

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮГО-ЗАПАДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ЮЗГУ)

УТВЕРЖДАЮ
Председатель
Приемной комиссии



С.Г. Емельянов

(подпись)

« 28 » марта 2022 г.

ПРОГРАММА
К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ЭКЗАМЕНУ В АСПИРАНТУРУ
по научной специальности
2.3.1. Системный анализ,
управление и обработка информации

Курск 2022 г.

Программа вступительных испытаний формируется на основе соответствующих федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программе специалитета и программе магистратуры.

Раздел 1.

Анализ и синтез биотехнических систем

1.1. Биологические системы как объект исследования

Классификация систем. Способы описания систем. Основные функциональные характеристики сложных систем.

Рассмотрение организма с позиции системного анализа. Функциональные системы организма и особенности их как объектов медико-биологических исследований. Проблемы анализа и синтеза биотехнических систем. Источники и происхождение биологических сигналов. Средства управления состоянием организма.

1.2. Теория биотехнических систем

Определения, свойства биотехнических систем. Системный подход при сопряжении элементов живой и неживой природы. Метод поэтапного моделирования. Биотехнические измерительно-вычислительные системы медицинского назначения, мониторные системы, системы лечебно-терапевтического назначения; системы временного и длительного замещения функций живого организма; биотехнические системы управления состоянием и поведением живого организма.

Раздел 2. Математические основы кибернетики.

1.1 Элементы теории множеств. Множества и числовые поля.

Множества и элементы. Алгебраические операции. Числовые поля. N -мерные пространства. Линейные пространства. Действия над векторами. Размерность и базис. Переход к новому базису. Подпространства линейных пространств. Аффинное пространство и определение координат в нем. Переход к новой системе координат.

1.2 Матрицы и линейные преобразования. Матричная алгебра.

Матрицы, определители, миноры и алгебраические дополнения. Ранг матрицы. Линейная зависимость строк матриц. Обращение матриц. Нормальное уравнение метода наименьших квадратов. Решение систем линейных алгебраических уравнений численными методами. Метод Гаусса.

Методы итераций. Произвольные системы линейных уравнений. Совместные и несовместные системы. Однородные системы. Фундаментальная совокупность решений. Псевдорешения систем линейных уравнений. Плохо обусловленные системы линейных алгебраических уравнений. *Линейные операторы*. Общие свойства линейных операторов. Собственные векторы и собственные значения линейного оператора. Линейные операторы в Евклидовом пространстве. Сопряженные операторы. Унитарные операторы. Линейные операторы в гильбертовом пространстве. Ряд Фурье. Интеграл Фурье. Преобразование Радона.

1.3 Теория вероятностей и математическая статистика. *Понятие вероятности*. События и понятия исходов эксперимента. Дискретные случайные величины. Законы распределения случайных величин. Нормальный закон распределения. Распределения, связанные с нормальным. Бинарное распределение. Распределение Пуассона. Числовые характеристики случайных величин. Многомерные плотности. Понятие о системе случайных величин. Условные законы распределения. Числовые характеристики системы двух случайных величин. Числовые характеристики функций от случайных величин. Выборочные характеристики. Статистическая оценка параметров распределения. Оценка законов распределения. Проверка статистических гипотез. Критерий Байеса. Однофакторный анализ. Линейный регрессионный анализ. Критерии согласия.

1.4 Теория случайных процессов. Стационарные случайные процессы. Основные понятия. Корреляционная и ковариационная функции. Спектральный анализ случайных процессов. Энергетический спектр случайного процесса. Формула Винера – Хинчина. Свойства стационарно-корреляционных характеристик стационарного случайного процесса. Белый шум. Временные ряды. Методы исследования структуры стационарного временного ряда. Модели временных рядов.

Раздел 3. Математическое описание и оптимизация задач управления, обработки информации и принятия решений.

3.1 Задачи оптимального управления и их классификация.

Понятие управления. Критерии качества управления. Математическое описание объекта управления. Основные понятия теории оптимизации. Математическое описание элементов и узлов САР. Передаточные функции САР. Структурные преобразования. Применение теории графов. Критерии устойчивости САР. Оценка качества регулирования.

3.2 Основные понятия информационного обеспечения.

Информация и данные. Формы адекватности информации. Понятие сообщения. Количественные меры информации. Переносчики информации. Модуляция. Понятие кода и кодирования.

