

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ

Директор по образовательной деятельности



С.Т. Князев
2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля
М.1.3.

Модуль
Оптимизация функционирования технических систем

Екатеринбург, 2021

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа Искусственный интеллект в электроэнергетике	Код ОП
Направление подготовки Прикладная математика	Код направления и уровня подготовки 01.04.04

Области образования, в рамках которых реализуется модуль образовательной программы по СУОС УрФУ:

№ п/п	Перечень областей образования, для которых разработан СУОС УрФУ	Уровень подготовки
1	Математические и естественные науки	магистратура

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Тырсин Александр Николаевич	Д-р. техн. наук, профессор	Профессор	Кафедра прикладной математики, Уральский Энергетический институт
2	Сесекин Александр Николаевич	Д-р. физ.-мат. наук, профессор	Профессор	Кафедра прикладной математики, Уральский Энергетический институт

Руководитель модуля

А.Н. Сесекин

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Протокол № 114 от 08.10.2021 г.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ

Оптимизация функционирования технических систем

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из дисциплин «Методы оптимизации» и «Системный анализ».

Дисциплина «Методы оптимизации» посвящена изучению методов конечномерной безусловной и условной оптимизации. «Методы оптимизации» включают в себя разделы: линейное и нелинейное программирование, численные методы оптимизации, дискретную оптимизацию, многокритериальную оптимизацию. Методы оптимизации широко применяются в различных областях науки и техники, включая энергетику. Дисциплина формирует представление о типах оптимизационных задач, особенностях математических моделей этих задач и методах их решения. Цель состоит в том, чтобы научить студентов методам условной и безусловной оптимизации в конечномерных задачах методами дискретной оптимизации. Особое внимание уделяется численным методам конечномерной оптимизации.

Дисциплина «Системный анализ» изучает принципы, методы и средства исследования сложных объектов посредством представления их в качестве систем и анализа этих систем. Цель изучения дисциплины – рассмотрение теоретических основ и закономерностей построения и функционирования систем, в том числе экономических, методологических принципов их анализа и синтеза, применение изученных закономерностей для критического анализа проблемных ситуаций, анализа, интерпретации и обобщения результатов исследований в профессиональной области и выработки стратегий действий, а также для управления проектами по созданию, поддержке и использованию систем бизнес-аналитики в организации.

Дисциплины модуля могут быть реализованы в смешанной и традиционной технологии. Реализация дисциплины с использованием смешанной технологии обучения предполагает применение разработанных электронных ресурсов, имеющих статус ЭОР УрФУ и размещенных на образовательной платформе УрФУ, включая учебные пособия, презентации, задания и тесты.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах и часах
1	Методы оптимизации	4/144
2	Системный анализ	3/108
ИТОГО по модулю:		7/252

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Отсутствуют
Постреквизиты и корреквизиты модуля	Отсутствуют

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Методы оптимизации	ПК-1. Способен выбирать, разрабатывать и проводить экспериментальную проверку работоспособности программных компонентов систем искусственного интеллекта по обеспечению требуемых критериев эффективности и качества функционирования	<p>ПК-1.1. Выбирает и разрабатывает программные компоненты систем искусственного интеллекта</p> <p>ПК-1.1. 3-1. Знает основные критерии эффективности и качества функционирования системы искусственного интеллекта: точность, релевантность, достоверность, целостность, быстрота решения задач, надежность, защищенность функционирования систем искусственного интеллекта</p> <p>ПК-1.1. 3-2. Знает методы, языки и программные средства разработки программных компонентов систем искусственного интеллекта</p> <p>ПК-1.1. У-1. Умеет выбирать, адаптировать, разрабатывать и интегрировать программные компоненты систем искусственного интеллекта с учетом основных критериев эффективности и качества функционирования</p>
	ПК-7. Способен руководить проектами по созданию, внедрению и использованию одной или нескольких сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта в прикладных областях	<p>ПК-7.1. Исследует и анализирует развитие новых направлений и перспективных методов и технологий в области искусственного интеллекта, участвует в исследовательских проектах по развитию перспективных направлений в области искусственного интеллекта (алгоритмическая имитация биологических систем принятия решений, автономное самообучение и развитие адаптивности алгоритмов к новым задачам, автономная декомпозиция сложных задач, поиск и синтез решений)</p> <p>ПК-7.1. 3-1. Знает современное состояние и перспективы развития новых направлений, методов и технологий в области искусственного интеллекта</p> <p>ПК-7.1. У-1. Умеет проводить анализ новых направлений, методов и технологий в области искусственного интеллекта и определять</p>

		наиболее перспективные для различных областей применения
Системный анализ	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, в том числе в цифровой среде	<p>УК-1. З-1. Демонстрировать понимание основных методов системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций.</p> <p>УК-1. З-2. Определять этапы разработки стратегии действий, в том числе в цифровой среде, и методы решения проблемных ситуаций.</p> <p>УК-1. У-1. Выявлять проблемные ситуации, используя методы системного подхода и критического анализа.</p> <p>УК-1. У-2. Обосновывать выбор стратегии для достижения поставленной цели, в том числе в цифровой среде, с учетом ограничений, рисков и моделируемых результатов.</p> <p>УК-1. У-3. Анализировать проблемную ситуацию, выявлять и определять способы ее разрешения.</p> <p>УК-1. П-1. Использовать эффективные стратегии действий для решения проблемной ситуации, в том числе в цифровой среде, с учетом оценки ограничений, рисков и моделируемых результатов.</p> <p>УК-1. П-2. Использовать методы критического анализа и системного подхода в разработке стратегии действий для решения проблемных ситуаций, в том числе в цифровой среде.</p> <p>УК-1. Д-1. Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление.</p>
	ОПК-3. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области	<p>ОПК-3. З-1. Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области.</p> <p>ОПК-3. У-1. Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов.</p>

