

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное
 учреждение высшего образования
 «Рыбинский государственный авиационный технический
 университет имени П. А. Соловьева»

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по науке и инновациям
 Т.Д. Кожина
 (подпись)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б.3 Методы системного анализа, оптимизации и принятия решений

Направление подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника
 Степень выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь
 Профиль подготовки 05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности)
 Форма обучения Заочная
 (очная, очно-заочная, заочная)
 Выпускающая кафедра Электротехника и промышленная электроника
 Кафедра-разработчик рабочей программы Вычислительные системы
 (название)

Курс	Трудоемкость		Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборатор. работ, час.	Самост. раб. аспирант., час.	Форма промежуточного контроля	
	зач.ед.	час					зачет	Экзамен
1	3	108	4	2	-	66		36
Итого	3	108	4	2	-	66		36

Рыбинск, 2016 г.

Рабочая программа учебной дисциплины составлена на основе ФГОС ВО (утвержден 30.07.2014, приказ Министерства образования и науки, регистрационный № 875), учебного плана по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника (Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления) (утвержден на заседании ученого совета 29.09.2016, протокол № 6-16)

Рабочая программа учебной дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Вычислительные системы

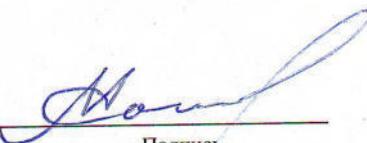
наименование кафедры

от 23.09.2016 г., протокол № 4/16.

Разработчик(и):

Доцент кафедры ВС

должность, кафедра



Подпись

А. Н. Ломанов

И.О. Фамилия

должность, кафедра

Подпись

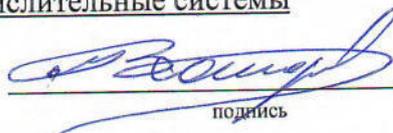
И.О. Фамилия

должность, кафедра

Подпись

И.О. Фамилия

Заведующий кафедрой Вычислительные системы



подпись

В. М. Комаров

И.О. Фамилия

Содержание

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПА.....	4
3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
4.1. Содержание (дидактика) дисциплины	6
4.2. Лекции.....	8
4.3. Практические занятия.....	12
4.4. Лабораторные работы	12
4.5. Самостоятельная работа аспиранта	12
4.6. Домашние задания, типовые расчеты и т.п.	12
4.7. Рефераты	12
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	12
5.1. Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя.....	13
5.2. Рекомендации по освоению дисциплины для аспиранта	14
6. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ.....	14
6.1. Характеристика оценочных средств	15
6.2. Система оценки знаний и график работы обучающихся по учебной дисциплине.....	18
6.3. Матрица сформированных компетенций	19
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ..	19
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	20
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	21

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является изучение основных методов системного анализа сложных прикладных объектов исследования, обработки информации, целенаправленного воздействия человека на объекты исследования, включая вопросы анализа, моделирования, оптимизации, совершенствования управления и принятия решений, с целью повышения эффективности функционирования объектов исследования.

Основным содержанием являются теоретические и прикладные исследования системных связей и закономерностей функционирования и развития объектов и процессов с учетом отраслевых особенностей, ориентированные на повышение эффективности управления ими с использованием современных методов обработки информации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПА

Дисциплина «Методы системного анализа, оптимизации и принятия решений» относится к модулю «Специальные дисциплины отрасли науки и научной специальности».

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знание основ высшей математики, статистической обработки данных, теории графов, теории множеств, теории управления.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин, «Высшая математика», «Вычислительная математика», «Системный анализ», реализуемых в программах бакалавриата и магистратуры группы направлений 09.00.00 и формирует основу для освоения дисциплины «Моделирование систем управления и их элементов», последующего выполнения научно-исследовательских работ.

В таблице приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в разделе «Цели освоения дисциплины»:

№ п/п	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
<i>Универсальные компетенции</i>			
1	УК-1: обладать способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	-	Моделирование систем управления и их элементов
2	УК-2: обладать способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки.	-	НИД

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучаемый должен

Знать:

З.1: основные понятия и задачи системного анализа;

З.2: основы теории управления; модели и методы принятия решений, оптимизации и математического программирования;

З.3: методы системного анализа при организации производства и проектировании сложных технических комплексов;

З.4: методы организации сложных экспертиз.

Уметь:

У.1: применять методы принятия решений, оптимизации и математического программирования для решения задач управления и системного анализа.

Владеть:

Н.1: навыками применения методов системного анализа при организации производства и проектировании сложных технических комплексов;

Н.2: навыками использования прикладного программного обеспечения для обработки экспериментальных данных и графической информации.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих *универсальных компетенций*:

УК-1: обладать способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

УК-2: обладать способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Дисциплина изучается на 1 курсе.

№ модуля образовательной программы	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной работы и их трудоемкость, часы				Форма контроля
			Лекции	Практические занятия	СРС	Всего часов	
	1	Основные понятия и задачи системного анализа, основы теории управления	1	0,5	12	13,5	ИДЗ-1, КР-1
	2	Модели и методы принятия решений, оптимизация и математическое программирование	2	1	39	42	ИДЗ-2, ИДЗ-3, КР-2

	3	Применение методов системного анализа при организации производства и проектировании сложных технических комплексов, методы организации сложных экспертиз	1	0,5	15	16,5	ИДЗ-4, КР-3
Итоговый экзамен:			-	-	-	36	
ИТОГО:			4	2	66	108	

Формы контроля

- ИДЗ – индивидуальное домашнее задание;
- КР - контрольная работа.

