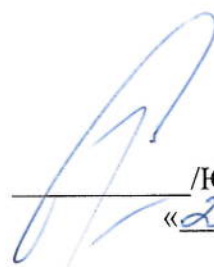


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
БАЛТИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И. КАНТА



«УТВЕРЖДАЮ»
Руководитель ОНК
«Институт высоких
технологий»

/Юров Артем Валерианович
«29» ноября 2024 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Научная специальность **1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение**

Лист согласования

Составитель:

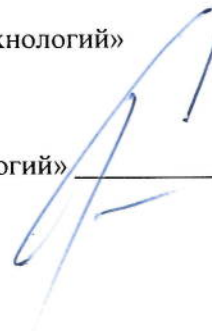
Храмов А.Е., д.ф.-м.н., главный научный сотрудник Балтийского центра нейротехнологий и искусственного интеллекта.

Шушарина Н.Н., к.п.д., старший научный сотрудник Балтийского центра нейротехнологий и искусственного интеллекта.

Программа одобрена Ученым советом ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 3 от «29» ноября 2024 г.

Председатель Экспертного совета ОНК «Институт высоких технологий» _____ Юров А.В.



Главный специалист Института подготовки НПК _____ Козенкова Е.И.



Настоящая программа разработана для поступающих в аспирантуру на научную специальность 1.2.1 Искусственный интеллект и машинное обучение.

Абитуриенты, желающие освоить основную образовательную программу подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.2.1 Искусственный интеллект и машинное обучение, должны ознакомиться с Правилами приема в Балтийский федеральный университет им. И. Канта на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

К освоению программ аспирантуры по научной специальности 1.2.1 Искусственный интеллект и машинное обучение допускаются лица, имеющие высшее образование, подтверждаемое присвоением им квалификации «специалист», «дипломированный специалист», «магистр», а также лица, имеющие базовое высшее образование (освоение программы сроком не менее 6 лет) или специализированное высшее образование, при выполнении одного из двух условий:

— образование релевантно группе научных специальностей 1.2. Компьютерные науки и информатика (в соответствии со Списком релевантности направлений подготовки по программам магистратуры и специалитета группам научных специальностей (научным специальностям) по программам аспирантуры в 2025 году, утверждённым Ученым советом БФУ им. И. Канта);

— имеется стаж работы в отрасли/должности, соответствующей группе научных специальностей 1.2. Компьютерные науки и информатика, сроком не менее 3 лет.

Целью вступительного испытания является оценка базовых знаний, поступающих в аспирантуру с точки зрения их достаточности для проведения научно-исследовательской деятельности по научной специальности 1.2.1 Искусственный интеллект и машинное обучение.

Вступительное испытание по специальной дисциплине научной специальности 1.2.1 Искусственный интеллект и машинное обучение проводится на русском или английском языке по билетам в устной форме. Экзаменационный билет включает 2 вопроса из предлагаемого перечня, а также собеседование с членами экзаменационной комиссии, в ходе которого абитуриент обосновывает выбор научной специальности, выбор предполагаемого научного руководителя из числа преподавателей и научных работников университета, имеющих право осуществлять научное руководство аспирантами по соответствующей научной специальности, излагает профессиональные планы и цели подготовки и защиты кандидатской диссертации по выбранной научной специальности

Содержание программы

Раздел 1. Математические основы теории вероятностей и моделирования

Тема 1.1 Элементы теории множеств.

Понятие множества, операции над множествами. Конечные и бесконечные множества. Бинарные отношения. Понятие мощности множества. Эквивалентность множеств. Упорядоченность. Аксиомы выбора.

Тема 1.2 Элементы теории вероятностей и случайных процессов.

Пространство элементарных событий. Случайные величины и функции распределения. Независимость событий и случайных величин. Испытания Бернулли. Числовые характеристики случайных величин. Закон больших чисел. Центральная предельная теорема. Теорема Пуассона. Дискретные цепи Маркова и их классификация. Эргодическая теорема для цепей Маркова. Информация и энтропия (основные определения).

Тема 1.3 Моделирование.

Моделирование как эксперимент. Метод Монте-Карло, генерация случайных чисел.

Моделирование случайных событий и процессов. Представление организационно-технических систем как дискретно-событийных объектов моделирования. Языки имитационного моделирования. Простейшие системы массового обслуживания (СМО) и их характеристики. Замкнутые и многофазные СМО. Марковские модели. Уравнения Колмогорова. Финальные вероятности состояний. Языки моделирования: их основные особенности, достоинства и недостатки. Сети Петри, автоматные модели.