		<p>ОПК-3. П-1. Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ.</p> <p>ОПК-3. Д-1. Демонстрировать умения анализировать и обобщать информацию, делать логические умозаключения.</p>
	<p>ОПК-6. Способен применять методы системного анализа и программное обеспечение для системного моделирования с целью решения задач в сфере исследовательской деятельности</p>	<p>ОПК-6.1. Использует методы системного анализа для постановки задач и отыскания возможных путей их решения в сфере искусственного интеллекта</p> <p>ОПК-6.1. 3-1. Знает основные концепции и методы системного анализа (композиция и декомпозиция, абстрагирование и конкретизация, структурирование, алгоритмизация и др.).</p> <p>ОПК-6.1. 3-2. Знает способы применения методов системного анализа и границы их применимости в сфере исследовательской деятельности</p> <p>ОПК-6.1. У-1. Умеет формулировать проблемную ситуацию, определять цели исследования и критерии их достижения</p> <p>ОПК-6.1. У-2. Умеет осуществлять моделирование исследуемой системы, формулировать гипотезы и планировать эксперименты с целью их подтверждения или опровержения</p> <p>ОПК-6.2. Настраивает, конфигурирует, а адаптирует программные средства системного моделирования для постановки и решения задач в сфере искусственного интеллекта</p> <p>ОПК-6.2. 3-1. Знает основные программные средства, используемые для системного моделирования в сфере исследовательской деятельности</p> <p>ОПК-6.2. 3-2. Знает принципы работы, системную архитектуру и основные технические характеристики программных средств, используемых для системного</p>

		<p>моделирования в сфере исследовательской деятельности</p> <p>ОПК-6.2. У-1. Умеет сформулировать задачу и гипотезу исследования с использованием программного кода средств системного моделирования</p> <p>ОПК-6.2. У-2. Умеет конфигурировать и адаптировать типовые программные средства системного анализа и моделирования для решения задач в сфере исследовательской деятельности</p>
	<p>ПК-1. Способен выбирать, разрабатывать и проводить экспериментальную проверку работоспособности программных компонентов систем искусственного интеллекта по обеспечению требуемых критериев эффективности и качества функционирования</p>	<p>ПК-1.1. Выбирает и разрабатывает программные компоненты систем искусственного интеллекта</p> <p>ПК-1.1. 3-1. Знает основные критерии эффективности и качества функционирования системы искусственного интеллекта: точность, релевантность, достоверность, целостность, быстрота решения задач, надежность, защищенность функционирования систем искусственного интеллекта</p> <p>ПК-1.1. 3-2. Знает методы, языки и программные средства разработки программных компонентов систем искусственного интеллекта</p> <p>ПК-1.1. У-1. Умеет выбирать, адаптировать, разрабатывать и интегрировать программные компоненты систем искусственного интеллекта с учетом основных критериев эффективности и качества функционирования</p>
	<p>ПК-9. Способен создавать и применять методы объяснимого искусственного интеллекта для создания интерпретируемых интеллектуальных систем</p>	<p>ПК-9.1. Применяет методы объяснимого искусственного интеллекта для построения объясняющего интерфейса интеллектуальной системы</p> <p>ПК-9.1. 3-1. Знает типы объясняющих интерфейсов для интеллектуальной системы объясняющих интерфейсов</p> <p>ПК-9.1. У-1. Умеет строить объясняющие интерфейсы, в том числе на базе рефлексивных объяснений, рациональных объяснений, интерактивной визуализация, интерактивных объяснений динамических систем.</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной, очно-заочной и заочной формах.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН МОДУЛЯ

**ПРОГРАММА МОДУЛЯ
ОПТИМИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ
РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН
МОДУЛЯ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 1
МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Сесекин Александр Николаевич	Доктор физ.-мат. наук, профессор	Профессор	Кафедра прикладной математики, УралЭНИН

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Протокол № 114 от 08.10.2021 г.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 1 (майнор) МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

2.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Смешанная модель обучения с использованием онлайн-курса УрФУ;
- Исключительно электронного обучения с использованием внутреннего онлайн-курса УрФУ.

2.2. Содержание дисциплины 1

Таблица 1.3

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Численные методы оптимизации	Минимизация унимодальных функций. Метод деления отрезка пополам. Метод золотого сечения. Метод ломаных. Метод касательных. Численные методы безусловной минимизации функции n переменных (градиентные методы с дроблением шага, метод наискорейшего спуска, метод покоординатного спуска, метод Ньютона). Относительный экстремум функции. Методы штрафных функций.
P2	Линейное программирование	Постановка задачи линейного программирования (ЛП). Различные формы задачи линейного программирования. Геометрический метод решения задачи ЛП. Некоторые свойства задач ЛП (структура множества допустимых решений, базисные и опорные решения задачи ЛП). Симплекс-метод. Контроль за правильностью составления таблиц. Геометрическая интерпретация задачи ЛП. Отыскание первого базиса (метод искусственного базиса). Понятие о двойственности в ЛП. Достаточный признак оптимальности. Задача дробно-линейного программирования. Транспортная задача. Необходимое условие совместности системы ограничений в транспортной задаче. Теорема о ранге матрицы в системе ограничений. Определение исходного опорного плана в транспортной задаче. Метод потенциалов. Открытая модель транспортной задачи.
P3	Нелинейное программирование	Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума функции одной переменной. Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума функции n переменных. Относительный экстремум функции. Метод множителей Лагранжа. Необходимые условия экстремума первого и второго порядка. Достаточные условия экстремума. Теорема Куна - Таккера.
P4	Дискретная оптимизация	Задача целочисленного программирования. Решение задачи целочисленного программирования с помощью метода ветвей и границ с помощью алгоритма Гомори. Задачи оптимизации с булевыми переменными.
P5	Задачи многокритериальной оптимизации	Математическая постановка задачи многокритериальной оптимизации. Парето оптимальные решения. Метод уступок для задачи многокритериальной оптимизации. Метод

2.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации /полностью на иностранном языке

2.4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 1 МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Электронные ресурсы (издания)