4.1. Содержание (дидактика) дисциплины

Раздел 1. Основные понятия и задачи системного анализа, основы теории управления

Понятия о системном подходе, системном анализе. Выделение системы из среды, определение системы. Системы и закономерности их функционирования и развития. Управляемость, достижимость, устойчивость. Свойства системы: целостность и членимость, связность, структура, организация, интегрированные качества. Модели систем: статические, динамические, концептуальные, формализованные (процедуры формализации моделей систем), информационные, логико-лингвистические, семантические и др. Классификация систем: целенаправленные, активные и пассивные, стабильные и развивающиеся; системы простые и сложные; системы производственные и экономические, естественные, концептуальные и искусственные.

Основные методологические принципы анализа систем. Задачи системного анализа. Роль человека в решении задач системного анализа. Основные понятия теории управления: цели и принципы управления, динамические системы. Математическое описание объектов управления: пространство состояний, передаточные функции, структурные схемы.

Основные задачи теории управления: стабилизация, слежение, программное управление, оптимальное управление, экстремальное регулирование. Классификация систем управления. Структуры систем управления: разомкнутые системы, системы с обратной связью, комбинированные системы. Динамические и статические характеристики систем управления: переходная и весовая функции и их взаимосвязь, частотные характеристики. Типовые динамические звенья и их характеристики.

Понятие об устойчивости систем управления. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая, экспоненциальная устойчивость. Устойчивость по первому приближению. Функции Ляпунова. Теоремы об устойчивости и неустойчивости. Методы синтеза обратной связи. Элементы теории стабилизации. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость. Дуальность управляемости и наблюдаемости. Канонические формы. Линейная стабилизация. Стабилизация по состоянию, по выходу. Наблюдатели состояния. Дифференциаторы. Управление при действии возмущений. Различные типы возмущений: операторные, координатные.

Инвариантные системы. Следящие системы. Управление в условиях неопределенности. Позитивные динамические системы: основные определения и свойства, стабилизация позитивных систем при неопределенности. Элементы теории реализации динамических систем. Основные виды нелинейностей в системах управления. Методы исследования поведения нелинейных систем. Управление системами с последействием.

Классификация оптимальных систем. Задачи оптимизации. Принцип максимума Понтрягина. Динамическое программирование. Эвристические методы стабилизации: нейросети, размытые множества, интеллектуальное управление.

Раздел 2. Модели и методы принятия решений, оптимизация и математическое программирование

Постановка задач принятия решений. Классификация задач принятия решений. Этапы решения задач. Экспертные процедуры. Задачи оценивания. Алгоритм экспертизы. Методы получения экспертной информации. Шкалы измерений, методы экспертных измерений. Методы опроса экспертов, характеристики экспертов. Методы обработки экспертной информации, оценка компетентности экспертов, оценка согласованности мнений экспертов. Методы формирования исходного множества альтернатив.

Морфологический анализ. Методы многокритериальной оценки альтернатив. Классификация методов. Множества компромиссов и согласия, построение множеств. Функция полезности. Аксиоматические методы многокритериальной оценки. Прямые методы многокритериальной оценки альтернатив. Методы нормализации критериев. Характеристики приоритета критериев. Методы аппроксимации функции полезности. Деревья решений. Методы компенсации. Методы аналитической иерархии. Методы порогов несравнимости. Диалоговые методы принятия решений. Качественные методы принятия решений. Принятие решений в условиях неопределенности. Статистические модели принятия решений. Принятие коллективных решений. Расстояние в пространстве отношений. Современные концепции группового выбора. Модели и методы принятия решений при нечеткой информации. Нечеткие множества. Нечеткое моделирование. Задачи математического программирования при нечетких исходных условиях. Задача оптимизации на нечетком множестве допустимых условий. Задача достижения нечетко определенной цели. Нечеткое математическое программирование с нечетким отображением. Постановки задач на основе различных принципов оптимальности. Принятие решений при нечетком отношении предпочтений на множестве альтернатив. Принятие решений при нескольких отношениях предпочтения.

Игра как модель конфликтной ситуации. Классификация игр. Матричные, кооперативные и дифференциальные игры. Цены и оптимальные стратегии. Чистые и смешанные стратегии. Функция потерь при смешанных стратегиях. Принцип минимакса. Доминирующие и полезные стратегии. Нахождение оптимальных стратегий. Сведение игры к задаче линейного программирования. Оптимизационный подход к проблемам управления и принятия решений. Допустимое множество и целевая функция. Формы записи задач математического программирования. Классификация задач математического программирования. Постановка задачи линейного программирования. Стандартная и каноническая формы записи. Гиперплоскости и полупространства. Допустимые множества и оптимальные решения задач линейного программирования. Выпуклые множества. Крайние точки и крайние лучи выпуклых множеств. Теоремы об отделяющей, опорной и разделяющей гиперплоскости. Представление точек допустимого множества задачи линейного программирования через крайние точки и крайние лучи. Условия существования и свойства оптимальных решений задачи линейного программирования.

