



## ПРОГРАММА-МИНИМУМ

кандидатского экзамена по специальности

### 1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: *математический и функциональный анализ, высшая алгебра, методы математической физики, теория вероятностей, математическая статистика, вычислительные методы, компьютерное моделирование, компьютерное моделирование в научных исследованиях, моделирование сложных систем, пакеты прикладных программ, практикум по численным методам, проектирование и разработка интеллектуальных информационных систем, а также программы соответствующих курсов лекций, читаемых на факультете компьютерных технологий и прикладной математики.*

#### Перечень разделов и тем для подготовки к кандидатскому экзамену

##### Тема 1. Основы высшей математики

Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций. Пространства Соболева. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана—Банаха. Линейные операторы. Элементы спектральной теории. Дифференциальные и интегральные операторы.

Собственные векторы и собственные значения линейного оператора. Процесс ортогонализации Грамма—Шмидта. Цилиндрические и конические поверхности. Поверхности вращения. Поверхности второго порядка. Метод Гаусса—Жордана. Метод Зейделя. Методы полной и неполной релаксации. Полная проблема собственных значений. Устойчивость проблемы собственных значений. Метод Крылова. Нахождение собственных векторов по методу Крылова. Эскалаторный метод. Определение наибольшего по модулю собственного значения и принадлежащего ему собственного вектора. Метод скалярных произведений. Метод координатной релаксации. Метод  $\lambda$ -разности. Уточнение отдельного собственного значения и принадлежащего ему собственного вектора. Основные алгебраические структуры (группы, кольца, поля, тела). Тензорные функции.

Экстремальные задачи. Выпуклый анализ. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на максимум. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.

Теория вероятностей. Математическая статистика. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения.



Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений.

## **Тема 2. Информационные технологии**

Математические методы и модели исследования операций. Основные понятия теории временных рядов. Технология блокчейн. Классификация систем поддержки принятия решений. Проектирование системы поддержки принятия решений. Автоматизация проектирования. Математические модели искусственного интеллекта.

Численные методы. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа. Методы оптимизации.

Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.

Алгоритмические языки. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ: Maple, Matlab, Comsol.

Нелинейная и логистическая регрессия. Байесовский подход к классификации. Алгоритм Парзена — Розенблатта. Кластеризация k-средними. Иерархическая кластеризация. Кластеризации при помощи карт Кохонена. Поиск ассоциаций в данных. Алгоритм Apriori.

## **Тема 3. Искусственный интеллект и машинное обучение**

Средства разработки систем искусственного интеллекта. Машинное обучение. Нейронные сети. Глубокое обучение. Нечеткие продукционные системы. Основные виды машинного обучения. Нечеткие продукционные системы. Типы нейронных сетей. Гибридные (нейро-нечеткие) системы. Проектирование и разработка интеллектуальных систем. Деревья решений и случайные леса. Псевдо-нейронные сети. Нейрокомпьютеры. Свёрточные и рекуррентные нейронные сети. Обратное распространение. Современные алгоритмы глубокого обучения. Алгоритм бустинга. LASSO-регуляризация. Гребневая регрессия. Метод упругого распространения. Генетические алгоритмы. Алгоритмы построения деревьев решений. Функция ReLU. Метод наименьших квадратов. Метод главных компонент. Нечеткие лингвистические переменные. Системы нечеткого вывода. Математические модели нейронных сетей. Многослойный перцептрон. Теоремы Колмогорова-Арнольда и Хехт-Нильсена. Формальный язык логики предикатов. Функция ценности для алгоритма обучения с подкреплением. Метод Монте-Карло.



Теорема о градиенте стратегии. Методы ценности действий. Методы временных различий. Байесовское Q-обучение. Системы ANFIS и NNFLC. Нечеткие продукционные системы Мамдани-Заде, Такаги-Сугено-Канга. Модели Мамдани, Сугено и Цукамото. Рекуррентные сети Эльмана, Джордана, двунаправленные. Взрывающиеся градиенты рекуррентных сетей. Долгосрочная память в базовых рекуррентных сетях. Системы искусственного интеллекта в науке. Экспертные оценки. Шкала Саати. Мера несогласованности. Гетероассоциативная память. Принцип сжатия информации. Нейросетевые модели пошаговой оптимизации, маршрутизации и тактических игр. Логические нейронные сети. Принципы и методы, используемые при построении схем нейросетевого управления. Синтез нейроконтроллеров средствами MATLAB Simulink.