1. Гасс С. Линейное программирование (методы и приложения): монография / С. Гасс; ред. Д.Б. Юдин; пер. Е.Г. Гольштейн; пер. М.И. Сушкевич. Москва: Гос. изд-во физико-математической лит., 1961. 304с. (Физико-математическая библиотека инженера). <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=116235>.
2. Карманов В. Г. Математическое программирование: учебное пособие / В.Г. Карманов. 6-е изд., испр. Москва: Физматлит, 2008. 264 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68140>.
3. Гредасова Н.В., Сесекин А.Н., Шориков А.Ф., Плескунов М.А. Математическое программирование: теория и методы: учебное пособие. Рекомендовано методическим советом Уральского федерального университета для студентов, обучающихся по всем инженерно-техническим направлениям подготовки и специальностям / Н.В. Гредасова, А.Н. Сесекин, А.Ф. Шориков, М.А. Плескунов; научный редактор В.И. Зенков. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2020. 200с. <https://elar.urfu.ru/handle/10995/93288>.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Oxford University Press
2. ProQuest Digital Dissertations and Theses Global
3. Computers & Applied Sciences Complete
4. eLibrary Научная электронная библиотека
5. IEEE Xplore
6. Scopus
7. EndNote Web

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная электронная библиотека eLibrary <https://www.elibrary.ru/>
2. Реферативная БД Scopus <https://www.scopus.com/>
3. Электронный научный архив УрФУ <https://elar.urfu.ru/>
4. Зональная научная библиотека (УрФУ) - <http://lib.urfu.ru/>

2.5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 1 МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мультимедийная аудитория. Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов. Рабочее место преподавателя. Доска аудиторная. Периферийное устройство.	Microsoft Office (Word, Excel, Power Point)
2	Практические занятия	Терминальный класс. Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов. Рабочее место преподавателя. Персональные компьютеры по количеству обучающихся.	Microsoft Office (Word, Excel, Power Point)

**ПРОГРАММА МОДУЛЯ
ОПТИМИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН
МОДУЛЯ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 2
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Тырсин Александр Николаевич	Д-р техн. наук, профессор	Профессор	Кафедра прикладной математики, Уральский Энергетический институт

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Протокол № 114 от 08.10.2021 г.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 2 (майноР) СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

2.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Смешанная модель обучения с использованием онлайн-курса УрФУ;
- Исключительно электронного обучения с использованием внутреннего онлайн-курса УрФУ.

2.2. Содержание дисциплины 2

Таблица 1.3

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Предмет, задачи системного анализа	Системный анализ и его место среди других научных направлений. Области применения системного анализа в экономике. Базовые определения систем. Классификация систем. Подсистема. Элемент. Среда. Большие и сложные системы. Самоорганизация в сложных системах. Композиция и декомпозиция систем. Логические основы системного анализа. Основные закономерности систем.
P2	Системный анализ как методология решения проблем	Системный анализ в структуре современных системных исследований. Системный анализ в управлении предприятиями, территориальными комплексами, научно-исследовательскими и другими организациями. Методики системного анализа по Оптнеру, Янгу, Никанорову, Черняку; сравнительная характеристика методик. Методология анализа хорошо структурированных, неструктурированных и слабо структурированных систем. Классификация методов и моделей системного анализа.
P3	Методы формализованного представления систем	Аналитические и статистические методы. Теоретико-множественные представления. Логические методы. Лингвистические, семиотические и графические представления.
P4	Экспертные методы системного анализа	Методы «мозговой атаки», сценариев, экспертных оценок, «Дельфи», дерева целей, морфологические, решающих матриц.
P5	Методы принятия решений в сложных системах	Постановка задач принятия оптимальных решений. Риск и его измерение. Принятие решений в условиях определенности, полной или частичной неопределенности, конфликта. Идеальный и неидеальный эксперимент. Задачи, модели и методы многомерного статистического анализа и направления его практического применения в системном анализе. Задачи классификации и регрессии.
P6	Информационные аспекты изучения систем	Сигналы в системах. Основные понятия теории информации. Информационная мера Шеннона, энтропия и количество информации. Дифференциальная энтропия как математическая модель сложной системы. Системы искусственного интеллекта.
P7	Примеры использования	Методы организации сложных экспертиз. Анализ

	методов системного анализа	информационных ресурсов. Развитие систем организационного управления. Выбор решений с помощью дерева решений. Примеры процедур принятия решений. Управление проектами по созданию, поддержке и использованию систем бизнес-аналитики в организации.
--	----------------------------	---

2.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации /полностью на иностранном языке

2.4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 2 СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Электронные ресурсы (издания)

1. Поршнева, С. В. Системный анализ / С.В. Поршнева УМК. 2007. http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=6045.
2. Завалицин, Д. С. Теория игр и исследование операций / Д.С. Завалицин. УМК. 2007. http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=4888.
3. Ключев, Ю.Б. Исследование операций / Ю.Б. Ключев. УМК. 2007. http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=5516.
4. Вдовин, В.М. Теория систем и системный анализ: учебник / В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова, В.А. Валентинов. 3-е изд. М.: Дашков и К°, 2016. 644 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=453515>.
5. Аникин, С.А. Теория игр / С.А. Аникин, М.А. Медведева УМК. 2007. http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=2748.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

8. Oxford University Press
9. ProQuest Digital Dissertations and Theses Global
10. Computers & Applied Sciences Complete
11. eLibrary Научная электронная библиотека
12. IEEE Xplore
13. Scopus
14. EndNote Web

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

5. Научная электронная библиотека eLibrary <https://www.elibrary.ru/>
6. Реферативная БД Scopus <https://www.scopus.com/>
7. Электронный научный архив УрФУ <https://elar.urfu.ru/>
8. Зональная научная библиотека (УрФУ) - <http://lib.urfu.ru/>

2.5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 2 СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мультимедийная аудитория. Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов. Рабочее место преподавателя. Доска аудиторная. Периферийное устройство.	Microsoft Office (Word, Excel, Power Point), Acrobat Reader
2	Практические занятия	Терминальный класс. Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов. Рабочее место преподавателя. Персональные компьютеры по количеству обучающихся.	Microsoft Office (Word, Excel, Power Point), Acrobat Reader

