



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

П Р И К А З

13.11.2023

№ 14509/1

О методическом обеспечении государственной итоговой аттестации в 2024 году (МК.3071.*)

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» и в целях методического обеспечения государственной итоговой аттестации по основным образовательным программам в 2024 году

ПРИКАЗЫВАЮ:

1. Утвердить программу государственной итоговой аттестации в форме государственного экзамена по основной образовательной программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре МК.3071.* «Математическая робототехника и искусственный интеллект» 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.3071.* «Математическая робототехника и искусственный интеллект» направления 02.06.01 «Компьютерные и информационные науки» (Приложение № 2).

3. Начальнику Управления маркетинга и медиакоммуникаций Шишмакову Д.Э. обеспечить размещение настоящего приказа на сайте СПбГУ в разделе «Методическое обеспечение государственной итоговой аттестации в 2024 году» (<https://edu.spbu.ru/gia/16-normativnyye-akty/414-metodicheskoe-obespechenie-gosudarstvennoj-itogovoj-attestatsii-v-2024-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.

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 28.09.2023 № 05/2.1/02-03-9.

И. о. проректора
по учебно-методической работе



М.А. Соловьева
09.11.2023

Приложение № 1

УТВЕРЖДЕНА

приказом от 13.11.2023 № 14509/1

**Программа государственной итоговой аттестации
в форме государственного экзамена
по основной образовательной программе
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
МК.3071.* «Математическая робототехника и искусственный интеллект»
по направлению подготовки 02.06.01 «Компьютерные и информационные науки»**

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 ниже специальностей.

**Компьютерные и информационные науки. Математическая робототехника и
искусственный интеллект**

1. Динамические системы

1. Теорема о существовании глобального В-аттрактора
2. Теоремы о свойствах глобального В-аттрактора
3. Теоремы о диссипативности по Левинсону
4. Теоремы о структуре глобального В-аттрактора
5. Существование глобального В-аттрактора для системы Лоренца
6. Существование глобального В-аттрактора для уравнения Дуффинга
7. Теорема Бабина-Вишика
8. Теорема Стюарта-Химфриса
9. Понятие коцикла над базисной системой. Неавтономные системы как коциклы
10. Понятие глобального В-аттрактора для коцикла
11. Численная аппроксимация глобального В-аттрактора
12. Системы расширения над потоком Бебутова на оболочке.
Квазипериодические системы
13. Теорема о структуре совокупности всех лагранжевых подпространств
14. Теорема о характеристике неприводимого алгебраического множества
15. Аналитические и полуаналитические множества. Критические точки
16. Простейший вариант теоремы Сарда (теорема 3.3)
17. Хаусдорфова размерность (определение, свойства и примеры)
18. Теорема об основных свойствах размерности Хаусдорфа
19. Теорема об инвариантности размерности Хаусдорфа относительно диффеоморфизма
20. Ёмкости и фрактальная мера (определения, свойства и примеры)
21. Теорема об основных свойствах ёмкости
22. Самоподобные множества. Теорема Вильямсона-Хатчинсона
23. Сингулярные числа матрицы
24. Обобщенная теорема Дуади-Оэстерле. Вспомогательные утверждения
25. Обобщенная теорема Дуади-Оэстерле. Доказательство теоремы
26. Теорема Смита
27. Теорема Сарда (простейший вариант теоремы Сарда, формулировка теоремы)
28. Теорема об отсутствии инвариантных замкнутых контуров
29. Оценка хаусдорфовой размерности инвариантных множеств системы Хенона

2. Математическая теория управления

1. Оптимальное управление с непрерывным временем.
2. Примеры общей постановки задачи оптимального управления с непрерывным временем
3. Принцип максимума Понтрягина для фиксированного интервала времени
4. Принцип максимума Понтрягина для нефиксированного интервала времени
5. Методы последовательных приближений в оптимальном управлении