Опорные решения системы линейных уравнений и крайние точки множества допустимых решений. Сведение задачи линейного программирования к дискретной оптимизации. Симплекс-метод. Многокритериальные задачи линейного программирования. Двойственные задачи. Критерии оптимальности, доказательство достаточности. Теорема равновесия, ее следствия и области применения. Теоремы об альтернативах и лемма Фаркаша в теории линейных неравенств. Геометрическая интерпретация двойственных переменных и доказательство необходимости в основных теоремах теории двойственности. Зависимость оптимальных решений задачи линейного программирования от параметров. Локальный и глобальный экстремум. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций. Теорема о седловой точке. Необходимые условия экстремума дифференцируемой функции на выпуклом множестве. Необходимые условия Куна—Таккера. Задачи об условном экстремуме и метод множителей Лагранжа. Классификация методов безусловной оптимизации. Скорости сходимости. Методы первого порядка. Градиентные методы. Методы второго порядка. Метод Ньютона и его модификации. Квазиньютоновские методы. Методы переменной метрики. Методы сопряженных градиентов. Конечно-разностная аппроксимация производных. Конечно-разностные методы. Методы нулевого порядка. Методы покоординатного

спуска, сопряженных направлений. Методы деформируемых конфигураций. Симплексные методы. Комплекс-методы. Решение задач многокритериальной оптимизации методами прямого поиска.

Основные подходы к решению задач с ограничениями. Классификация задач и методов. Методы проектирования. Метод проекции градиента. Метод условного градиента. Методы сведения задач с ограничениями к задачам безусловной оптимизации. Методы внешних и внутренних штрафных функций. Комбинированный метод проектирования и штрафных функций. Метод зеркальных построений. Метод скользящего допуска. Задачи стохастического программирования. Стохастические квазиградиентные методы. Прямые и не прямые методы. Метод проектирования стохастических квазиградиентов. Методы конечных разностей в стохастическом программировании. Методы стохастической аппроксимации. Методы с операцией усреднения. Методы случайного поиска. Стохастические задачи с ограничениями вероятностей природы. Прямые методы. Стохастические разностные методы. Методы с усреднением направлений спуска. Специальные приемы регулировки шага. Методы и задачи дискретного программирования. Задачи целочисленного линейного программирования. Методы отсечения Гомори. Метод ветвей и границ. Задачи оптимизация на сетях и графах. Метод динамического программирования для многошаговых задач принятия решений. Принцип оптимальности Беллмана. Основное функциональное уравнение. Вычислительная схема метода динамического программирования.

Раздел 3. Применение методов системного анализа при организации производства и проектировании сложных технических комплексов, методы организации сложных экспертиз

Информационное моделирование производственных систем. Модели постепенной формализации задач при организации технологических процессов производства и управления. Применение информационного подхода для анализа нелинейных автоматических систем. Применение морфологического подхода при принятии плановых решений в условиях показной системы производства. Применение системного анализа при управлении проектами сложных технических комплексов. Модификации метода решающих матриц. Методы организации сложных экспертиз, базирующиеся на использовании информационного подхода. Организация сложных экспертиз как основа маркетинга сложных технических комплексов. Подход к оценке эффективности инвестиционных проектов.

4.2. Лекции

№ лекции	Номер раздела дисциплины	Объем, часов	Тема лекции: содержание лекции
1	Раздел 1	0,5	<i>Понятия о системном подходе, системном анализе.</i> Выделение системы из среды, определение системы. Системы и закономерности их функционирования и развития. Управляемость, достижимость, устойчивость. Свойства системы: целостность и членимость, связность, структура, организация, интегрированные качества. Модели систем: статические, динамические, концептуальные, формализованные (процедуры формализации моделей систем), информационные, лингвистические, семантические и др. Классификация систем: целенаправленные, активные и пассивные, стабильные и развивающиеся; системы простые и сложные; системы производственные и экономические, естественные, концептуальные и искусственные. Основные методологические принципы анализа систем. Задачи системного анализа. Роль человека в решении задач системного анализа. Основные понятия теории управления: цели и принципы управления, динамические системы. Математическое описание объектов управления: пространство состояний, передаточные функции, структурные схемы.

2		0,5	<p>Основные задачи теории управления: стабилизация, слежение, программное управление, оптимальное управление, экстремальное регулирование. Классификация систем управления. Структуры систем управления: разомкнутые системы, системы с обратной связью, комбинированные системы. Динамические и статические характеристики систем управления: переходная и весовая функции и их взаимосвязь, частотные характеристики. Типовые динамические звенья и их характеристики. Понятие об устойчивости систем управления. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая, экспоненциальная устойчивость. Устойчивость по первому приближению. Функции Ляпунова. Теоремы об устойчивости и неустойчивости. Методы синтеза обратной связи. Элементы теории стабилизации. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость. Дуальность управляемости и наблюдаемости. Канонические формы. Линейная стабилизация. Стабилизация по состоянию, по выходу. Наблюдатели состояния. Дифференциаторы. Управление при действии возмущений. Различные типы возмущений: операторные, координатные. Инвариантные системы. Следящие системы. Управление в условиях неопределенности. Позитивные динамические системы: основные определения и свойства, стабилизация позитивных систем при неопределенности. Элементы теории реализации динамических систем. Основные виды нелинейностей в системах управления. Методы исследования поведения нелинейных систем. Управление системами с последействием. Классификация оптимальных систем. Задачи оптимизации. Принцип максимума Понтрягина. Динамическое программирование. Эвристические методы стабилизации: нейросети, размытые множества, интеллектуальное управление.</p>
3	Раздел 2	0,25	<p>Постановка задач принятия решений. Классификация задач принятия решений. Этапы решения задач. Экспертные процедуры. Задачи оценивания. Алгоритм экспертизы. Методы получения экспертной информации. Шкалы измерений, методы экспертных измерений. Методы опроса экспертов, характеристики экспертов. Методы обработки экспертной информации, оценка компетентности экспертов, оценка согласованности мнений экспертов. Методы формирования исходного множества альтернатив.</p> <p>Морфологический анализ. Методы многокритериальной оценки альтернатив. Классификация методов. Множества компромиссов и согласия, построение множеств. Функция полезности. Аксиоматические методы многокритериальной оценки. Прямые методы многокритериальной оценки альтернатив. Методы нормализации критериев. Характеристики приоритета критериев. Методы аппроксимации функции полезности. Деревья решений. Методы компенсации. Методы аналитической иерархии. Методы порогов несравнимости. Диалоговые методы принятия решений. Качественные методы принятия решений. Принятие решений в условиях неопределенности. Статистические модели принятия решений. Принятие коллективных решений. Расстояние в пространстве отношений. Современные</p>