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Код модуля
М.1.3

Модуль
Оптимизация функционирования технических систем

Екатеринбург, 2021

Оценочные материалы по модулю составлены авторами:

№ п/ п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Тырсин Александр Николаевич	Д-р техн. наук, профессор	Профессор	Кафедра прикладной математики, Уральский энергетический институт
2	Сесекин Александр Николаевич	Д-р. физ.-мат. наук, профессор	Профессор	Кафедра прикладной математики, Уральский энергетический институт

**1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ МОДУЛЯ ОПТИМИЗАЦИЯ
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах и часах	Форма итоговой промежуточной аттестации по дисциплинам модуля и в целом по модулю
1	Методы оптимизации	4/144	Экзамен
2	Системный анализ	3/108	Экзамен
ИТОГО по модулю:		7 /252	

2. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО МОДУЛЮ

Не предусмотрено

**Раздел 3. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ**

Модуль ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Сесекин Александр Николаевич	Д-р. физ.-мат. наук, профессор	Профессор	Кафедра прикладной математики, Уральский энергетический институт

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Таблица 1

Код и наименование компетенций, формируемые с участием дисциплины	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3	4
<p>ПК-1. Способен выбирать, разрабатывать и проводить экспериментальную проверку работоспособности программных компонентов систем искусственного интеллекта по обеспечению требуемых критериев эффективности и качества функционирования</p>	<p>ПК-1.1. Выбирает и разрабатывает программные компоненты систем искусственного интеллекта</p>	<p>ПК-1.1. 3-1. Знает основные критерии эффективности и качества функционирования системы искусственного интеллекта: точность, релевантность, достоверность, целостность, быстрота решения задач, надежность, защищенность функционирования систем искусственного интеллекта</p> <p>ПК-1.1. 3-2. Знает методы, языки и программные средства разработки программных компонентов систем искусственного интеллекта</p> <p>ПК-1.1. У-1. Умеет выбирать, адаптировать, разрабатывать и интегрировать программные компоненты систем искусственного интеллекта с учетом основных критериев эффективности и качества</p>	<p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Домашняя работа</p> <p>Расчетная работа</p> <p>Экзамен</p>

		функционирования	
ПК-7. Способен руководить проектами по созданию, внедрению и использованию одной или нескольких сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта в прикладных областях	ПК-7.1. Исследует и анализирует развитие новых направлений и перспективных методов и технологий в области искусственного интеллекта, участвует в исследовательских проектах по развитию перспективных направлений в области искусственного интеллекта (алгоритмическая имитация биологических систем принятия решений, автономное самообучение и развитие адаптивности алгоритмов к новым задачам, автономная декомпозиция сложных задач, поиск и синтез решений)	ПК-7.1. З-1. Знает современное состояние и перспективы развития новых направлений, методов и технологий в области искусственного интеллекта ПК-7.1. У-1. Умеет проводить анализ новых направлений, методов и технологий в области искусственного интеллекта и определять наиболее перспективные для различных областей применения	Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Домашняя работа Расчетная работа Экзамен

2. ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ, ВКЛЮЧАЯ МЕРОПРИЯТИЯ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1. Распределение объема времени по видам учебной работы

Таблица 2

№ п/ п	Наименование дисциплины модуля Оптимизация функционирования технических систем	Объем времени, отведенный на освоение дисциплины модуля								
		Аудиторные занятия, час.				Промежуточная аттестация (форма итогового контроля)	Контактная работа (час.)	Самостоятельная работа студента, включая текущую аттестацию (час.)	Всего по дисциплине	
		Занятия лекцион ного типа	Практиче ские работы	Лаборато рные работы	Всего				Час.	Зач. ед.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Методы оптимизации	36	36	0	72	Экзамен	85,13	58,87	144	4
Всего на освоение дисциплины модуля (час.)									144	4
Итого по модулю:									252	7

2.2. Виды СРС, количество и объем времени на контрольно-оценочные мероприятия СРС по дисциплине

Контрольно-оценочные мероприятия СРС включают самостоятельное изучение материала, подготовку к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля, выполнение и оформление внеаудиторных мероприятий текущего контроля и подготовку к мероприятиям промежуточного контроля.

Таблица 3

№ п/п	Вид самостоятельной работы студента по дисциплине модуля	Количество контрольно-оценочных мероприятий СРС	Объем контрольно-оценочных мероприятий СРС (час.)
1	Подготовка к лекционным занятиям		9,67
2	Подготовка к практическим занятиям		7,2
3	Выполнение домашней работы	1	8
4	Выполнение расчетной работы	1	8
5	Подготовка к контрольной работе	2	8
6	Подготовка к экзамену	экзамен	18
Итого на СРС по дисциплине:			58,87

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Подготовка к лекционным занятиям	2, 1-18	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр,	Максимальная оценка в

	учебная неделя	баллах
Контрольная работа № 1	2, 10	20
Контрольная работа № 2	2, 15	20
Выполнение домашней работы	2, 18	14
Выполнение расчетной работы	2, 13	18
Подготовка к практическим занятиям	2, 1-18	28
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям - не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0		

3.3. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
2	1

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Личностные качества	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения.

	Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.
--	--

4.2. Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

Задания по контрольно-оценочным мероприятиям в рамках текущей и промежуточной аттестации должны обеспечивать освоение и достижение результатов обучения (индикаторов) и предметного содержания дисциплины на соответствующем уровне.

5.1. Описание контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

5.1.1. Практические занятия

Номер занятия	Примерный перечень тем практических занятий
1-4	Численные методы оптимизации
5-9	Линейное программирование
10-12	Нелинейное программирование
13-15	Дискретная оптимизация
16-18	Задачи многокритериальной оптимизации

5.1.2. Лабораторные занятия

Не предусмотрено

5.1.3. Курсовая работа / Курсовой проект

Не предусмотрено

5.1.4. Контрольная работа

Примерная тематика контрольных работ:

Контрольная работа № 1 (Линейное программирование)

Контрольная работа № 2 (Дискретная оптимизация)

Примерные задания в составе контрольных работ:

Контрольная работа № 1 (Линейное программирование)

Составить экономико-математическую модель задачи линейного программирования и решить ее с помощью «Поиска решения».