Раздел 2. Системный анализ

Тема 2.1 Понятие о системном подходе.

Принципы системного анализа. Выделение системы из среды. Понятие целостности. Системные понятия: вход, выход, обратная связь, ограничения. Описание систем. Общая схема системного подхода. Построение моделей. Критерии и альтернативы.

Тема 2.2 Методы моделирования в системном анализе.

Модели стоимости и эффективности. Синтез стоимости и эффективности. Оптимизационные и имитационные модели. Детерминированные и стохастические модели.

Тема 2.3 Многокритериальная оптимизация.

Виды оценок и шкал. Построение множества эффективных вариантов. Важность критериев. Компенсация критериев по относительной важности критериев. Свертка критериев. Векторная оптимизация. Гарантированные результаты. Условия Парето-оптимальности. Приближенное построение паретовской границы. Замещение критериев по важности. Методы удовлетворительных целей и отсекающих порогов.

Раздел 3. Проблематика моделирования информационных систем и процессов.

Тема 3.1 Проблематика моделирования сложных информационных систем.

Направления использования суперкомпьютеров в — моделировании. Построение модели сложной системы. Математические модели систем из типовых элементов. Формализация построения математической модели сложной системы. Использование моделей сетевого планирования и управления при проектировании сложных систем.

Тема 3.2 Многоуровневые и распределенные системы управления.

Многопроцессорные вычислительные комплексы в автоматизации процессов управления. Локально-вычислительные сети, их топология и задачи обмена информацией. Задачи и алгоритмы оптимального управления сложными организационно-техническими комплексами.

Раздел 4. Искусственный интеллект, анализ данных и машинное обучение.

Тема 4.1 Искусственный интеллект и экспертные системы.

Системы искусственного интеллекта. Экспертные системы. Классификация экспертных систем. Этапы построения базы знаний. Инженерия знаний. Инструментальные средства проектирования и разработки экспертных систем. Этапы разработки экспертных систем. Модели представления знаний. Продукционная модель представления знаний. Фреймовая модель представления знаний. Семантические сети. Онтологии.

Тема 4.2 Интеллектуальный анализ данных.

Понятие данных, информации, знаний. Понятие Data Mining. Сферы применения Data Mining. Стадии Data Mining. Выявление закономерностей (Свободный поиск). Прогностическое моделирование. Анализ исключений. Методы Data Mining. Задачи Data Mining. Классификация как задача Data Mining. Кластеризация как задача Data Mining. Хранилища данных. Архитектуры хранилищ данных: реляционные, многомерные, гибридные, облачные.

Тема 4.3 Нейронные сети.

Нейронные сети. Определение. Области применения. Искусственный нейрон. Активационная (пороговая) функция. Виды пороговых функций. Линейная передаточная функция. Архитектура нейронных сетей. Синхронные и асинхронные сети. Слоистые и полносвязные сети. Модели нейронных сетей. Обучение нейронных сетей. Ошибка обучения. Алгоритм обратного распространения ошибки. Переобучение нейронной сети. Применение нейронных сетей для задач классификации. Проблема интерпретируемости алгоритмов машинного обучения.

Перечень вопросов к вступительным испытаниям

Раздел 1. Математические основы теории вероятностей и моделирования

1. Что такое множество, и какие операции можно выполнять над множествами?
2. В чем заключается понятие мощности множества, и как оно связано с конечными и бесконечными множествами?
3. Что такое пространство элементарных событий в теории вероятностей, и какие основные понятия связаны с случайными величинами?
4. Что такое пространство элементарных событий в теории вероятностей, и как оно связано с случайными величинами?
5. Что означает закон больших чисел и центральная предельная теорема? В каких ситуациях они применяются?
6. Что такое дискретные цепи Маркова? Что предсказывает эргодическая теорема для цепей Маркова?
7. Какие основные понятия связаны с моделированием, и какие методы используются для моделирования случайных событий и процессов?

Раздел 2. Системный анализ

1. Что означает системный подход? Какие принципы системного анализа существуют?
2. Какие основные системные понятия, такие как вход, выход, обратная связь и ограничения, используются в системном анализе? Как они помогают в описании систем?
3. Какова общая схема системного подхода, и какие этапы включает в себя построение моделей в системном анализе? Как определять критерии и альтернативы?
4. Какие методы моделирования используются в системном анализе? Чем отличаются оптимизационные и имитационные модели, а также детерминированные и стохастические модели?
5. Что такое многокритериальная оптимизация, и какие виды оценок и шкал используются при ее решении? Какие методы используются для построения множества эффективных вариантов в многокритериальной задаче?
6. Как работает векторная оптимизация, и какие условия Парето-оптимальности применяются? Как можно приближенно строить границу паретовского множества?
7. Какие методы и подходы используются для замещения критериев по важности в задачах многокритериальной оптимизации?