			<p>концепции группового выбора. Модели и методы принятия решений при не-четкой информации. Нечеткие множества. Нечеткое моделирование. Задачи математического программирования при нечетких исходных условиях. Задача оптимизации на нечетком множестве допустимых условий. Задача достижения нечетко определенной цели. Нечеткое математическое программирование с нечетким отображением. Постановки задач на основе различных принципов оптимальности. Принятие решений при нечетком отношении предпочтений на множестве альтернатив. Принятие решений при нескольких отношениях предпочтения.</p>
4		0,25	<p>Игра как модель конфликтной ситуации. Классификация игр. Матричные, кооперативные и дифференциальные игры. Цены и оптимальные стратегии. Чистые и смешанные стратегии. Функция потерь при смешанных стратегиях. Принцип минимакса. Доминирующие и полезные стратегии. Нахождение оптимальных стратегий. Сведение игры к задаче линейного программирования. Оптимизационный подход к проблемам управления и принятия решений. Допустимое множество и целевая функция. Формы записи задач математического программирования. Классификация задач математического программирования. Постановка задачи линейного программирования. Стандартная и каноническая формы записи. Гиперплоскости и полупространства. Допустимые множества и оптимальные решения задач линейного программирования. Выпуклые множества. Крайние точки и крайние лучи выпуклых множеств. Теоремы об отделяющей, опорной и разделяющей гиперплоскости. Представление точек допустимого множества задачи линейного программирования через крайние точки и крайние лучи. Условия существования и свойства оптимальных решений задачи линейного программирования.</p>
5	Раздел 2	0,5	<p>Опорные решения системы линейных уравнений и крайние точки множества допустимых решений. Сведение задачи линейного программирования к дискретной оптимизации. Симплекс-метод. Многокритериальные задачи линейного программирования. Двойственные задачи. Критерии оптимальности, доказательство достаточности. Теорема равновесия, ее следствия и области применения. Теоремы об альтернативах и лемма Фаркаша в теории линейных неравенств. Геометрическая интерпретация двойственных переменных и доказательство необходимости в основных теоремах теории двойственности. Зависимость оптимальных решений задачи линейного программирования от параметров. Локальный и глобальный экстремум. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций. Теорема о седловой точке. Необходимые условия экстремума дифференцируемой функции на выпуклом множестве. Необходимые условия Куна—Таккера. Задачи об условном экстремуме и метод множителей Лагранжа.</p>
6		0,5	<p>Классификация методов безусловной оптимизации. Скорости сходимости. Методы первого порядка. Градиентные методы. Методы второго порядка. Метод Ньютона и его модифи-</p>

			<p>кации. Квазиньютоновские методы. Методы переменной метрики. Методы сопряженных градиентов. Конечно-разностная аппроксимация производных. Конечно-разностные методы. Методы нулевого порядка. Методы покоординатного спуска, сопряженных направлений. Методы деформируемых конфигураций. Симплексные методы. Комплекс-методы. Решение задач многокритериальной оптимизации методами прямого поиска.</p>
7		0,5	<p>Основные подходы к решению задач с ограничениями. Классификация задач и методов. Методы проектирования. Метод проекции градиента. Метод условного градиента. Методы сведения задач с ограничениями к задачам безусловной оптимизации. Методы внешних и внутренних штрафных функций. Комбинированный метод проектирования и штрафных функций. Метод зеркальных построений. Метод скользящего допуска. Задачи стохастического программирования. Стохастические квазиградиентные методы. Прямые и не прямые методы. Метод проектирования стохастических квазиградиентов. Методы конечных разностей в стохастическом программировании. Методы стохастической аппроксимации. Методы с операцией усреднения. Методы случайного поиска. Стохастические задачи с ограничениями вероятностей природы. Прямые методы. Стохастические разностные методы. Методы с усреднением направлений спуска. Специальные приемы регуляции шага. Методы и задачи дискретного программирования. Задачи целочисленного линейного программирования. Методы отсечения Гомори. Метод ветвей и границ. Задачи оптимизации на сетях и графах. Метод динамического программирования для многошаговых задач принятия решений. Принцип оптимальности Беллмана. Основное функциональное уравнение. Вычислительная схема метода динамического программирования.</p>
8	Раздел 3	0,5	<p>Информационное моделирование производственных систем. Модели постепенной формализации задач при организации технологических процессов производства и управления. Применение информационного подхода для анализа нелинейных автоматических систем. Применение морфологического подхода при принятии плановых решений в условиях показной системы производства.</p>
9		0,5	<p>Применение системного анализа при управлении проектами сложных технических комплексов. Модификации метода решающих матриц. Методы организации сложных экспертиз, базирующиеся на использовании информационного подхода. Организация сложных экспертиз как основа маркетинга сложных технических комплексов. Подход к оценке эффективности инвестиционных проектов.</p>
Итого:		4	

4.3. Практические занятия

№ занятия	Номер раздела дисциплины	Объем, часов	Тема практического занятия (содержание)
1	1	0,5	Математическое описание объектов управления
2			Определение устойчивости системы
3	2	1	Применение методов получения экспертной информации
4			Задачи математического программирования при нечетких исходных условиях
5			Игра как модель конфликтной ситуации
6			Основные подходы к решению задач с ограничениями
7			Задачи целочисленного линейного программирования
8	3	0,5	Модели постепенной формализации задач при организации технологических процессов производства и управления
9			Методы организации сложных экспертиз, базирующиеся на использовании информационного подхода
Итого:		2	

4.4 Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрены.