Имеющийся фонд материалов $M_i (i = 1, 2, 3)$ нужно распределить между изготовителями продукции $P_j (j = 1, 2, 3, 4, 5)$ так, чтобы получить максимальную прибыль от реализации всей продукции, произведенной из имеющихся материалов. Нормы расхода на единицу продукции, запас материалов и прибыль, получаемая от реализации единицы готовой продукции, приведены в таблице.

Материал	Фонд материалов	Продукция				
		П1	П2	П3	П4	П5
M1	50000	0,7	0,9	1,5	2,3	1,8
M2	28000	1,4	0,3	0,7	2,5	2,0
M3	40000	0,5	2,1	1,8	0,7	2,0
Прибыль		5	7	6	9	8

Контрольная работа № 2 (Дискретная оптимизация)

Найти оптимальное целочисленное решение задачи:

$$\begin{aligned}
 f &= x_1 + 2x_2 + 3x_3 \rightarrow \max \\
 \begin{cases} 6x_1 + 4x_2 + 3x_3 \leq 25 \\ 5x_1 + 3x_2 + 2x_3 \leq 15 \end{cases} \\
 x_j &\geq 0 (j = \overline{1,3}), x_j \in \mathbb{Z}.
 \end{aligned}$$

5.1.5. Домашняя работа

Примерная тематика домашней работы:

Линейное программирование

Примерные задания в составе домашних работы:

1. Решить задачу линейного программирования, используя геометрическую интерпретацию

$$f = x_1 - x_2 \rightarrow \max$$
$$\begin{cases} 1 \leq x_1 + x_2 \leq 2 \\ 2 \leq x_1 - 2x_2 \leq 3 \\ 1 \leq 2x_1 - x_2 \leq 2 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$$

2. Решить задачу линейного программирования симплекс-методом

$$f = 2x_1 - 3x_2 \rightarrow \min$$
$$\begin{cases} -5x_1 + 3x_2 \leq 15 \\ x_1 - 2x_2 \leq 4 \\ 5x_1 - 4x_2 \leq 40 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$$

3. Решить задачу методом искусственного базиса

$$(C, X) \rightarrow \max$$

$$AX = B$$

$$X \geq 0$$

$$C = (0, 2, 0, 1, -3), B = \begin{pmatrix} 6 \\ 1 \\ 24 \end{pmatrix}, A = \begin{pmatrix} 4 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ -1 & 3 & -1 & 0 & 3 \\ 8 & 4 & 12 & 4 & 12 \end{pmatrix}.$$

5.1.6. Расчетная работа

Примерная тематика расчетной работы:

Численные методы решения экстремальных задач

Примерные задания в составе расчетной работы:

Написать программу и вычислить

$$f(x, y) = (x - 1)^4 + (y + 5)^3 = \sqrt{(x + 2)^2 + 2(y + 3)^2} \rightarrow \min$$

при ограничениях $0 \leq x \leq 2$, $0 \leq y \leq 4$, используя метод внешних штрафных функций и метод Ньютона.

5.1.7. Реферат / эссе / творческая работа

Не предусмотрено

5.1.8. Проектная работа

Не предусмотрено

5.1.9. Деловая (ролевая) игра / Дебаты / Дискуссия / Круглый стол

Не предусмотрено

5.1.10. Кейс-анализ

Не предусмотрено

5.2. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.2.1. Экзамен /зачет в форме независимого тестового контроля

НТК по дисциплине модуля не проводится.

5.2.2. Экзамен в традиционной форме (устные ответы на вопросы)

Список примерных вопросов к экзамену:

1. Минимизация унимодальных функций. Метод деления отрезка пополам. Метод золотого сечения.
2. Метод ломаных
3. Метод касательных.
4. Метод Ньютона.
5. Численные методы безусловной минимизации функции n переменных (градиентные методы с дроблением шага, метод наискорейшего спуска, метод покоординатного спуска).
6. Методы внутренних и внешних штрафных функций.
7. Постановка задачи линейного программирования (ЛП). Различные формы задачи линейного программирования.
8. Геометрический метод решения задачи ЛП.
9. Некоторые свойства задач ЛП (структура множества допустимых решений, базисные и опорные решения задачи ЛП).
10. Симплекс - метод.
11. Контроль за правильностью составления таблиц.
12. Отыскание первого базиса (метод искусственного базиса).
13. Понятие о двойственности в ЛП. Достаточный признак оптимальности. Первая и вторая теорема двойственности.
14. Транспортная задача. Необходимое условие совместности системы ограничений в транспортной задаче. Теорема о ранге матрицы в системе ограничений.
15. Определение исходного опорного плана в транспортной задаче.
16. Метод потенциалов.
17. Открытая модель транспортной задачи.
18. Целочисленное программирование. Метод Гомори.
19. Дробно-линейное программирование
20. Относительный экстремум функции. Метод множителей Лагранжа. Необходимые условия экстремума первого порядка.
21. Теорема Куна-Таккера.
22. Решение задачи целочисленного программирования с помощью метода ветвей.
23. Решение задачи целочисленного программирования с помощью алгоритма Гомори.
24. Задачи оптимизации с булевыми переменными.
25. Парето оптимальные решения.
26. Метод уступок для задачи многокритериальной оптимизации.
27. Метод минимального отклонения от идеальной точки.

**Раздел 3. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ**

Модуль ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Тырсин Александр Николаевич	Д-р техн. наук, профессор	Профессор	Кафедра прикладной математики, Уральский энергетический институт

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Таблица 1.1.