6. Решение задач оптимального управления на основе принципа максимума
7. Абстрактная задача оптимального управления и абстрактный принцип максимума.
8. Анизотропные и игольчатые вариации. Необходимые условия оптимальности второго порядка
9. Оптимальное управление системами, описываемыми интегральными уравнениями
10. Оптимальное управление системами, описываемыми уравнениями с запаздываниями
11. Достаточные условия экстремума в задачах вариационного исчисления
12. Достаточные условия оптимальности Болтянского
13. Принцип оптимальности Кротова
14. Модели систем управления с дискретным временем.
15. Метод динамического программирования. Примеры
16. Метод динамического программирования в оптимальном управлении
17. Управление с прогнозирующими моделями
18. Псевдообращение матриц
19. Квадратичная оптимизация
20. Линейно-квадратичное оптимальное управление на конечном интервале
21. Линейно-квадратичное оптимальное управление на бесконечном интервале
22. Линейно-квадратичное гауссово управление
23. Дифференциальные уравнения с разрывной правой частью
24. Метод скользящих режимов управления

3. Частотные методы исследования нелинейных систем управления

1. Основные способы линеаризации нелинейных систем.
2. Устойчивость и неустойчивость нелинейных систем. Сравнительный анализ различных определений.
3. Метод функций Ляпунова. Базовые теоремы.
4. Матричное уравнение Ляпунова, условия разрешимости, расположение собственных чисел решения.
5. Постановки задач в теории абсолютной устойчивости. Виды квадратичных связей.
6. Случай нескольких квадратичных связей. Формирование частотных условий.
7. Частотная теорема.
8. Применение частотной теоремы для линейно-квадратичной задачи оптимального управления.
9. S – процедура. Теоремы о неуязвимости S - процедуры.
10. Системы квадратичного топологического типа. Частотные условия для линейных и нелинейных систем.
11. Квадратичный критерий устойчивости и неустойчивости для случая локальных квадратичных связей.

12. Квадратичный критерий устойчивости и неустойчивости для случая динамических квадратичных связей.
13. Квадратичный критерий устойчивости для случая интегральных квадратичных связей.
14. Круговой критерий.
15. Критерий Попова.
16. Диссипативность. Критерии диссипативности.
17. Элементы частотных методов в теории колебаний.
18. Применение частотных методов в теории колебаний многомерных аналогов уравнения Ван-дер-Поля.
19. Автоколебательность по Якубовичу.
20. Системы с цилиндрическим фазовым пространством. Элементы частотных методов исследования систем с цилиндрическим фазовым пространством: метод периодических функций Ляпунова, метод “конусных сеток”, метод нелокального сведен

4. Стохастическое программирование

1. Понятие рандомизированного алгоритма.
2. Формула МНК
3. Теорема Гаусса-Маркова
4. Модель наблюдений в задаче оптимальной фильтрации Винера-Колмогорова
5. Модель наблюдений в задаче оптимальной фильтрации Калмана-Бьюси
6. Формула Байеса
7. Алгоритм Роббинса-Монро
8. Процедура Кифера-Вольфовица
9. Рандомизированный алгоритм стохастической аппроксимации с одним измерением
10. Рандомизированный алгоритм стохастической аппроксимации с двумя измерениями
11. Виды машинного обучения. Формальная постановка задачи.
12. Линейная регрессия. Обучение. Градиентный спуск. Стохастический градиентный спуск. Многомерная регрессия. LASSO
13. Классификация. Метрические методы. Линейные методы. SVM. Логистическая регрессия. Многоклассовая классификация.
14. Проблема переобучения. Методы оценки качества.
15. Решающие деревья. Построение. Обучение. Композиция деревьев. Бэггинг и случайный лес.
16. Композиция алгоритмов. Градиентный бустинг.
17. Кластеризация. Постановка задачи. Алгоритмы K-means, EM-алгоритм, GMM.
18. Иерархическая кластеризация.
19. Спектральная кластеризация.
20. Графовые методы. Методы, основанные на плотностях.
21. Валидация кластеризации.