4.5. Самостоятельная работа аспиранта

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид СРА	Трудоемкость, часов
Раздел 1	1	Изучение теоретического материала	5
	2	Подготовка к практическим занятиям	5
	3	Подготовка к контрольной работе КР-1	2
Раздел 2	1	Изучение теоретического материала	13
	2	Подготовка к практическим занятиям	13
	3	Подготовка к контрольной работе КР-2	13
Раздел 3	1	Изучение теоретического материала	5
	2	Подготовка к практическим занятиям	5
	3	Подготовка к контрольной работе КР-3	5
Итого:			66

4.6. Домашние задания, типовые расчеты и т.п.

Индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) выполняется в форме написания аналитического отчета.

4.7. Рефераты

учебным планом не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих форм организации учебного процесса:

1. **Лекция, мастер-класс** (Лк,МК) – передача учебной информации от преподавателя к аспирантам, как правило с использованием компьютерных и технических средств, направленная в основном на приобретение аспирантами *новых теоретических и фактических* знаний.

2. **Практическое занятие** (Пр.зан.) – решение конкретных задач (математическое моделирование, расчеты и др.) на основании теоретических и фактических знаний, направленное в основном на приобретение новых *фактических знаний и теоретических умений*.

3. **Самостоятельная работа** – (СР) – изучение аспирантами теоретического материала, подготовка к лекциям, лабораторным работам, практическим и семинарским занятиям, оформление конспектов лекций, написание рефератов, отчетов, курсовых работ, проектов, работа в электронной образовательной среде и др. для приобретения *новых теоретических и фактических знаний, теоретических и практических умений*.

4. **Консультация** (Конс.) – индивидуальное общение преподавателя с аспирантом, руководство его деятельностью с целью передачи опыта, углубления *теоретических и фактических знаний*, приобретенных аспирантом на лекциях, в результате самостоятельной работы, в процессе выполнения курсового проектирования и др.

5.1. Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов интерактивных образовательных технологий:

1. **Информационные технологии** – обучение в электронной образовательной среде с выходом в корпоративную вычислительную сеть и Интернет с целью расширения доступа к образовательным ресурсам (теоретически к неограниченному объему и скорости доступа), увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки и объективного контроля и мониторинга знаний аспирантов.

2. **Лекция с разбором конкретной ситуации**, изложенной устно или в виде короткого слайд-фильма, видеозаписи и т.п.; аспиранты совместно анализируют и обсуждают представленный материал.

3. **Лекция с заранее запланированными ошибками**, которые должны обнаружить аспиранты. Подбираются наиболее распространенные ошибки, которые делают как аспиранты, так и преподаватели во время чтения лекций.

4. **Лекция визуализация**, в процессе которой используются схемы, рисунки, чертежи и т.п. Проведение лекции сводится к связному развернутому комментированию преподавателем подготовленных наглядных пособий. При этом важна логика и ритм подачи учебного материала.

5. **Работа в команде** – совместная работа аспирантов в группе под руководством лидера, при выполнении компьютерных лабораторных работ, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности – используется при проведении практических занятий.

6. **Метод Дельфи группового решения творческих задач** - предлагается выбрать из серии альтернативных вариантов лучший: от членов группы требуется дать оценку каждого варианта в определенной последовательности – используется в лекциях, семинарах и на практических занятиях.

7. **Кейс-метод** - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений – используется в лекциях, семинарах и на практических занятиях.

8. **Проблемное обучение** – стимулирование аспирантов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы – используется в лекциях, семинарах и на практических занятиях.

9. **Контекстное обучение** – мотивация аспирантов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением – используется на практических занятиях.

10. **Обучение на основе опыта** – активизация познавательной деятельности аспиранта за счет ассоциации и собственного опыта с предметом изучения – используется в лекциях, семинарах и на практических занятиях.

11. **Тренинг** - специальная систематическая тренировка, обучение по заранее отработанной методике, сконцентрированной на формировании и совершенствовании ограниченного набора конкретных компетенций.

12. **Индивидуальное обучение** – выстраивание аспирантом собственной образовательной траектории на основе формирования индивидуальной образовательной программы с учетом интересов аспиранта – используется на практических занятиях.

13. **Междисциплинарное обучение** – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи – используется на семинарах и на практических занятиях.

14. **Опережающая самостоятельная работа** – изучение аспирантами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий – используется при написании рефератов.

Использование интерактивных образовательных технологий в учебном процессе

Образовательная технология	Номер лекции	Номер практического занятия
Информационные технологии	1-9	
Лекция с разбором конкретной ситуации	1-9	-
Лекция с заранее запланированными ошибками	-	-
Лекция визуализация	1-9	-
Работа в команде	-	1-9
Метод Дельфи группового решения творческих задач	-	1-9
Обучение на основе опыта	1-9	1-9
Тренинг	-	1-9
Индивидуальное обучение	-	1-9
Междисциплинарное обучение	3-9	1-9

5.2. Рекомендации по освоению дисциплины для аспиранта

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 часов, из них 6 часов аудиторных занятий, 66 часов, отведенных на самостоятельную работу аспиранта и 36 на экзамен.