Код и наименование компетенций, формируемые с участием дисциплины	Индикаторы достижения компетенции	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
<p>УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, в том числе в цифровой среде</p>	<p>УК-1. З-1. Демонстрировать понимание основных методов системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций.</p> <p>УК-1. З-2. Определять этапы разработки стратегии действий, в том числе в цифровой среде, и методы решения проблемных ситуаций.</p> <p>УК-1. У-1. Выявлять проблемные ситуации, используя методы системного подхода и критического анализа.</p> <p>УК-1. У-2. Обосновывать выбор стратегии для достижения поставленной цели, в том числе в цифровой среде, с учетом ограничений, рисков и моделируемых результатов.</p> <p>УК-1. У-3. Анализировать проблемную ситуацию, выявлять и определять способы ее разрешения.</p> <p>УК-1. П-1. Использовать эффективные стратегии действий для решения проблемной ситуации, в том числе в цифровой среде, с учетом оценки ограничений, рисков и моделируемых результатов.</p> <p>УК-1. П-2. Использовать методы критического анализа и системного подхода в разработке стратегии действий для решения проблемных ситуаций, в том числе в цифровой среде.</p>	<p>Контрольная работа № 1</p> <p>Домашняя работа</p> <p>Экзамен</p>

	УК-1. Д-1. Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление.	
ОПК-3. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области	<p>ОПК-3. З-1. Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области.</p> <p>ОПК-3. У-1. Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов.</p> <p>ОПК-3. П-1. Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ.</p> <p>ОПК-3. Д-1. Демонстрировать умения анализировать и обобщать информацию, делать логические умозаключения.</p>	<p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Расчетная работа</p> <p>Экзамен</p>
ОПК-6. Способен применять методы системного анализа и программное обеспечение для системного моделирования с целью решения задач в сфере исследовательской деятельности	<p>З-1. Знает основные программные средства, используемые для системного моделирования в сфере исследовательской деятельности</p> <p>З-2. Знает принципы работы, системную архитектуру и основные технические характеристики программных средств, используемых для системного моделирования в сфере исследовательской деятельности</p> <p>З-3. Знает основные программные средства, используемые для системного моделирования в сфере исследовательской деятельности</p> <p>З-4. Знает принципы работы, системную архитектуру и основные</p>	<p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Расчетная работа</p> <p>Экзамен</p>

	<p>технические характеристики программных средств, используемых для системного моделирования в сфере исследовательской деятельности</p> <p>У-1. Умеет сформулировать задачу и гипотезу исследования с использованием программного кода средств системного моделирования</p> <p>У-2. Умеет конфигурировать и адаптировать типовые программные средства системного анализа и моделирования для решения задач в сфере исследовательской деятельности</p> <p>У-3. Умеет сформулировать задачу и гипотезу исследования с использованием программного кода средств системного моделирования</p> <p>У-4. Умеет конфигурировать и адаптировать типовые программные средства системного анализа и моделирования для решения задач в сфере исследовательской деятельности</p>	
--	---	--

Таблица 1.2.

Код и наименование компетенций, формируемые с участием дисциплины	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3	4
ПК-1. Способен выбирать, разрабатывать и проводить экспериментальную проверку работоспособности программных	ПК-1.1. Выбирает и разрабатывает программные компоненты систем искусственного интеллекта	К-1.1. 3-1. Знает основные критерии эффективности и качества функционирования системы искусственного интеллекта: точность, релевантность, достоверность,	Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Домашняя работа № 1

<p>компонентов систем искусственного интеллекта по обеспечению требуемых критериев эффективности и качества функционирования</p>		<p>целостность, быстрота решения задач, надежность, защищенность функционирования систем искусственного интеллекта</p> <p>ПК-1.1. 3-2. Знает методы, языки и программные средства разработки программных компонентов систем искусственного интеллекта</p> <p>ПК-1.1. У-1. Умеет выбирать, адаптировать, разрабатывать и интегрировать программные компоненты систем искусственного интеллекта с учетом основных критериев эффективности и качества функционирования</p>	<p>Домашняя работа № 2</p> <p>Экзамен</p>
<p>ПК-9. Способен создавать и применять методы объяснимого искусственного интеллекта для создания интерпретируемых интеллектуальных систем</p>	<p>ПК-9.1. Применяет методы объяснимого искусственного интеллекта для построения объясняющего интерфейса интеллектуальной системы</p>	<p>ПК-9.1. 3-1. Знает типы объясняющих интерфейсов для интеллектуальной системы объясняющих интерфейсов</p> <p>ПК-9.1. У-1. Умеет строить объясняющие интерфейсы, в том числе на базе рефлексивных объяснений, рациональных объяснений, интерактивной визуализация, интерактивных объяснений динамических систем.</p>	<p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Экзамен</p>

6. ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ, ВКЛЮЧАЯ МЕРОПРИЯТИЯ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

6.1. Распределение объема времени по видам учебной работы

Таблица 2

№ п/ п	Наименование дисциплины модуля Оптимизация функционирования технических систем	Объем времени, отведенный на освоение дисциплины модуля								
		Аудиторные занятия, час.				Промежуточная аттестация (форма итогового контроля)	Контактная работа (час.)	Самостоятельная работа студента, включая текущую аттестацию (час.)	Всего по дисциплине	
		Занятия лекцион ного типа	Практиче ские работы	Лаборато рные работы	Всего				Час.	Зач. ед.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	Системный анализ	18	36	0	54	Экзамен	64,43	43,57	108	3
Всего на освоение дисциплины модуля (час.)									108	3
Итого по модулю:									252	7

6.2. Виды СРС, количество и объем времени на контрольно-оценочные мероприятия СРС по дисциплине

Контрольно-оценочные мероприятия СРС включают самостоятельное изучение материала, подготовку к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля, выполнение и оформление внеаудиторных мероприятий текущего контроля и подготовку к мероприятиям промежуточного контроля.

