

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 43

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

А.А. Фоменкова

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«06» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Прикладные модели оптимизации»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Программная инженерия
Наименование направленности	Проектирование программных систем
Форма обучения	заочная
Год приема	2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доцент, к.ф.-м.н

(должность, уч. степень, звание)

05.02.2025

(подпись, дата)

Н.А. Волкова

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 43

«06» февраля 2025 г, протокол № 01/2025

Заведующий кафедрой № 43

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)

06.02.2025

(подпись, дата)

М.Ю. Охтилев

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

06.02.2025

(подпись, дата)

А.А. Фоменкова

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Прикладные модели оптимизации» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.04 «Программная инженерия» направленности «Проектирование программных систем». Дисциплина реализуется кафедрой «№43».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-2 «Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений»

ПК-1 «Способность моделировать, анализировать и использовать формальные методы конструирования программного обеспечения»

ПК-6 «Готовность использовать знание основных методов искусственного интеллекта в последующей профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с выявлением наилучшего (оптимального) способа действия при решении задачи управления, когда присутствуют ограничения. Курс основан на оптимизации, моделировании и анализе процесса принятия решений.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося, контрольные работы заочников.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является математическое моделирование и анализ построенных моделей в задачах принятия решений. Основной акцент делается на наиболее часто встречающиеся на практике оптимизационные модели. Одной из главных задач курса является привитие студентам практических навыков моделировать, анализировать и использовать формальные методы конструирования программного обеспечения для построения и применения математических моделей в оптимизационных задачах.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.В.1 владеть навыками выбора оптимального способа решения задач с учетом действующих правовых норм УК-2.В.2 владеть навыками выбора оптимального способа решения задач с учетом имеющихся условий, ресурсов и ограничений
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способность моделировать, анализировать и использовать формальные методы конструирования программного обеспечения	ПК-1.3.1 знает основы моделирования и формальные методы конструирования программного обеспечения ПК-1.У.1 умеет использовать формальные методы конструирования программного обеспечения
Профессиональные компетенции	ПК-6 Готовность использовать знание основных методов искусственного интеллекта в последующей профессиональной деятельности	ПК-6.3.1 знать математические методы искусственного интеллекта и обработки данных ПК-6.3.2 знать основные методы, модели и алгоритмы искусственного интеллекта и области их применения ПК-6.У.2 уметь ставить задачи и выполнять проектирование систем искусственного интеллекта

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра»,
- «Математика. Математический анализ»,
- «Прикладная теория вероятностей и статистика»,
- «Вычислительная математика».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Обработка экспериментальных данных»,
- «Экономическое обоснование программных проектов»,
- «Интеллектуальный анализ данных».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	8	8
Аудиторные занятия, всего час.	20	20
в том числе:		
лекции (Л), (час)	8	8
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	12	12
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	9	9
Самостоятельная работа, всего (час)	115	115
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Введение	1		-		-
Раздел 2. Модели линейного программирования	2		4		34

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Раздел 3. Сетевые модели	2		4		33
Раздел 4. Модели нелинейного (выпуклого) программирования	1		2		16
Раздел 5. Модели многокритериальной оптимизации	1		2		16
Раздел 6. Принятие решений в условиях неопределенности и риска	1		-		16
Итого в семестре:	8		12		115
Итого	8	0	12	0	115

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Понятие предмета исследований. Историческое предисловие. Научный метод. Системный подход. Моделирование и его этапы. Основные этапы количественного моделирования. Классификация моделей.
2	Введение в линейное программирование. Основные области применения. Основные проблемные ситуации. Модель линейного программирования. Правила построения моделей. Математические предположения и ограничения. Графический метод решения. Нахождение оптимального решения. Особые случаи. Анализ на чувствительность оптимального решения с использованием графического метода. Двойственность в линейном программировании. Теоремы двойственности и равновесия.
3	Специальные классы моделей линейного целочисленного программирования. Транспортная задача. Эвристические методы решения транспортной модели. Распределительная задача. Математическая формулировка распределительной задачи. Задача о назначениях. Задача о коммивояжере. Решение транспортной задачи с использованием нейросетей.
4	Постановка задачи нелинейного программирования. Необходимые условия оптимальности в нелинейной задаче без ограничений, с ограничениями типа равенств и неравенств. Достаточность условий оптимальности. Особенности выпуклого программирования.
5	Оптимальность по Парето. Эффективное множество. Целевое программирование. Графический метод решения задачи целевого программирования. Многокритериальное