Рекомендации аспирантам по видам самостоятельной работы приведены в таблице:

Вид работы	Рекомендации
Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по лекциям и по источникам, указанным в разделе 7
Текущая работа аспиранта	В соответствии с указаниями и рекомендациями преподавателя

6. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ,

ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ

Контроль освоения дисциплины и оценивание уровня учебных достижений аспиранта осуществляется в виде текущего и итогового контроля.

- Текущий контроль оценивает активность и результативность работы аспиранта на практических занятиях.
- Итоговый контроль аспиранта по результатам работы в семестре проходит в форме экзамена, а также защиты курсовой работы. Экзамен включает ответы на теоретические вопросы.

6.1. Характеристика оценочных средств

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения аспирантов по данной дисциплине, включают в себя:

Контрольные работы

Контрольная работа КР-1

Тема: Локальный и глобальный экстремум.

Структура варианта: 2 вопроса по материалам раздела 1.

Система оценивания: балльная, макс балл – 5.

Контрольная работа КР-2

Тема: Управление при действии возмущений.

Структура варианта: 2 вопроса по материалам раздела 2.

Система оценивания: балльная, макс балл – 5.

Контрольная работа КР-3

Тема: Применение системного анализа при управлении проектами сложных технических комплексов.

Структура варианта: 2 вопроса по материалам раздела 3.

Система оценивания: балльная, макс балл – 5.

Индивидуальное домашнее задание ИДЗ

Аспиранту выдаётся индивидуальное домашнее задание на подготовку доклада по теме определённого практического занятия. На экзаменационной сессии происходит защита подготовленных докладов.

Список тем заданий

1. Понятия о системном подходе, системном анализе. Выделение системы из среды, определение системы. Системы и закономерности их функционирования и развития. Управляемость, достижимость, устойчивость. Свойства системы: целостность и членимость, связность, структура, организация, интегрированные качества.
2. Модели систем: статические, динамические, концептуальные, формализованные (процедуры формализации моделей систем), информационные, логико-лингвистические, семантические и др.
3. Классификация систем: целенаправленные, активные и пассивные, стабильные и развивающиеся; системы простые и сложные; системы производственные и экономические, естественные, концептуальные и искусственные.
4. Основные методологические принципы анализа систем. Задачи системного анализа. Роль человека в решении задач системного анализа.

5. Постановка задач принятия решений. Классификация задач принятия решений. Этапы решения задач.
6. Экспертные процедуры. Задачи оценивания. Алгоритм экспертизы. Методы получения экспертной информации. Шкалы измерений, методы экспертных измерений. Методы опроса экспертов, характеристики экспертов. Методы обработки экспертной информации, оценка компетентности экспертов, оценка согласованности мнений экспертов.
7. Методы формирования исходного множества альтернатив. Морфологический анализ.
8. Методы многокритериальной оценки альтернатив. Классификация методов. Множества компромиссов и согласия, построение множеств. Функция полезности. Аксиоматические методы многокритериальной оценки. Прямые методы многокритериальной оценки альтернатив. Методы нормализации критериев. Характеристики приоритета критериев. Методы аппроксимации функции полезности. Деревья решений. Методы компенсации. Методы аналитической иерархии. Методы порогов несравнимости. Диалоговые методы принятия решений. Качественные методы принятия решений.
9. Принятие решений в условиях неопределенности. Статистические модели принятия решений.
10. Принятие коллективных решений. Расстояние в пространстве отношений. Современные концепции группового выбора.
11. Модели и методы принятия решений при нечеткой информации. Нечеткие множества. Нечеткое моделирование. Задачи математического программирования при нечетких исходных условиях. Задача оптимизации на нечетком множестве допустимых условий. Задача достижения нечетко определенной цели. Нечеткое математическое программирование с нечетким отображением. Постановки задач на основе различных принципов оптимальности. Принятие решений при нечетком отношении предпочтений на множестве альтернатив. Принятие решений при нескольких отношениях предпочтения.
12. Игра как модель конфликтной ситуации. Классификация игр. Матричные, кооперативные и дифференциальные игры. Цены и оптимальные стратегии. Чистые и смешанные стратегии. Функция потерь при смешанных стратегиях. Принцип минимакса. Доминирующие и полезные стратегии. Нахождение оптимальных стратегий. Сведение игры к задаче линейного программирования.
13. Оптимизационный подход к проблемам управления и принятия решений. Допустимое множество и целевая функция. Формы записи задач математического программирования. Классификация задач математического программирования.
14. Постановка задачи линейного программирования. Стандартная и каноническая формы записи. Гиперплоскости и полупространства. Допустимые множества и оптимальные решения задач линейного программирования. Выпуклые множества. Крайние точки и крайние лучи выпуклых множеств. Теоремы об отделяющей, опорной и разделяющей гиперплоскости. Представление точек допустимого множества задачи линейного программирования через крайние точки и крайние лучи. Условия существования и свойства оптимальных решений задачи линейного программирования. Опорные решения системы линейных уравнений и крайние точки множества допустимых решений. Сведение задачи линейного программирования к дискретной оптимизации. Симплекс-метод. Многокритериальные задачи линейного программирования.
15. Двойственные задачи. Критерии оптимальности, доказательство достаточности. Теорема равновесия, ее следствия и области применения. Теоремы об альтернативах и лемма Фаркаша в теории линейных неравенств. Геометрическая интерпретация двойственных переменных и доказательство необходимости в основных теоремах теории двойственности. Зависимость оптимальных решений задачи линейного программирования от параметров.
16. Локальный и глобальный экстремум. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций. Теорема о седловой точке. Необходимые условия экстремума

дифференцируемой функции на выпуклом множестве. Необходимые условия Куна—Таккера. Задачи об условном экстремуме и метод множителей Лагранжа.