3.3 Многомерный анализ. Факторный анализ. Дискриминантный анализ. Кластерный анализ. Многомерное шкалирование.

3.4 Экспертные модели и методы принятия решений. Проблема формализации поиска решения в системах поддержки принятия решений. Продукционные модели. Организация параллельной обработки продукционной модели по схеме вычислений на основе потока данных. Представление причинно-следственных и временных зависимостей в экспертных моделях принятия решений.

Раздел 4. Обработка сигналов в биологии и медицине.

4.1 Математические основы обработки сигналов. Характеристики сигналов и шумов. Методы линейной фильтрации. Методы нелинейной фильтрации. Медианные фильтры. Дискретизация и квантование непрерывных сигналов. Искажения сигналов, связанные с дискретизацией и квантованием. Понятие свертки и «окна»

4.2 Методы обработки сигналов. Параметрические методы обработки сигналов. Непараметрические методы обработки (преобразования

Фурье, Уолша, методы аппроксимации). Корреляционный анализ и его приложения. Методы, основанные на анализе параметров сигналов (анализ «формы волны»). Особенности обработки нестационарных случайных сигналов. Методы периодометрического анализа и его модификации. Сплайны и их применения. Цифровая фильтрация и ее применение в МБИ. Методы сжатия информации при обработке биологических сигналов. Методы рангового анализа случайных сигналов.

4.3 Аппаратные средства получения и обработки сигналов.

Датчики для измерения показателей сердечно-сосудистой системы. Датчики для нейромышечного и респираторного мониторинга. Электрические характеристики электродов. Источники помех в электродных системах и способы их применения. Микроэлектроды. *Интегральные операционные усилители.* Инвертирующий и неинвертирующий усилители. Дифференциальные усилители. Способы и схемы подавления синфазных помех. Усилители с гальванической развязкой. *Схемы с частотозависимыми обратными связями.* Интеграторы, дифференциаторы, генераторы, устройства выборки-хранения. Нелинейные функциональные преобразователи на основе ОУ. Цифровые элементы и узлы электронной медицинской аппаратуры. Основные типы цифровых ИС и их параметры. Синтез комбинационных цепей. Триггерные схемы, регистры, счетчики и узлы на их основе. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи.

4.4 Цифровые методы обработки и анализа изображений.

Двумерная свертка. Гистограммы уровней яркости. Меры количества информации в изображении. Хранение и представление изображений. Локальные операторы. Двумерный спектральный анализ. Методы анализа изображений. Сегментация изображений.

Раздел 5. Применение персональных компьютеров и микроконтроллеров в системах анализа данных и интеллектуальной поддержки принятия решений.

5.1 Микропроцессорные системы

Элементная база вычислительной техники. Типы БИС/СБИС, системы на кристалле. Классификация микропроцессорных средств. Базовый набор функций и модулей микропроцессорных систем (МПС). Архитектура, особенности программирования и применение микропроцессоров общего назначения и микроконтроллеров. Специализированные микропроцессоры. Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов; микропроцессоры ЦОС. Микропроцессоры с RISC архитектурой. Транспьютеры. Мульти-микропроцессорные системы. Базовые конфигурации. Программное обеспечение МПС: особенности, операционные системы для встраиваемых приложений реального времени. Этапы проектирования.

5.2 Системное программное обеспечение

Назначение, функции и структура операционной системы (ОС). Понятие процесса, управление процессами. Виды ресурсов и управление ими. Управление памятью. Файловая система, управление файлами. Устройства, виды устройств, драйверы устройств. Синхронизация процессов, семафоры, сообщения, использование семафоров для решения задач взаимного исключения и синхронизации; тупики. Мультизадачные ОС. Состав ОС. Загрузка и настройка ОС. Трансляторы. Формальные языки и грамматики. Структура компиляторов и интерпретаторов, Оверлейные структуры. Графические оконные интерфейсы.

5.3 Основы алгоритмизации и программирования

Основные этапы решения задач на ЭВМ. Критерии качества программы. Постановка задачи и спецификация программы. Алгоритм и его свойства; способы описания алгоритма; проверка правильности построения алгоритма. Инструментальные средства систем программирования;

технология программирования в интегрированной среде. Языки программирования. Основные сведения о процедурном языке. Структуры и типы данных, их внутреннее представление; операции и выражения; операторы управления вычислительным процессом; структурированные данные; функции; файловый ввод-вывод. Модульное программирование CASE-средства. Верификация программ.

