#### **4. Методика и критерии оценки ВКР**

4.1. Типы ВКР. Выпускная работа может относиться к любому из следующих типов или их комбинации:

- 4.1.1. Теоретическая работа. Основным содержанием данной работы может быть:
- 4.1.1.1. Формулировка и доказательство новых теоретических результатов;
  - 4.1.1.2. Построение новых моделей и оценка точности моделирования;
  - 4.1.1.3. Разработка новых или модификация известных вычислительных алгоритмов и оценка их эффективности;
  - 4.1.1.4. Разработка новых или модификация известных методов анализа данных и демонстрация их эффективности релевантным способом на реальных данных.
- 4.1.2. Прикладная работа. Решение задачи известными методами в новой постановке. Автор должен продемонстрировать владение технологией и методикой вычислительного и/или натурального эксперимента, включая необходимую предварительную обработку данных, эффективную организацию вычислительного процесса, верификацию полученных результатов. Важным моментом является проведение экспериментов при различных наборах параметров, оформление результатов в виде таблиц, графиков. Желательно проведение статистического или иного релевантного обоснования сделанных выводов.
- 4.1.3. Важнейшим требованием к данному типу работы является внедрение продукта в реальную практику. Работа должна содержать описание требований к продукту, его отличия и преимущества по отношению к известным аналогам, описание его архитектуры, технологии разработки и тестирования, демонстрацию продукта, желательно

предоставление актов о внедрении.

4.2. Продолжительность защиты ВКР: 10 минут.

4.3. Методика и критерии оценки ВКР / научного доклада:

4.3.1. Критерии, которым должна отвечать выпускная квалификационная работа:

4.3.1.1. ВКР должна быть научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, либо изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны;

4.3.1.2. ВКР должна быть написана автором самостоятельно, обладать внутренним единством, содержать новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствовать о личном вкладе автора в науку;

4.3.1.3. Предложенные автором ВКР решения должны быть аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями;

4.3.1.4. Автор ВКР обязан ссылаться на автора и (или) источник заимствования материалов или отдельных результатов. При использовании в ВКР результатов научных работ, выполненных лично и (или) в соавторстве, автор обязан отметить в ВКР это обстоятельство;

4.3.1.5. Обзор литературы охватывает важнейшие публикации в данной предметной области, как классические, так и современные, как на русском, так и на английском языке. Обзор литературы носит аналитический характер. Автор высказывает свое мнение относительно всех цитируемых работ, указывая степень их использования при подготовке ВКР;

4.3.1.6. Формулировки и доказательства теоретических утверждений проведены со всей возможной строгостью и полнотой, с использованием общепринятых обозначений;

4.3.1.7. Модели и алгоритмы описаны с использованием языка, принятого в научных публикациях по данной тематике. Уровень детализации описания должен быть достаточен для воспроизведения всех результатов, полученных в ВКР, любым специалистом в смежных областях;

4.3.1.8. Разработка новой модели, вычислительного алгоритма сопровождаются оценкой точности моделирования, эффективности алгоритма;

4.3.1.9. Вычислительные эксперименты проведены в соответствии с практикой, стандартами и тенденциями, используемыми в современных научных работах данной области науки. Уровень сложности эксперимента должен соответствовать уровню экспериментов, представленных в современных научных публикациях в рецензируемых журналах;

4.3.1.10. Результаты вычислительных экспериментов оформлены в виде таблиц и/или графиков. Проведено обоснование выводов, сделанных на основе экспериментов;

4.3.1.11. Процесс разработки программного продукта и сам продукт описаны с достаточной степенью подробности. Указаны отличия и

преимущества по отношению к известным аналогам. Приведены обоснования по решениям, принятым на всех этапах проектирования и разработки продукта. Описана методика тестирования продукта и приведены результаты тестирования. Желательно предъявление акта о внедрении;

4.3.1.12. Результаты, полученные в работе, соответствуют постановке задачи.

4.3.2. Результаты защиты ВКР определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» в соответствии со степенью реализации в ВКР следующих критериев:

4.3.2.1. На основании выполненной ВКР:

4.3.2.1.1. Разработана научная концепция; новая научная идея, обогащающая научную концепцию, новая экспериментальная методика, позволившая выявить качественно новые закономерности исследуемого явления, повысить точность измерений с расширением границ применимости полученных результатов и т.п.;

4.3.2.1.2. Предложены оригинальная научная гипотеза, оригинальные суждения по заявленной тематике; нетрадиционный подход и т.п.;

4.3.2.1.3. Доказана перспективность использования новых идей в науке, в практике, наличие закономерностей, неизвестных связей, зависимостей и т. п.;

4.3.2.1.4. Введены новые понятия, измененные трактовки старых понятий, новые термины и т.д.

4.3.2.2. Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что доказаны теоремы, леммы, положения, методики, вносящие вклад в расширение представлений об изучаемом явлении, расширяющие границы применимости полученных результатов и т.п.