22. Понижение размерности. Метод главных компонент.
23. Матричные разложения. Неотрицательные матричные разложения.
24. Тематическое моделирование. Частичное обучение.

5. Методы и алгоритмы машинного обучения

1. Наивный Байесовский классификатор
2. Averaged one-dependence estimators (AODE)
3. Скрытый Байесовский классификатор
4. Скрытая Марковская модель
5. Алгоритм прямого-обратного хода
6. Алгоритм Витерби
7. Алгоритм Баума-Велша
8. Метод опорных векторов
9. Логистическая регрессия
10. Алгоритм Winnow
11. Квадратичный классификатор
12. Многомерное шкалирование
13. Многофакторное понижение размерности (MDR)
14. Линейный дискриминантный анализ (LDA)
15. Isomap
16. Автоэнкодер
17. Самоорганизующаяся карта Кохонена
18. Сеть Хопфилда
19. Сеть Хэмминга
20. Машина Больцмана
21. Ограниченная машина Больцмана
22. Сверточная нейронная сеть
23. Сиамские нейронные сети
24. Deep belief networks
25. Deep Boltzmann machines
26. Глубокие сверточные нейронные сети
27. Глубокие рекуррентные нейронные сети
28. Обучение с подкреплением. SARSA. Q-обучение

6. Основы технологии параллельных вычислений

1. Параллельный алгоритм решения систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.
2. Параллельный алгоритм решения систем линейных алгебраических уравнений методом прогонки.
3. Параллельный алгоритм решения систем линейных алгебраических уравнений методом итерации.
4. Параллельный алгоритм решения систем линейных алгебраических уравнений методом редукции.

5. Параллельный алгоритм решения систем линейных алгебраических уравнений методом Релаксации.
6. Параллельный алгоритм решения систем линейных алгебраических уравнений методом квадратного корня.
7. Параллельные алгоритмы вычисления интегралов.
8. Особенности технологии OPEN MP

7. Многоагентные робототехнические системы и навигация мобильных роботов

1. Основные понятия теории многоагентных робототехнических систем.
2. Примеры использования многоагентных робототехнических систем. Их преимущества и проблемные моменты.
3. Задачи рандеву, агрегирования и кластеризации. Постановка, примеры.
4. Задачи флокирования и синхронизации. Постановка, примеры
5. Задачи самораспределения. Постановка, примеры.
6. Децентрализованное распределение задач и самосборка. Описание сценария, примеры.
7. Основные механизмы и принципы обмена информацией в многоагентных робототехнических системах. Их классификация. Стигмергия и ее использование.
8. Уровни сетевой системы, их особенности и взаимодействие. Принципы организации и взаимодействия элементов.
9. Классификация алгоритмов автономной навигации и управления движением. Эмерджентные (реактивные) алгоритмы. Биомиметические алгоритмы. Примеры.
10. Иерархические схемы управления многоагентными робототехническими системами.
11. Методы машинного обучения и самообучения в управлении многоагентными робототехническими ансамблями. Цели, задачи, примеры.
12. Математическое моделирование многоагентных робототехнических ансамблей. Клеточные автоматы. Описание, ориентация, примеры.
13. Математическое моделирование многоагентных робототехнических ансамблей. Непрерывные стохастические модели. Описание, ориентация, примеры.
14. Математическое моделирование многоагентных робототехнических ансамблей. Континуальные модели с распределенными параметрами. Описание, ориентация, примеры.
15. Математическое моделирование многоагентных робототехнических ансамблей. Модели Рейнольдса, Висека, Коузина-Левина. Описание, ориентация, примеры.
16. Математическое моделирование многоагентных робототехнических ансамблей.