Раздел 3. Проблематика моделирования информационных систем и процессов.

1. Какие направления использования суперкомпьютеров в моделировании информационных систем вы знаете? Какие преимущества они предоставляют для моделирования сложных систем?
2. Как происходит построение математической модели сложной системы из типовых элементов? Какие методы формализации используются при этом процессе?
3. Какие модели сетевого планирования и управления применяются при проектировании сложных систем? В чем состоит их роль и применение?
4. Что представляют собой многоуровневые и распределенные системы управления? Какие вычислительные комплексы и сети используются в автоматизации процессов управления?
5. Какие характеристики локально-вычислительных сетей существуют, и какова их топология? Какие задачи решаются через обмен информацией в таких сетях?

6. Какие методы используются при решении задач обмена информацией и управления в многоуровневых и распределенных системах управления? Какие основные принципы оптимизации в этих системах?

Раздел 4. Искусственный интеллект, анализ данных и машинное обучение.

1. Какие основные понятия и принципы характеризуют искусственный интеллект? В чем заключается классификация экспертных систем?
2. Каковы этапы построения базы знаний для экспертных систем, и какими инструментальными средствами можно разрабатывать экспертные системы?
3. Какие модели представления знаний используются в экспертных системах, и как работают продукционная модель, фреймовая модель и семантические сети?
4. Что такое Data Mining, и какие задачи решает? Какие методы и стадии Data Mining вы можете выделить?
5. Какие архитектуры хранилищ данных существуют, и в чем состоят различия между реляционными, многомерными, гибридными и облачными хранилищами данных?
6. Что такое нейронные сети, и в каких областях они применяются? Какая архитектура нейронных сетей бывает, и что такое активационная функция?
7. Что такое обучение нейронных сетей, и какие алгоритмы используются для обучения? Как предотвратить переобучение нейронной сети?
8. Какие задачи классификации можно решать с помощью нейронных сетей, и какие преимущества они предоставляют по сравнению с другими методами?

Критерии оценивания уровня знаний

Оценка знаний поступающего в аспирантуру производится по 100-бальной шкале. Максимальный балл за ответ на экзаменационный билет – 100. Минимальный балл, соответствующий положительной оценке – 50.

86-100 баллов выставляется экзаменационной комиссией за обстоятельный и обоснованный ответ на все вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Поступающий в аспирантуру в процессе ответа на вопросы экзаменационного билета правильно определяет основные понятия, свободно ориентируется в теоретическом и практическом материале по предложенной тематике. Экзаменуемый показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание основного и дополнительного материала, усвоил рекомендованную литературу; может объяснить взаимосвязь основных понятий; проявляет творческие способности в понимании и изложении материала. В ходе собеседования устанавливается высокая степень мотивированности к подготовке и защите кандидатской диссертации в период освоения программы аспирантуры, наличие научного задела по теме планируемого исследования, участия в исследовательских проектах, научных грантах, студенческих конкурсах.

66-85 баллов выставляется поступающему в аспирантуру за правильные и достаточно полные ответы на вопросы экзаменационного билета, которые не содержат грубых ошибок и неточностей в трактовке основных понятий и категорий, но в процессе ответа возникли определенные затруднения при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Экзаменуемый показывает достаточный уровень знаний в пределах основного материала; усвоил литературу, рекомендованную в программе; способен объяснить взаимосвязь основных понятий при дополнительных вопросах экзаменатора. Допускает несущественные погрешности в ответах. В ходе собеседования устанавливается высокая степень подготовленности поступающего в аспирантуру к проведению самостоятельных научных исследований по выбранной научной специальности и мотивированности к подготовке кандидатской диссертации в период освоения программы аспирантуры и ее защите.

50-65 баллов выставляется поступающему в аспирантуру при недостаточно полном и обоснованном ответе на вопросы экзаменационного билета и при возникновении серьезных затруднений при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Экзаменуемый показывает знания основного материала в минимальном объеме, знаком с литературой, рекомендованной программой. Допускает существенные погрешности в ответах, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством экзаменатора. В ходе собеседования устанавливается низкая степень подготовленности поступающего в аспирантуру к проведению самостоятельных научных исследований (в том числе на основании анализа представленных индивидуальных достижений) по выбранной научной специальности; мотивация к подготовке кандидатской диссертации в период освоения программы аспирантуры низкая или совсем отсутствует.