17. Классификация методов безусловной оптимизации. Скорости сходимости. Методы первого порядка. Градиентные методы. Методы второго порядка. Метод Ньютона и его модификации. Квазиньютоновские методы. Методы переменной метрики. Методы сопряженных градиентов. Конечно-разностная аппроксимация производных. Конечно-разностные методы. Методы нулевого порядка. Методы покоординатного спуска, сопряженных направлений. Методы деформируемых конфигураций. Симплексные методы. Комплекс-методы. Решение задач многокритериальной оптимизации методами прямого поиска.

18. Основные подходы к решению задач с ограничениями. Классификация задач и методов. Методы проектирования. Метод проекции градиента. Метод условного градиента. Методы сведения задач с ограничениями к задачам безусловной оптимизации. Методы внешних и внутренних штрафных функций. Комбинированный метод проектирования и штрафных функций. Метод зеркальных построений. Метод скользящего допущения.

19. Задачи стохастического программирования. Стохастические квазиградиентные методы. Прямые и не-прямые методы. Метод проектирования стохастических квазиградиентов. Методы конечных разностей в стохастическом программировании. Методы стохастической аппроксимации. Методы с операцией усреднения. Методы случайного поиска. Стохастические задачи с ограничениями вероятностей природы. Прямые методы. Стохастические разностные методы. Методы с усреднением направлений спуска. Специальные приемы регуляции шага.

20. Методы и задачи дискретного программирования. Задачи целочисленного линейного программирования. Методы отсечения Гомори. Метод ветвей и границ. Задачи оптимизации на сетях и графах.

21. Метод динамического программирования для многошаговых задач принятия решений. Принцип оптимальности Беллмана. Основное функциональное уравнение. Вычислительная схема метода динамического программирования.

22. Основные понятия теории управления: цели и принципы управления, динамические системы. Математическое описание объектов управления: пространство состояний, передаточные функции, структурные схемы. Основные задачи теории управления: стабилизация, слежение, программное управление, оптимальное управление, экстремальное регулирование. Классификация систем управления.

23. Структуры систем управления: разомкнутые системы, системы с обратной связью, комбинированные системы. Динамические и статические характеристики систем управления: переходная и весовая функции и их взаимосвязь, частотные характеристики. Типовые динамические звенья и их характеристики.

24. Понятие об устойчивости систем управления. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая, экспоненциальная устойчивость. Устойчивость по первому приближению. Функции Ляпунова. Теоремы об устойчивости и неустойчивости.

25. Методы синтеза обратной связи. Элементы теории стабилизации. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость. Дуальность управляемости и наблюдаемости. Канонические формы. Линейная стабилизация. Стабилизация по состоянию, по выходу. Наблюдатели состояния. Дифференциаторы.

26. Управление при действии возмущений. Различные типы возмущений: операторные, координатные. Инвариантные системы. Следящие системы.

27. Управление в условиях неопределенности. Позитивные динамические системы: основные определения и свойства, стабилизация позитивных систем при неопределенности.

28. Элементы теории реализации динамических систем.

29. Основные виды нелинейностей в системах управления. Методы исследования поведения нелинейных систем.

30. Управление системами с последствием.
31. Классификация оптимальных систем. Задачи оптимизации. Принцип максимума Понтрягина. Динамическое программирование.
32. Эвристические методы стабилизации: нейросети, размытые множества, интеллектуальное управление.
33. Информационное моделирование производственных систем.
34. Модели постепенной формализации задач при организации технологических процессов производства и управления.
35. Применение информационного подхода для анализа нелинейных автоматических систем.
36. Применение морфологического подхода при принятии плановых решений в условиях показательной системы производства
37. Применение системного анализа при управлении проектами сложных технических комплексов.
38. Модификации метода решающих матриц.
39. Методы организации сложных экспертиз, базирующиеся на использовании информационного подхода.
40. Организация сложных экспертиз как основа маркетинга сложных технических комплексов.
41. Подход к оценке эффективности инвестиционных проектов.

6.2. Система оценки знаний и график работы обучающихся по учебной дисциплине

График работы

Форма оценочного средства	Условное обозначение	Номер недели																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
Индивидуальное домашнее задание	ИДЗ				+											+			+	+			
Контрольная работа	КР							+								+			+	+			

Оценка знаний обучающихся

№ контрольной точки	Виды учебной работы аспиранта	Срок сдачи, № недели	Число баллов
1	2	3	4
1	Индивидуальное домашнее задание ИДЗ-1	15	5
2	Контрольная работа КР-1	15	5
3	Индивидуальное домашнее задание ИДЗ-2	15	5
4	Индивидуальное домашнее задание ИДЗ-3	15	5
5	Контрольная работа КР-2	15	5
6	Индивидуальное домашнее задание ИДЗ-4	15	5
7	Контрольная работа КР-3	15	5
Сумма баллов:			35

Промежуточная аттестация	
Итоговая аттестация	5

6.3. Матрица сформированных компетенций

Формы контроля	Компетенция УК-1			Компетенция УК-2			
	З.1	З.2	У.1	З.3	З.4	Н.1	Н.2
ИДЗ-1	+						
КР-1			+			+	
ИДЗ-2		+					
ИДЗ-3				+			
КР-2			+				+
ИДЗ-4					+		
КР-3			+				+

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Болодурина И., Тарасова Т., Арапова О. Системный анализ: учебное пособие. Оренбург: ОГУ, 2013. – 193 с.
http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=259157&sr=1
2. Крюков С. В. Системный анализ : теория и практика: учебное пособие. Ростов-н/Д: Издательство Южного федерального университета, 2011. – 228 с.
http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=241102&sr=1
3. Громов Ю. Ю. , Иванова О. Г. , Ивановский М. А. , Данилкин С. В., Швец Д. П. Системный анализ в информационных технологиях. Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 176 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=277797&sr=1.