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
	линейное программирование.
6	Элементы теории принятия решений. Модель принятия решения в условиях риска. Дерево решений. Модель принятия решения в условиях неопределённости. Критерии Гурвица, Лапласа и Сэвиджа. Возможности нейросетей для решения задачи оптимального управления.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
1	Решение задачи линейного программирования	4	4	2
2	Решение транспортной задачи	4	4	3
3	Решение задачи нелинейного программирования	2	2	4
4	Решение задачи многокритериальной оптимизации	2	2	5
Всего		12	8	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	32	32
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	12	12
Домашнее задание (ДЗ)	24	24
Контрольные работы заочников (КРЗ)	24	24
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	23	23
Всего:	115	115

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
004 М 54	Методы оптимизации: методические указания / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост. В. Ю. Гамов. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2015. - 39 с.: рис., табл. - Библиогр.: с. 20 (13 назв.). - Б. ц.	81
004.4 А 69	Анодина-Андриевская, Е. М. Основы математического моделирования технических систем [Текст]: учебное пособие / Е. М. Анодина-Андриевская; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2015. - 47 с. - Библиогр.: с. 46 (16 назв.). - ISBN 978-5-8088-1057-0	49
	Бинум М. Л., Хакебейл Г. А., Харт У. Э., Лэрд К. Д., Николсон Б. Л., Сиирола Д. Д., Уотсон Ж.-П., Вудраф Д. Л. Pyomo. Моделирование оптимизации на Python / пер. с англ. А. А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2023. – 230 с.: ил.	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
	Не предусмотрено

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	MS Office
2	Редактор кода или интегрированная среда разработки для Python (IDLE, PyCharm, Visual Studio Code и т.п.)

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Компьютерный класс	

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Задачи; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Понятие научного метода. Понятие математической модели.	УК-2.В.2
2	Методы искусственного интеллекта для решения задач оптимизации	ПК-6.3.1
3	Понятие задачи линейного программирования (ЗЛП).	ПК-1.3.1
4	Области применения линейного программирования.	ПК-1.У.1
5	Математическая постановка ЗЛП.	УК-2.В.1

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
6	Основные теоремы линейного программирования	УК-2.В.1
7	Допустимое решение ЗЛП. Оптимальное решение ЗЛП. Значение ЗЛП.	УК-2.В.2
8	Симплекс-метод решения задачи линейного программирования. Выбор первоначального опорного плана. Улучшение опорного решения	УК-2.В.1
9	Количество решений в ЗЛП (случаи неограниченного множества решений, пустого множества и случаи альтернативных решений).	ПК-1.3.1
10	Постоптимальный анализ (понятие активного ограничения, дефицитного ресурса, теневой цены).	ПК-1.У.1
11	Понятие прямой и двойственной задач линейного программирования.	УК-2.В.1
12	Исторические этапы исследований транспортной задачи	УК-2.В.1
13	Понятие транспортной задачи (ТЗ). Сетевая постановка ТЗ	ПК-1.3.1
14	Критерии оптимизации транспортной задачи	ПК-1.3.1
15	Условие сбалансированности ТЗ. Теорема о разрешимости ТЗ.	ПК-1.У.1
16	Случаи несбалансированной ТЗ, методы балансировки.	УК-2.В.1
17	Модель открытой транспортной задачи	ПК-1.У.1
18	Модель закрытой транспортной задачи	ПК-1.У.1
19	Этапы решения транспортной задачи	ПК-1.У.1
20	Метод северо-западного угла	ПК-1.У.1
22	Метод потенциалов	ПК-1.У.1
23	Задача о назначениях как частный случай ТЗ. Математическая постановка.	ПК-1.3.1, ПК-6.3.2
24	Задача нелинейного программирования (ЗНЛП). Различные виды ЗНЛП и их математические постановки.	ПК-1.У.1, ПК-6.3.1
25	Необходимые условия оптимальности в задаче безусловной оптимизации и их достаточность.	УК-2.В.1
26	Необходимые условия оптимальности в задаче условной оптимизации и их достаточность. Функция Лагранжа.	УК-2.В.2
27	Необходимые условия оптимальности в стандартной задаче нелинейного программирования (условия Куна – Таккера) и их достаточность.	ПК-1.3.1
28	Задача квадратичного программирования.	ПК-1.У.1
29	Математическая постановка задачи многокритериальной оптимизации (ЗМКО). Проблема оптимальности.	ПК-1.У.1, ПК-6.3.1
30	Понятие оптимальности по Парето. Достоинства, недостатки и общие свойства решений, оптимальных по Парето.	УК-2.В.1
31	Понятие арбитражной схемы. Метод главного критерия. Арбитражная схема Нэша.	УК-2.В.2
32	Основная идея метода целевого программирования.	ПК-1.3.1
33	Задача принятия решений в условиях риска – математическая постановка, основные понятия, особенности решения.	ПК-1.У.1
34	Задача принятия решений в условиях неопределенности – математическая постановка, основные понятия, особенности решения	УК-2.В.1
35	Критерии принятия решений в условиях неопределенности (критерий Вальда, «здорового оптимиста», Гурвица, Лапласа, Сэвиджа).	УК-2.В.2