Таблица 3

№ п/п	Вид самостоятельной работы студента по дисциплине модуля	Количество контрольно-оценочных мероприятий СРС	Объем контрольно-оценочных мероприятий СРС (час.)
1	Подготовка к лекционным занятиям		3,6
2	Подготовка к практическим занятиям		5,97
3	Выполнение домашней работы	2	8
4	Подготовка к контрольной работе	2	8
5	Подготовка к экзамену	экзамен	18
Итого на СРС по дисциплине:			43,57

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Подготовка к лекционным занятиям	1, 1-18	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Контрольная работа № 1	1, 11	20
Контрольная работа № 2	1, 16	20
Выполнение домашней работы № 1	1, 14	16
Выполнение домашней работы № 2	1, 18	16
Подготовка к практическим занятиям	1, 1-18	28
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по		

практическим/семинарским занятиям– 1
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям - не предусмотрена
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0

3.3. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
1	1

2. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Личностные качества	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2. Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

3. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

Задания по контрольно-оценочным мероприятиям в рамках текущей и промежуточной аттестации должны обеспечивать освоение и достижение результатов обучения (индикаторов) и предметного содержания дисциплины на соответствующем уровне.

5.1. Описание контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

5.1.1. Практические занятия

Номер занятия	Примерный перечень тем практических занятий
1	Базовые определения систем. Классификация систем. Подсистема. Элемент. Среда.
2	Большие и сложные системы. Самоорганизация в сложных системах. Композиция и декомпозиция систем. Основные закономерности систем.
3	Методики системного анализа по Оптнеру, Янгу, Никанорову, Черняку; сравнительная характеристика методик.
4	Методология анализа хорошо структурированных, неструктурированных и слабо структурированных систем.

5	Методы формализованного представления систем. Аналитические и статистические методы. Теоретико-множественные представления.
6	Методы формализованного представления систем. Логические методы. Лингвистические, семиотические и графические представления.
7	Экспертные методы системного анализа. Методы «мозговой атаки», сценариев, экспертных оценок.
8	Экспертные методы системного анализа. Методы «Дельфи», дерева целей, морфологические, решающих матриц.
9	Принятие решений в условиях определенности.
10	Принятие решений в условиях полной или частичной неопределенности.
11	Принятие решений в условиях конфликта. Матричные и биматричные игры.
12	Идеальный и неидеальный эксперимент.
13	Задачи, модели и методы многомерного статистического анализа и направления его практического применения в системном анализе.
14	Задачи классификации и регрессии.
15	Сигналы в системах. Основные понятия теории информации. Информационная мера Шеннона, энтропия и количество информации.
16	Дифференциальная энтропия как математическая модель сложной системы.
17	Методы организации сложных экспертиз. Выбор решений с помощью дерева решений.
18	Примеры процедур принятия решений.

5.1.2. Лабораторные занятия

Не предусмотрено

5.1.3. Курсовая работа / Курсовой проект

Не предусмотрено

5.1.4. Контрольная работа

Примерная тематика контрольных работ:

Контрольная работа № 1 (Реализация формализованных и экспертных методов системного анализа для исследования конкретных систем)

Контрольная работа № 2 (Реализация методов принятия решений в условиях определенности, неопределенности и конфликта интересов)

Примерные задания в составе контрольных работ:

Контрольная работа № 1 (Реализация формализованных и экспертных методов системного анализа для исследования конкретных систем)

1. Провести классификацию заданной системы, результат занести в следующую таблицу:

Наименование объекта классификации: _____

№ п/п	Признак классификации	Тип системы по признаку	Обоснование принадлежности
1	По виду научного направления		
2	По обусловленности действия		
3	По степени организованности		
4	По происхождению		
5	По основным элементам		
6	По взаимодействию со		

	средой		
7	По степени сложности		
8	По естественному разделению		

В чем заключается необходимость системы? Какова ее основная цель?

- Исследовать заданную систему с помощью применения принципа «черного ящика», а именно – определить по 5-7 входов и выходов каждой из систем и выделить по 3 наиболее существенных. Сформулировать более развернутое определение цели системы, чем в п. 1.
- Для предложенной функции системы выявить как можно больше (не менее 5) систем, ее реализующих.
- Для заданной системы к основным функциям определить еще по три дополнительных функции.
- Для заданной системы построить модели состава и структуры. В модели структуры объяснить основные связи между элементами (или подсистемами) и определить цель, достигнутую в ходе структурного моделирования.

Контрольная работа № 2 (Реализация методов принятия решений в условиях определенности, неопределенности и конфликта интересов)

- Построить математическую модель задачи линейного программирования и решить задачу на персональном компьютере.

- Решите игру с платежной матрицей $H = \begin{bmatrix} 5 & 4 & 1 & 5 \\ 1 & -3 & 3 & 4 \\ 5 & 4 & -4 & 0 \end{bmatrix}$.

- Имеются два источника информации, алфавиты и распределения вероятностей которых заданы матрицами: $\|X\| = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 \\ p_1 & p_2 \end{bmatrix}$, $\|Y\| = \begin{bmatrix} y_1 & y_2 & y_3 \\ q_1 & q_2 & q_3 \end{bmatrix}$. Определить, какой источник дает большее количество информации, если а) $p_1 = p_2; q_1 = q_2 = q_3$; б) $p_1 = q_2; p_1 = q_2 + q_3$.

5.1.5. Домашняя работа

Примерная тематика домашних работ:

Домашняя работа № 1 (Предмет, задачи системного анализа)

Домашняя работа № 2 (Реализация методов принятия решений в условиях определенности, неопределенности и конфликта интересов)

Примерные задания в составе домашних работ:

Домашняя работа № 1 (Предмет, задачи системного анализа)

- Элементарный состав определяет качества системы? Обоснуйте ответ с помощью примеров.
- Приведите примеры использования редукционизма, холизма, структурализма в решении научных и практических задач. Обсудите их.
- Свойства подсистем определяют свойства системы в целом? Обоснуйте ответ с помощью примеров.
- Структура системы влияет на интегративные качества системы? Приведите примеры.
- Традиционные методы проектирования связаны лишь с созданием самого объекта проектирования и в меньшей степени затрагиваются социальные, политические и другие аспекты, возникающие при внедрении проектируемого объекта. Является ли это нарушением принципом системного подхода? Приведите примеры.