0-49 баллов выставляется в случае отсутствия необходимых для ответа на вопросы экзаменационного билета теоретических и практических знаний. Экзаменуемый показывает пробелы в знаниях основного материала, допускает принципиальные ошибки в ответах, не знаком с рекомендованной литературой, не может исправить допущенные ошибки самостоятельно.

Основная и дополнительная литература

Основная литература

1. Аркадьев В.Ю., Бражник А.М. Основы оптимизации систем управления и их моделирования. — К.: НАНУ; Херсон: ХГТУ, 2000. — 248 с.
2. Басакер Р., Саати Т. Конечные графы и сети. Пер. с англ. М., «Наука», 1974.
3. Васильев Ф.П., Иваницкий А.Ю. Линейное программирование. М.: Факториал Пресс, 2008.
4. Вентцель ЕВ.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. —М. Физматгиз, 1988. — 406с.
5. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей. —М. Радио и связь, 1983. — 416с.
6. Джонс, М.Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях/ М.Т. Джонс. — Электрон. дан. — Москва: ДМК Пресс, 2011. — 312 с.
7. Исследование операций: учебное пособие для студ. ун-тов и вузов / Ю. П. Зайченко. — Киев:Вища школа, 1975. — 319 с.
8. Иьуду К.А. Надежность, контроль и диагностика вычислительных машин и систем: Учеб. пособие для вузов по спец. "Вычислит. машины, комплексы, системы и сети", М.: ВШ, 1989.— 216 с.
9. Колмогоров А.П., Фомин СВ. Элементы теории функций и функционального анализа. - М.: Наука, 1976.
10. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. М.: Логос, 2002. — 392 с.
11. Лесковец Ю. Анализ больших наборов данных / Юре Лесковец, Ананд Раджараман, Джеффри Д. Ульма. Издательство: "ДМК Пресс", 2016.- 498 стр.
12. Макшанов, А.В. Технологии интеллектуального анализа данных: учебное пособие / А.В. Макшанов, А.Е. Журавлев. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 212 с.
13. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления / Под ред. Н.Д. Егупова. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002. — 744 с.
14. Методы, модели, средства хранения и обработки данных: учебник / Э. Г. Дадян, Ю. А. Зеленков. — М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2017. — 168 с.
15. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. - М.: Наука, 1981.
16. Поляк Б.Т. Введение в оптимизацию. - М.: Наука, 1983.
17. Понтрягин Л.С, Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.А. Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. - М.: Физматгиз, 1961.
18. Рапопорт Э.Я. Структурное моделирование объектов и систем управления с распределенными параметрами: Уч. пособие. — М.: Высш. шк., 2003. — 299 с.
19. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учебник для вузов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 2001. — 343 с.
20. Солодовников В.В., Плотников В.Н., Яковлев А.В. Теория автоматического управления техническими системами. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1993. — 492 с.
21. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс. М., Вильямс, 2018 — 1104 с.
22. Шгойер Р. Многокритериальная оптимизация: теория, вычисления и приложения. М.: Радио и связь, 1992.

Дополнительная литература

1. Боровская Е. В. Основы искусственного интеллекта: учебное пособие / Е. В. Боровская, Н. А. Давыдова. —4-е изд. —Москва : Лаборатория знаний, 2020. —130 с.
2. Воронина В. В. Теория и практика машинного обучения: учебное пособие / В. В. Воронина. — Ульяновск : УлГТУ, 2017. —290 с.
3. Гаврилова И. В. Основы искусственного интеллекта: учебное пособие / И. В. Гаврилова, О. Е. Масленникова. —3-е изд., стер. —Москва : ФЛИНТА, 2019. —283 с.
4. Гладилин П. Е. Технологии машинного обучения: учебно-методическое пособие / П. Е. Гладилин, К. О. Боченина. —Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2020. —75 с.
5. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / П. Флах. —Москва : ДМК Пресс, 2015. —400 с.
6. Шалев-Шварц Ш. Идеи машинного обучения: учебное пособие / Ш. Шалев-Шварц, Бен-ДавидШ.; перевод с английского А. А. Слинкина. —Москва : ДМК Пресс, 2019. —436 с.
7. Ян Лекун. Как учится машина. Революция в области нейронных сетей и глубокого обучения. —М.: Альпина Диджитал, 2021.

8. Карпов О.Э., Храмов А.Е. Информационные технологии, вычислительные системы и искусственный интеллект в медицине. М.: ДПК Пресс. (2022)