б) дополнительная литература:

1. Балаганский И. А. Прикладной системный анализ: учебное пособие. Новосибирск: НГТУ, 2013. – 120 с.
http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=228748&sr=1
2. Каталевский Д. Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: учебное пособие. М.: Издательский дом «Дело», 2015.- 513 с.
http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=444234&sr=1

в) Программное обеспечение:

1. ОС Windows
2. Microsoft Office 2010
3. Kaspersky Endpoint Security
4. Microsoft Office Russian Academic OPEN

Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:

1. Корпоративная электронная образовательная среда вуза
2. Электронная библиотечная система вуза на www.rgata.ru
3. Электронные ресурсы на сайте кафедры <http://www.rgata.ru/sites/vs/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия:
 - a. комплект электронных презентаций/слайдов,
 - b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук, выход в корпоративную сеть и Интернет, обеспечивающие работу в электронной образовательной среде).
2. Компьютерные лабораторные работы
 - a. компьютерный класс с выходом в корпоративную сеть и Интернет с каждого компьютера, обеспечивающие работу в электронной образовательной среде.
 - b. презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук с выходом в корпоративную сеть и Интернет),
 - c. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
 - d. пакеты программного обеспечения общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы),
3. Прочее
 - a. электронная образовательная web-среда учебной дисциплины,
 - b. специализированное программное обеспечение для тестирования аспирантов.

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**«Методы системного анализа, оптимизации и принятия решений»**

Блок дисциплин «Специальные дисциплины отрасли науки и научной специальности»

**Направление подготовки аспирантов – 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника»
Специальность – 05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности)**

Цели освоения дисциплины:

Целью дисциплины является изучение основных методов системного анализа сложных прикладных объектов исследования, обработки информации, целенаправленного воздействия человека на объекты исследования, включая вопросы анализа, моделирования, оптимизации, совершенствования управления и принятия решений, с целью повышения эффективности функционирования объектов исследования.

Основным содержанием являются теоретические и прикладные исследования системных связей и закономерностей функционирования и развития объектов и процессов с учетом отраслевых особенностей, ориентированные на повышение эффективности управления ими с использованием современных методов обработки информации.

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

Знать: основные понятия и задачи системного анализа; основы теории управления; модели и методы принятия решений, оптимизации и математического программирования; методы системного анализа при организации производства и проектировании сложных технических комплексов; методы организации сложных экспертиз.

Уметь: применять методы принятия решений, оптимизации и математического программирования для решения задач управления и системного анализа.

Владеть: навыками применения методов системного анализа при организации производства и проектировании сложных технических комплексов; навыками использования прикладного программного обеспечения для обработки экспериментальных данных и графической информации.

Общая трудоемкость дисциплины: 3 зачетных единиц, 108 часов.

Основное содержание дисциплины

Основные понятия и задачи системного анализа, основы теории управления: Выделение системы из среды, определение системы. Системы и закономерности их функционирования и развития. Свойства системы. Модели систем. Классификация систем. Задачи системного анализа. Роль человека в решении задач системного анализа. Основные понятия теории управления. Математическое описание объектов управления. Основные задачи теории управления. Классификация систем управления. Структуры систем управления. Динамические и статические характеристики систем управления. Понятие об устойчивости систем управления.

Модели и методы принятия решений, оптимизация и математическое программирование: постановка задач принятия решений. Классификация задач принятия решений. Этапы решения задач. Экспертные процедуры. Задачи оценивания. Метод экспертной оценки. Диалоговые методы принятия решений. Качественные методы принятия решений. Принятие решений в условиях неопределенности. Статистические модели принятия решений. Модели и методы принятия решений при нечеткой информации. Нечеткие множества. Нечеткое моделирование. Постановки задач на основе различных принципов оптимальности. Игра как модель конфликтной ситуации. Классификация игр. Оптимизационный подход к проблемам управления и принятия решений.

Применение методов системного анализа при организации производства и проектировании сложных технических комплексов, методы организации сложных экспертиз: информационное моделирование производственных систем. Модели постепенной формализации задач при организации технологических процессов производства и управления. Применение системного анализа при управлении проектами сложных технических комплексов.

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа:

одобрена (без изменений/с изменениями) на 20 17/2018 учебный год. Протокол № 3/17 заседания кафедры от "31" 10 2017 г.

Ведущий преподаватель _____
Зав. кафедрой _____

одобрена на 20 18/2019 учебный год. Протокол № 3/18 заседания кафедры от "9" 10 2018 г.

Ведущий преподаватель _____
Зав. кафедрой _____

одобрена на 20 19/2020 учебный год. Протокол № 3/19 заседания кафедры от "22" 10 2019 г.

Ведущий преподаватель _____
Зав. кафедрой _____

одобрена на 20 ___/20___ учебный год. Протокол № ___ заседания кафедры от "___" _____ 20___ г.

Ведущий преподаватель _____

Зав. кафедрой _____

одобрена на 20 ___/20___ учебный год. Протокол № ___ заседания кафедры от "___" _____ 20___ г.

Ведущий преподаватель _____

Зав. кафедрой _____

одобрена на 20 ___/20___ учебный год. Протокол № ___ заседания кафедры от "___" _____ 20___ г.

Ведущий преподаватель _____

Зав. кафедрой _____