Домашняя работа № 2 (Реализация методов принятия решений в условиях определенности,

неопределенности и конфликта интересов)

1. Известны оценки главных компонент i -го наблюдения двух случайных величин X_1 и X_2 : $\hat{f}_{i1} = 0,661$, $\hat{f}_{i2} = -2,151$, и оценки факторных нагрузок: $\hat{a}_{11} = -0,756$, $\hat{a}_{21} = 0,756$ (использовалась корреляционная матрица). Найдите значения x_{i1} и x_{i2} случайных величин X_1 и X_2 , если в выборке средние $\bar{x}_1 = 0,850$, $\bar{x}_2 = 0,877$, а средние квадратичные отклонения $\hat{\sigma}_1 = 0,072$, $\hat{\sigma}_2 = 0,333$.

2. Найдите суммарную общность 5 случайных величин и долю этой общности, вносимую каждым из факторов, если матрица нагрузок

$$A = \begin{pmatrix} 0,7; 0,8; 0,7; 0,6; 0,7 \\ 0,3; 0,1; 0,5; 0,5; 0,0 \end{pmatrix}^T$$

рассчитана по корреляционной матрице R_X (знаки нагрузок не указаны).

3. Определите, к какому из двух классов относятся каждый из шести объектов с № № 10-15, при обучающих выборках: четыре объекта (№№ 1-4) из 1-го класса и пять объектов (№№ 5-9) из 2-го класса:

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
X_1	9,4	9,9	9,4	9,4	4,3	7,4	6,6	5,5	5,7	9,1	5,5	5,6	5,2	10,0	6,7
X_2	0,15	0,34	0,21	0,28	0,41	0,62	0,50	1,20	0,66	0,09	0,05	0,48	0,74	0,32	0,39
X_3	1,91	1,68	2,30	2,03	0,62	1,09	1,32	0,68	1,43	1,89	1,02	0,88	1,82	2,62	1,24

5.1.6. Расчетная работа / Расчетно-графическая работа

Не предусмотрено

5.1.7. Реферат / эссе / творческая работа

Не предусмотрено

5.1.8. Проектная работа

Не предусмотрено

5.1.9. Деловая (ролевая) игра / Дебаты / Дискуссия / Круглый стол

Не предусмотрено

5.1.10. Кейс-анализ

Не предусмотрено

5.2. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.2.1. Экзамен /зачет в форме независимого тестового контроля

НТК по дисциплине модуля не проводится.

5.2.2. Экзамен в традиционной форме (устные ответы на вопросы)

Список примерных вопросов к экзамену:

Предмет, задачи системного анализа

1. Системный анализ и его место среди других научных направлений.
2. Области применения системного анализа в экономике.
3. Первое определение системы. Система как средство достижения цели.
4. Модель системы в виде «черного ящика».
5. Модель состава системы.
6. Модель структуры системы.

7. Второе определение системы. Структурная схема системы.
8. Представление систем в виде графов.
9. Динамические модели систем.
10. Понятия, характеризующие строение и функционирование систем.
11. Классификация систем на абстрактные и материальные.
12. Большие и сложные системы.
13. Композиция и декомпозиция систем.

Логика и методология системного анализа

14. Логические основы системного анализа.
15. Понятие о методе и методологии.
16. Основные закономерности систем.
17. Классификация методов и моделей системного анализа.

Методы формализованного представления систем

18. Аналитические и статистические методы.
19. Теоретико-множественные и логические методы.
20. Лингвистические, семиотические и графические методы.

Экспертные методы системного анализа

21. Методы типа «мозговой атаки».
22. Методы типа «сценариев».
23. Методы экспертных оценок.
24. Методы типа «Дельфи».
25. Методы типа «дерева целей».
26. Морфологические методы.
27. Метод решающих матриц.

Методики системного анализа

28. Цели и задачи разработки методики системного анализа.
29. Последовательность этапов и работ системного анализа.
30. Сравнительная классификация этапов системного анализа по С.Л.Оптнеру, С.Янгу, Н.П.Федоренко, С.П.Никанорову, Ю.И.Черняку.

Методы принятия решений в сложных системах

31. Основные понятия исследования операций.
32. Постановка задач принятия оптимальных решений.
33. Риск и его измерение.
34. Матрица решений.
35. Оценочные функции в условиях неопределенности.
36. Максиминный критерий Вальда.
37. Критерий Байеса-Лапласа.
38. Критерий минимаксного риска Сэвиджа.
39. Критерий азартного игрока.
40. Применение классических критериев принятия решений в условиях неопределенности.
41. Критерий пессимизма-оптимизма Гурвица.
42. Критерий Ходжа-Лемана.
43. Критерий Гермейера.
44. VL (MM) – критерий.
45. Критерий произведений.
46. Применение производных критериев принятия решений в условиях неопределенности.
47. Принятие решений в условиях риска.
48. Основные понятия теории стратегических игр.
49. Смешанные стратегии.
50. Решение задач в смешанных стратегиях.
51. Мажорирование (доминирование) стратегий.

Информационные аспекты изучения систем

52. Сигналы в системах. Понятие сигнала. Типы сигналов.
53. Случайный процесс – математическая модель сигналов.
54. Понятие энтропии как неопределенности.
55. Энтропия и ее свойства.
56. Дифференциальная энтропия.
57. Фундаментальное свойство энтропии случайного процесса.
58. Количество информации как мера снятой неопределенности.
59. Количество информации как мера соответствия случайных объектов.
60. Свойства количества информации.
61. Единицы измерения энтропии и количества информации.
62. Количество информации в индивидуальных событиях.
Задачи, модели и методы многомерного статистического анализа
63. Корреляционная зависимости между количественными переменными. Оценка ковариационной (корреляционной) матрицы.
64. Линейная множественная регрессионная модель.
65. Линейная модель факторного анализа.
66. Задача многомерной классификации объектов исследования.
67. Классификация без обучения (кластерный анализ).
68. Классификация с обучением (Дискриминантный анализ).
Примеры использования методов системного анализа
69. Принятие решений с применением дерева решений.
70. Анализ и решение задач с помощью дерева решений.
71. Практические результаты применения системного анализа.