### Перечень основной и дополнительной учебной литературы

1. Горлач, Б. А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация : учебное пособие для вузов / Б. А. Горлач, В. Г. Шахов. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 292 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/200447> (дата обращения: 12.04.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-9551-1.
2. Математическое моделирование физико-химических процессов в среде Comsol Multiphysics 5.2 : учебное пособие / А. В. Коваленко, А. М. Узденова, М. Х. Уртенев, В. В. Никоненко. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 228 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/209906> (дата обращения: 19.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-2512-9
3. Математическое моделирование физико-химических процессов в среде COMSOL Multiphysics 5.2 : учебное пособие по направлениям подготовки: "Прикладная математика и информатика" по программе 02 - "Математическое моделирование", "Информатика и вычислительная техника", профиль подготовки "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ" / А. В. Коваленко, А. М. Узденова, М. Х. Уртенев, В. В. Никоненко. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2020. - 227 с.
4. Математическое моделирование мембранных процессов с использованием Comsol multiphysics 4.3 : учебное пособие для студентов, магистрантов / А. М. Узденова, А. В. Коваленко, М. Х. Уртенев, В. В. Никоненко ; М-во образования и науки Рос. Федерации ; Кубанский гос. ун-т. - Краснодар : Кубанский государственный университет, 2013. - 224 с.
5. Самарский, А. А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры : монография / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. - 2-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 320 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59285> (дата



обращения: 14.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 5-9221-0120-X.

6. Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях : учебное пособие. учебное пособие / И. В. Кудинов [и др.] ; под ред. Э. М. Карташова. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 208 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211796>

7. Васильев, А. А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник и практикум для вузов / А. А. Васильев. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 232 с. - URL: <https://urait.ru/bcode/492134> (дата обращения: 15.11.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-09097-0

8. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие / А. А. Халафян, Г. В. Калайдина, Е. Ю. Пелипенко ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2018. - 183 с.

9. Халафян, Алексан Альбертович (КубГУ). Методы машинного обучения в Data Mining пакета STATISTICA : учебное пособие для студентов / А. А. Халафян. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2022. - 259 с.

10. Системный анализ : учебное пособие / авторы: А. А. Халафян, Г. В. Калайдина, В. А. Акиншина, Е. Ю. Пелипенко ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар : Кубанский государственный университет, 2020. - 179 с.

11. Барский, А. Б. Логические нейронные сети : учебное пособие : [16+] / А. Б. Барский. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ) : Бином. Лаборатория знаний, 2007. - 352 с. : ил., табл., схем. - (Основы информационных технологий). - Режим доступа: по подписке. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232983>

12. Фарунцев, С. Д. Интеллектуальные технологии управления в технических системах : учебное пособие : [16+] / С. Д. Фарунцев ; Омский государственный технический университет. - Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2019. - 104 с. : ил., табл., схем., граф. - Режим доступа: по подписке. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682099> (дата обращения: 06.12.2022).

13. Целых, А. Н. Современные методы прикладной информатики в задачах анализа данных: учебное пособие по курсу «Методы интеллектуального анализа данных» : [16+] / А. Н. Целых, А. А. Целых, Э. М. Котов ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2021. - 130 с. : ил., табл., схем. - Режим доступа: по подписке. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=683920> (дата обращения: 06.12.2022)



14. Платонов, А. В. Машинное обучение : учебное пособие для вузов / А. В. Платонов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 85 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15561-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/508804> (дата обращения: 06.12.2022)

### Перечень ресурсов сети «Интернет»

1. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»: <http://www.biblioclub.ru>
2. Электронная библиотечная система издательства «Лань»: <http://www.e.lanbook.com>
3. Электронная библиотечная система «Юрайт»: <http://www.biblio-online.ru>
4. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU: <http://www.elibrary.ru>
5. Общероссийский портал Math-Net.Ru — это современная информационная система, предоставляющая российским и зарубежным ученым различные возможности в поиске научной информации по математике, физике, информационным технологиям и смежным наукам. <https://www.mathnet.ru/>
6. Международная издательская компания, специализирующаяся на издании академических журналов и книг по естественно-научным направлениям. <https://link.springer.com/>
7. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) <http://ej.kubagro.ru/>