17. Динамические сети в пространстве состояний. Популярные модели робототехнического мобильного агента и информационного обмена. Ориентация моделей, примеры.
18. Управление в задачах рандеву, агрегирования и кластеризации. Метод циклического преследования. Сходимость в линейном и нелинейном случае.
19. Управление в задачах рандеву, агрегирования и кластеризации. Управление в условиях ограниченной информации.
20. Распределенные алгоритмы достижения консенсуса и синхронизации их сходимость.
21. Теорема Тсициклиса-Моро
22. Покрытие протяженных объектов роботизированными сетями. Управление в задачах самораспределения; детерминированные алгоритмы. Проблема и алгоритмы сохранения связности.
23. Принцип инвариантности ЛаСалля. Основная теорема. Пример применения.
24. Метод омега-предельных распределений. Основная теорема. Пример применения.
25. Цепи Маркова с дискретным временем. Переходная матрица, матрица перехода за несколько шагов. Классификация состояний.
26. Поглощающая марковская цепь. Теоремы о вероятности поглощения и времени поглощения.
27. Покрытие протяженных объектов роботизированными сетями. Управление в задачах самораспределения. Рандомизированные алгоритмы. Теорема о сходимости.
28. Исследование свойств алгоритма самораспределения роботизированного ансамбля на основе континуальной модели с распределенными параметрами.
29. Управление формациями: управление с лидером. Суть подхода, пример применения, теорема о сходимости.
30. Управление формациями: метод виртуальной структуры. Суть подхода, пример применения, теорема сходимости.
31. Управление формациями: поведенческий подход. Суть, пример реализации, результат о сходимости.
32. Предотвращение столкновений внутри группы и с препятствиями. Основные подходы.
33. Метод искусственного потенциала и метод навигационных функций. Условия сходимости. Пример реализации при управлении многоагентными робототехническими ансамблями.
34. Метод скользящих режимов управления. Основные понятия и факты.
35. Метод скользящих режимов управления группой роботов в условиях дефицита сенсорной информации: пример реализации и теорема о сходимости.
36. Управление группой роботов в условиях дефицита сенсорной информации. Пример биологически мотивированного метода и его анализ.
37. Кооперативная одновременная локализация и построение карты. Постановка задачи, описание концепции, основные идеи реализации.

38. Кооперативная одновременная локализация и построение карты. Реализации на основе расширенного фильтра Калмана.
39. Кооперативная одновременная локализация и построение карты. Реализации на основе фильтра частиц.
40. Метод управления с прогнозирующей моделью. Основные идеи и факты, лежащие в его основе.
41. Метод управления с прогнозирующей моделью: пример применения к управлению многоагентным робототехническим ансамблем.

8. Математические методы планирования эксперимента с приложениями в робототехнике

1. Описательная регрессия и предпосылки регрессионного анализа. Классическая линейная регрессионная модель и ее обобщения.
2. Оценки параметров модели. Теорема Гаусса-Маркова.
3. МНК-оценка.
4. Оценка максимального правдоподобия.
5. Обобщенный метод наименьших квадратов.
6. Минимаксная, байесовская и гребневая оценки.
7. Проверка гипотез о параметрах модели.
8. Основы дисперсионного анализа
9. Понятие дискретного и непрерывного плана эксперимента. Методы округления.
10. Информационная матрица плана. Свойства информационной матрицы.
11. Общие требования к функции - критерию оптимальности.
12. A-,D-,E-,C-,L- оптимальные планы. Теорема эквивалентности для разных критериев оптимальности.
13. Планы, оптимальные для оценивания производной поверхности отклика.
14. Планы оптимальные для оценивания индивидуальных коэффициентов регрессии.
15. Планы оптимальные для дискриминации моделей.
16. Полные и дробные факторные планы.
17. Латинские квадраты.
18. Неполноблочные планы.
19. D-оптимальность на гиперкубе.
20. Центральные композиционные планы.
21. Ортогональный и рототабельный план.
22. Метод случайного поиска.
23. Метод Гаусса-Зайделя.
24. Градиентные методы.
25. Метод Кифера-Вольфовица.
26. Метод крутого восхождения (метод Бокса-Уилсона).
27. Симплексный метод (метод Нелдера-Мида).
28. Понятие имитационного эксперимента. Детерминированные и вероятностные модели.
29. Системы массового обслуживания.