5.4 Методы анализа и проектирования ВС

Понятие о моделях, их классификация; требования к моделям; моделирование, как этап проектирования. Математическое и имитационное моделирование. Модели массового обслуживания. Моделирование случайных величин, событий и потоков событий. Сети Петри. Обработка результатов эксперимента, планирование эксперимента. Языки моделирования. Верификация как метод анализа схемных решений. Формализация структурного синтеза; классификация задач синтеза. Задача оптимизации, основные методы оптимизации параметров, допусков и технических требований; многокритериальная оптимизация.

5.5 Сети ЭВМ и средства телекоммуникаций

Классификация сетей ЭВМ: локальные, региональные и глобальные сети; корпоративные сети. Архитектура сетей и систем телекоммуникаций. Состав средств телеобработки и телекоммуникаций для построения сетей ЭВМ Концепция открытых систем. Эталонная модель взаимодействия открытых систем. Локальные сети ЭВМ. Требования, предъявляемые к ЛВС. Типовые структуры ЛВС. Структуризация локальных сетей. Структура сетей передачи данных (СПД). Принципы передачи дискретной информации. Типы каналов и их особенности: кабельные, спутниковые, радиорелейные, оптоволоконные Управление потоками в СПД. Методы маршрутизации. Интернет. Принципы построения сети. Услуги, предоставляемые в Интернете: электронная почта, электронные конференции, передача файлов,

голосовая связь, мультимедиа, дистанционное обучение. Базовые протоколы семейства TCP/IP.

5.6 Базы данных

Понятия «база объектов» и «объектно-ориентированная СУБД». Языки систем баз данных. Архитектура систем баз данных. Модели данных для систем БД. Реляционная модель данных. Реляционные языки запросов. Язык запросов SQL. Сетевая модель данных. Иерархическая модель данных. Объектно-ориентированная модель. Физическая организация данных. Администрирование баз данных. Средства проектирования баз данных. CASE - технологии. Технология разработки программных систем с использованием СУБД. Программирование на языках СУБД. Организация интерфейса языков программирования высокого уровня с СУБД.

5.7 Защита информации

Проблемы защиты информации. Особенности защиты в компьютерах и информационно-вычислительных системах, несанкционированный доступ (НСД). Аппаратные и программные средства защиты от НСД и разграничение доступа к ресурсам. Штатные средства защиты, встроенные в операционные системы. Криптографические средства защиты. Надежность средств защиты.

5.8 Медицинские информационные технологии (МИТ) и телемедицина

Основные задачи МИТ. Методы и средства обеспечения информационной и программной совместимости медицинских программных продуктов. Интеграция различных АРМ в единую информационную систему. Методы комплексного использования приборов, измерительных систем и МИТ. Критерии оценки эффективности МИТ.

Телекоммуникационная сеть — интеграция ресурсов отечественных и международных фондов телекоммуникационных систем. Технология представления медицинской информации для удаленного консультирования.

Консультации и активное участие в лечебном процессе удаленных объектов с использованием телемедицины. Медицинская робототехника и телемедицинские технологии. Перспективы развития МИТ и телемедицины.

5.9 Задачи машинного обучения

Ключевые задачи машинного обучения: **регрессия** — предсказание числовых значений признаков, например, предсказание будущих объемов продаж на основании известных данных о продажах в прошлом; **классификация** — предсказание того, к какому из известных классов относится объект; **кластеризация** — разделение большого множества объектов на кластеры — классы, внутри которых объекты похожи между собой, например, сегментирование рынка, разделение всех потребителей на классы так, что внутри классов потребители похожи между собой, а в разных классах — отличаются; **уменьшение размерности** – сведение большого числа признаков к меньшему (обычно 2–3) для удобства их последующей визуализации (например, сжатие данных); **поиск аномалий** — поиск редких и необычных объектов, существенно отличающихся от основной массы, например, поиск мошеннических транзакций.

Способы машинного обучения: С учителем (Supervised machine learning). Без учителя (Unsupervised machine learning). Глубокое обучение (Deep learning).