4.3.2.3. Применительно к проблематике ВКР результативно (эффективно, т.е. с получением обладающих новизной результатов):

4.3.2.3.1. Использован комплекс существующих методов исследования, в т. ч. численных методов, экспериментальных методов и т. п.;

4.3.2.3.2. Изложены положения, идеи, аргументы, доказательства, элементы теории, аксиомы, гипотезы, факты, этапы, тенденции, стадии, факторы, условия и т.п.;

4.3.2.3.3. Раскрыты существенные проявления теории: противоречия, несоответствия;

4.3.2.3.4. Выявлены новые проблемы и т.п.;

4.3.2.3.5. Изучены связи данного явления с другими, генезис процесса, внутренние и внешние противоречия, факторы, причинно-следственные связи и т.п.;

4.3.2.3.6. Проведена модернизация существующих математических моделей, алгоритмов и/или численных методов, обеспечивающих получение новых результатов по теме диссертации и т.п.

4.3.2.4. Значение полученных результатов ВКР для практики подтверждается тем, что:

- 4.3.2.4.1. Разработаны и внедрены технологии, новые универсальные методики измерений, образовательные технологии, ГОСТы и т.п.;
  - 4.3.2.4.2. Создана модель эффективного применения знаний, система практических рекомендаций и т.п.;
  - 4.3.2.4.3. Представлены методические рекомендации, рекомендации для более высокого уровня организации деятельности, предложения по дальнейшему совершенствованию и т.п.
  - 4.3.2.5. Оценка достоверности результатов исследования выявила:
    - 4.3.2.5.1. Для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании, обоснованы калибровки, показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях и т.п.;
    - 4.3.2.5.2. Теория построена на известных, проверяемых данных, фактах, в т.ч. для предельных случаев, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме ВКР или по смежным отраслям и т.п.;
    - 4.3.2.5.3. Идея базируется на анализе практики, обобщения передового опыта и т.п.;
    - 4.3.2.5.4. Использовано сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;
    - 4.3.2.5.5. Установлено качественное и/или количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике, в тех случаях, когда такое сравнение является обоснованным;
    - 4.3.2.5.6. Используются современные методики сбора и обработки исходной информации, представительные выборочные совокупности с обоснованием подбора объектов (единиц) наблюдения и измерения и т.п.
  - 4.3.2.6. Личный вклад выпускника состоит в следующем:
    - 4.3.2.6.1. Включенное участие на всех этапах процесса;
    - 4.3.2.6.2. Непосредственное участие автора в получении исходных данных и научных экспериментах;
    - 4.3.2.6.3. Личное участие в апробации результатов исследования;
    - 4.3.2.6.4. Разработка экспериментальных стендов и установок (ключевых элементов экспериментальных установок), выполненных лично автором или при участии автора;
    - 4.3.2.6.5. Обработка и интерпретация экспериментальных данных, выполненных лично автором или при участии автора;
    - 4.3.2.6.6. Подготовка основных публикаций по выполненной работе и т.п.
  - 4.3.2.7. ВКР охватывает основные вопросы поставленной научной задачи (проблемы) и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, непротиворечивой методологической платформы, основной идейной линии, концептуальности и взаимосвязи выводов.
- 4.3.3. Правила выставления оценок:



4.3.3.1. Оценка «отлично» выставляется в том случае, если ВКР выполняется в соответствии с критериями 4.3.1.1-4.3.1.12, а в каждом из критериев 4.3.2.1-4.3.2.7. выполнен хотя бы один пункт;

4.3.3.2. Оценка «хорошо» выставляется в том случае, если ВКР выполняется в соответствии с критериями 4.3.1.1-4.3.1.12 и в каждом из критериев 4.3.2.1, 4.3.2.2., 4.3.2.6., 4.3.2.7. выполнен хотя бы один пункт, а в одном из критериев 4.3.2.4. или 4.3.2.5. хотя бы один пункт выполняется в основном;

4.3.3.3. Оценка «неудовлетворительно» выставляется в следующих случаях:

4.3.3.3.1. В выпускной квалификационной работе обнаружен плагиат;

4.3.3.3.2. Объем работы, степень детализации изложения недостаточны для того, чтобы составить объективное мнение о знаниях, навыках и умениях автора работы;

4.3.3.3.3. Задача, сформулированная в разделе «Постановка задачи», не решена;

4.3.3.4. Оценка «удовлетворительно» выставляется во всех остальных случаях.

## **5. Процедура защиты ВКР**

- 5.1 ВКР / научный доклад подлежит размещению обучающимся в системе информационной поддержки образовательного процесса в порядке, предусмотренном соответствующим регламентом, в соответствии с Правилами обучения СПбГУ.
- 5.2 Государственная итоговая аттестация для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья проводится с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.
- 5.3 Защита осуществляется в соответствии с Правилами обучения СПбГУ.
- 5.4 В ситуации крайней необходимости в целях защиты жизни и здоровья обучающихся, научно-педагогических работников и сотрудников, обеспечивающих проведение государственной итоговой аттестации, по решению уполномоченного должностного лица государственная итоговая аттестация может быть проводится исключительно с применением дистанционных технологий.