30. Движение частиц.
31. Марковский процесс.

9. Мультиагентные технологии

1. Сложные системы, хаотичность, самоорганизация.
2. Мультиагентные системы
3. Понятие «Агента», информация, сигналы, данные, знания, управление. Взаимодействие агентов.
4. Онтологии.
5. Платформы для разработки мультиагентных систем.
6. Мультиагентное управление.
7. Принятие решений в условиях неопределенности, стохастичность.
8. Мультиагентное управление в динамической сети. Алгоритм локального голосования.
9. Консенсус в динамических сетях.
10. Балансировка загрузки узлов вычислительной сети.
11. Анализ динамики состояний сети в стохастическом случае.
12. Анализ динамики состояний сети в стохастическом случае.

10. Компьютерное зрение в робототехнике

1. Сигналы, линейные стационарные системы, импульсная характеристика, единичный импульс. Амплитудно-частотная характеристика.
2. Преобразование Фурье.
3. Математическая модель процесса дискретизации сигнала.
4. Наложение спектров и теорема Найквиста-Котельникова.
5. Фильтр нижних частот. Фильтры с бесконечной импульсной характеристикой; с конечной импульсной характеристикой.
6. Фильтрация двумерного сигнала.
7. Устройство камеры: угол обзора, фокусное расстояние, размер матрицы. Формирование изображений. Особенности зрения человека. Закон Вебера. Насыщенность и тон. Опыт и кривые Максвелла.
8. Системы RGB, XYZ, YUV. Функции размытия точки и края.
9. Вох-фильтр и медианный фильтр.
10. Оператор Лапласа.
11. Оператор Собеля и дифференцирование оператора Гаусса.
12. Улучшение качества изображений.
13. Морфология: dilate, erode.
14. Регистрация изображений.
15. Функции стоимости: сумма квадратов разностей (SSD), взаимная информация, нормализованная корреляция.
16. Пирамидальный подход. Особенности точки.
17. Детекторы Харриса, Shi-Tomasi, разность гауссианов.
18. Метод Лукаса-Канаде.
19. Трекинг методом KLT.

20. Фильтр Калмана для трекинга точки по видео в пространстве кадра. SIFT (Scale invariant Feature Transform) и производные методы описания особенностей.
21. Детектор краев Канни, натуральная параметризация контура.
22. Преобразование Хафа (Hough) для детекции контуров объектов.
23. Метод RANSAC для детекции прямых линий в кадре.
24. Метод mean shift для трекинга объекта по цвету.
25. Стереосопоставление.
26. Оптический поток.
27. Марковское случайное поле (МСП).
28. Формула Байеса применительно к модели МСП.
29. Максимальный поток в графе.
30. Однородные координаты и проективное пространство как фактор-множество. Точки на бесконечности в проективных координатах.
31. Матрица камеры. Внутренние и внешние параметры камеры.
32. Образ абсолютной коники и измерение углов между направлениями по проективному изображению.
33. Определение положения камеры относительно точек с известными координатами по их проекциям.
34. Вычислительные методы для гомографии и положения камеры.
35. Двухкамерная система: основные соотношения (фундаментальная и существенная матрицы).