Основная литература

1. Симчера В.М. Методы многомерного анализа статистических данных: Учебное пособие.-М: Финансы и статистика 2008.-400с.
2. Теоретические основы системного анализа / Новосельцев В.И. [и др.] ; под ред. В. И. Новосельцева. - М. : Майор, 2006. - 592 с.
3. Филист, С.А. Компьютерные технологии обработки и анализа биомедицинских сигналов и данных / С.А. Филист, К.Д.Д. Кассим, А.Ф. Рыбочкин; Юго-Зап. гос. ун-т – Курск, 2016. _290 с.

4. Орлов С. А. Организация ЭВМ и систем. СПб: Питер, 2013. – 688 с.
5. Бройдо В. Л., Ильина О. П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. СПб: Питер, 2011 г. - 560 с.
6. Таненбаум Э., Остин Т. Архитектура компьютера: пер. с англ. / СПб.: Питер, 2013.-816 с.
7. Костров Б.В., В. Н. Ручкин В.Н. Микропроцессорные системы. М.: ТехБук, 2005 г. -208 с.
8. Хартов В.Я. Микропроцессорные системы. М.: Академия, 2010. 352 с.
9. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Сетевые операционные системы. СПб: Питер, 2009. – 673 с.
10. Молчанов А.Ю. Системное программное обеспечение. СПб: Питер, 2010. - 400с.
11. Гордеев А.В. Операционные системы СПб: Питер, 2009. - 416 с.
12. Таненбаум Э. Современные операционные системы /пер. с англ.СПб: Питер, 2013 г.- 1120 с.
13. Иванова Г.С.. Программирование. КноРус, 2013. – 432 с.
14. Иванова Г.С. Технология программирования. М.: КноРус, 2013. – 336 с.

Дополнительная литература

15. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. Пер. с англ. М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2006. 1104 с.
16. Математические методы обработки медико-биологической информации. математическая статистика. Корневский Н.А., Юлдашев З.М., Конаныхина Т.Н. / Учебник: Старый Оскол, 2021.304с. ISBN: 978-5-94178-740-1
17. Рангайян Р.М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход/Пер. с англ. Под ред. А.П. Немирко. – М: Физматлит, 2007. 440 с.

18. Дюк В.А. Обработка данных на ПК в примерах. - СПб: Питер, 1997,- 240 с.
19. Медик В.А., Токмачев М.С. Математическая статистика в медицине: учеб. Пособие/В.А. Медик, М.С. Токмачев. - М.: Финансы и статистика, 2007. 800 с.
20. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002, 608 с.
21. Теория систем и системный анализ: учеб. пособие / В.Н. Чернышов, А.В. Чернышов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та,2008. – 96 с.
22. Яковлев А.Н. Основы вейвлет-преобразования сигналов: Учебное пособие. - М.:САЙНС-ПРЕСС, 2003. - 80 с.

Программа рассмотрена на заседании каф. БМИ.

Протокол №9 от 10 марта 2022 г.

Шкала оценивания и минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания (для каждого вступительного испытания)

Шкала оценивания (критерии выставления баллов)			
49 баллов и менее	50-65 баллов	66-84 баллов	85-100 баллов
Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания – 50 баллов			
<p>Поступающий: - изложил менее 25% материала, требуемого федеральным государственным стандартом подготовки аспиранта по направлению; - продемонстрировал низкий уровень глубины изложения материала по направлению</p>	<p>Поступающий: - изложил от 50% до 75% материала, требуемого федеральным государственным стандартом подготовки аспиранта по направлению; - продемонстрировал уровень глубины изложения материала по направлению выше среднего</p>	<p>Поступающий: - изложил от 75% до 100% материала, требуемого федеральным государственным стандартом подготовки аспиранта по направлению; - продемонстрировал высокий уровень изложения материала по направлению.</p>	<p>Поступающий: - продемонстрировал владение материалом, как по полноте, так и по глубине полностью соответствующим требованиям федеральным государственным стандартом подготовки аспиранта по направлению; - владеет системой научных понятий, культурой мышления; фактами научных теорий; методами и процедурами профессиональной деятельности; умение поставить цель и сформулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций.</p>

Программа обсуждена и рекомендована для вступительного экзамена в аспирантуру по научной специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации» на заседании кафедры биомедицинской инженерии протокол №9 от «10» марта 2022г.