11. Управление движением роботов

1. Кинематика манипулятора.
2. Однородные координаты.
3. Правило Денавита-Хартенберга.
4. Вычисление скоростей и ускорений для манипулятора.
5. Якобиан манипулятора.
6. Динамики свободного манипулятора. Уравнения Лагранжа 2-го рода.
7. Динамики манипулятора при наличии голономных связей. Уравнения Лагранжа 1-го рода.
8. Стабилизация программного движения манипулятора методом вычисляемого момента.
9. Стабилизация программного движения манипулятора с помощью закона управления "программный момент + линейная обратная связь".
10. Робастная стабилизация программного движения манипулятора с помощью пропорционально-дифференциального регулятора.
11. Применение скользящих режимов при управлении манипулятором.
12. Метод квазикоординат в описании динамики неголономных систем. Кинематика и динамика транспортных роботов.
13. Кинематика и динамика транспортных роботов.
14. Управление движением робота по заданной траектории
15. Понятие и примеры неполноприводной механической системы.

16. Достаточное условие существования периодической траектории неполноприводной системы.
17. Альфа-бета-гамма уравнение неполноприводной системы с сервосвязью.
18. Трансверсальная динамика неполноприводной системы.
19. Теорема Флоке-Ляпунова.
20. Уравнение Риккати для линейной системы с периодическими коэффициентами.
21. Частотная теорема В.А.Якубовича для систем с периодическими коэффициентами.
22. Приближенное вычисление стабилизирующего решения уравнения Риккати с помощью полуопределенного программирования.
23. Теорема об орбитальной стабилизации периодической траектории неполноприводной системы.

2.2. Государственный экзамен может включать следующие виды контрольных заданий:

Экзамен проводится по билетам. Билет состоит из четырех вопросов.

Примеры контрольных заданий:

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

3. Рекомендации обучающимся по подготовке к государственному экзамену, перечень литературы для подготовки к государственному экзамену

3.1 Рекомендации обучающимся по подготовке к государственному экзамену:

Подготовка к государственному экзамену осуществляется индивидуально с использованием основной и дополнительной литературы и консультаций с научным руководителем.

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

Компьютерные и информационные науки. Математическая робототехника и искусственный интеллект

1. Леонов Г.А. Хаотическая динамика и классическая теория устойчивости движения. Москва - Ижевск, 2006. АНО "Институт компьютерных исследований", НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", сер. "Современная математика", 168 с.
2. Райтман Ф. Регулярная и хаотическая динамика. Штутгарт, 1996.
3. Матвеев А.С. Введение в математическую теорию оптимального управления, - СПб, Изд-во СПбГУ, 2018, 194 с.
4. Фрадков А.Л. и др. Проблемы сетевого управления. СПб.: Наука, 2015.
5. Нелинейные системы. Частотные и матричные неравенства. Под ред. А.Х. Гелига, Г.А.Леонова, А.Л.Фрадкова. Изд-во Физматлит, М., 2008.
6. Халил Х.К. Нелинейные системы. Пер. с англ. Москва-Ижевск, ИКИ-РХД, 2009.

7. Граничин О.Н. "Введение в стохастические методы оптимизации и оценивания". –СПб.: Изд-во СПбГУ, 2003, 131 с.
8. Граничин О.Н., Поляк Б.Т. Рандомизированные алгоритмы оценивания и оптимизации при почти произвольных помехах. – М.: Наука. 2003. 291с.
9. А.Х. Гелиг, А.С. Матвеев. Введение в математическую теорию обучаемых распознающих систем и нейронных сетей. Изд-во СПбГУ, 2013.
10. Бурова И.Г., Демьянович Ю.К. Алгоритмы параллельных вычислений. СПб.: Издательство Санкт-Петербургского университета, 2010.
11. Саад, Юсеф. Итерационные методы для разреженных линейных систем (в двух томах). Изд-во Московского университета, 2013, Т. 1.
12. Hamann, H. Swarm Robotics: A Formal Approach. Springer International Publishing AG 2018 (available online)
13. Фрадков А.Л. Кибернетическая физика: принципы и примеры. СПб:Наука, 2003.
14. Мелас В.Б., Шпилев П.В. Планирование и анализ для регрессионных моделей. СПб, изд. СПбГУ, 2014.
15. Малов С.В., Регрессионный анализ: теоретические основы и практические рекомендации. 2013
16. Граничин О.Н., Кияев В.И. Информационные технологии в управлении. 2-е издание. – СПб.: Изд-во «ВВМ», 2012, 420 с.
17. Амелин К.С., Амелина Н.О., Граничин О.Н., Кияев В.И. Разработка приложений для мобильных интеллектуальных систем на платформе Intel Atom. – СПб., ВВМ, 2012 – 220с.
18. R. Szeliski. Computer Vision Algorithms and Applications. (available online)
19. Angeles, Jorge. Fundamentals of Robotic Mechanical Systems: Theory, Methods, and Algorithms. 4th ed. 2014. Cham: Springer International Publishing : Imprint: Springer, 2014. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-01851-5> (available online)

4. Методика и критерии оценки государственного экзамена

4.1. Форма проведения государственного экзамена:

Устная Письменная Устно-письменная С применением компьютера

1.2. 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 по программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, программам ординатуры, реализуемым в Санкт-Петербургском государственном университете, утвержденными приказом от 30.08.2018 № 8577/1 (с последующими изменениями и дополнениями).

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 13.11.2023 № 14509/1

**Программа государственной итоговой аттестации
в форме защиты выпускной квалификационной работы
по направлению подготовки 02.06.01 «Компьютерные и информационные науки»
основной образовательной программы
МК.3071.* «Математическая робототехника и искусственный интеллект»
уровень образования «Подготовка кадров высшей квалификации»**

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.

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

1.1. 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.

1.2. 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.

1.3. ВКР должна свидетельствовать:

- 1.1.1. Об умении выпускника применять полученные профессиональные знания, умения и навыки в практической деятельности;
 - 1.1.2. О степени овладения им специальной литературой;
 - 1.1.3. О способности анализировать профессиональный материал и результаты его применения;
 - 1.1.4. О возможности решать конкретные задачи профессиональной деятельности;
 - 1.1.5. О навыках формулировать свою позицию по дискуссионным проблемам и отстаивать ее, разрабатывать рекомендации по совершенствованию профессиональной деятельности;
 - 1.1.6. Об индивидуальности авторского подхода к научному освещению проблемы, оценкам существующих мнений и оформлению результатов проведенного исследования.
- 2.4. Последовательность подготовки ВКР:
- 1.1.1. Выбор темы, ее обсуждение с руководителем научной работы;
 - 1.1.2. Сбор материала по избранной проблеме, его анализ;
 - 1.1.3. Составление плана (содержания) работы, согласование его с научным руководителем;
 - 1.1.4. Осуществление опытно-экспериментальных мероприятий и исследований;
 - 1.1.5. Написание текста;
 - 1.1.6. Ознакомление научного руководителя с содержанием работы, доработка ее согласно высказанным замечаниям;
 - 1.1.7. Оформление текста в соответствии с требованиями, предъявляемыми к выпускным квалификационным работам;
 - 1.1.8. Передача работы на отзыв научному руководителю;
 - 1.1.9. Представление работы на рецензирование;
 - 1.1.10. 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 специалистам из смежных областей 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 специалистам, в том числе из смежных областей. 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. Требованием 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 Р 7.0.100-2018 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

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. Важным 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: 20 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;

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, получены новые результаты, развивающие научную концепцию, 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 по программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, программам ординатуры, реализуемым в Санкт-Петербургском государственном университете, утвержденными приказом от 30.08.2018 № 8577/1 (с последующими изменениями и дополнениями).

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 ВКР осуществляется в соответствии с Правилами обучения по программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, программам ординатуры, реализуемым в Санкт-Петербургском государственном университете, утвержденными приказом от 30.08.2018 № 8577/1 (с последующими изменениями и дополнениями).

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.