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Практические задания (задачи)	
1	Построение математической модели в задаче линейного программирования.	ПК-1.У.1
2	Решение ЗЛП графическим методом	ПК-1.У.1
3	Составление двойственной задачи ЛП к заданной прямой ЗЛП.	УК-2.В.1
4	Проверка сбалансированности ТЗ и ее балансировка в случаях различных осложнений.	УК-2.В.2
5	Решение задач оптимизации с помощью нейронной сети Хопфилда	ПК-6.У.2
6	Проверка достаточности необходимых условий в различных видах ЗНЛП.	ПК-1.У.1
7	Графическое нахождение множества оптимальных по Парето решений.	ПК-1.У.1
8	Применение метода целевого программирования в задачах многокритериальной линейной оптимизации	УК-2.В.1
9	Применение различных критериев в задаче принятия решений в условиях неопределенности.	УК-2.В.2

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.
Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	Инструкция: выберите один правильный ответ Если оптимизационная задача решается симплекс методом, число ограничений в задаче равно 5 (не учитывая, условия неотрицательности переменных), а число основных переменных 4. Количество базисных переменных равно: 1. 4 2. 5 3. 1 4. 9	УК-2.В.1
2	Инструкция: выберите один правильный ответ Разрешающий столбец при решении задачи симплексным методом указывает на ... 1. базисную переменную, которую в первую очередь необходимо выводить из базиса 2. положительное симплексное отношение	УК-2.В.2

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	3. элементы столбца, коэффициенты, которого в дальнейшем рассчитываться не будут 4. небазисную переменную, которую в первую очередь необходимо вводить в базис	
3	Инструкция: Ниже приведены методы оптимизации и их описания. Соотнесите каждый метод с его описанием. Методы оптимизации: 1. Симплексный метод 2. Методы сопряженных направлений 3. Венгерский метод 4. Методы безусловной оптимизации второго порядка Описания: А. Позволяет за конечное число итераций находить оптимальное решение подавляющего большинства задач. В. Одни из наиболее эффективных для решения задач минимизации, но чувствительны к ошибкам. С. Позволяет контролировать процесс вычислений и прекратить его при достижении заданных показателей. D. Используются для решения задач большой размерности.	УК-2.В.1
4	Инструкция: Вектор $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$, удовлетворяющий системе ограничений задачи называется _____ Выберите один или несколько ответов: 1. опорным планом 2. допустимым решением 3. наилучшим планом 4. оптимальным планом 5. оптимальным решением	УК-2.В.2
5	Инструкция: В какой последовательности должны выполняться этапы метода оптимизации, чтобы достичь наилучшего результата? 1. Анализ проблемной ситуации 2. Построение математической модели 3. Анализ модели 4. Выбор метода и средств решения. 5. Решение задачи оптимизации. 6. Коррекция и доработка модели.	УК-2.В.1
6	Инструкция: выберите один правильный ответ Основная цель оптимизации заключается 1. в нахождении всех возможных решений 2. в нахождении оптимального решения кратчайшим способом 3. в нахождении оптимального решения 4. ни один из перечисленных	УК-2.В.1
7	Инструкция: выберите один правильный ответ Решение транспортной задачи заключается в методе 1. перебора 2. симплексном 3. потенциалов 4. Монте-Карло	УК-2.В.1
8	Инструкция: выберите один правильный ответ Методом нахождения начального опорного плана транспортной задачи является метод 1. северо-восточного угла 2. северо-западного угла 3. юго-восточного угла 4. юго-западного угла	УК-2.В.1
9	Инструкция: выберите один правильный ответ Задачи целочисленного программирования можно решить методом 1. потенциалов 2. ветвей и границ	УК-2.В.1

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	3. Монте-Карло 4. ни один из перечисленных	
10	Инструкция: выберите один правильный ответ Допустимым планом задачи линейного программирования называется 1. любой план 2. любой, удовлетворяющий системе ограничений 3. любой, с положительными значениями 4. ни один из перечисленных	УК-2.В.2
11	Инструкция: выберите один правильный ответ Оптимальным планом задачи линейного программирования называется 1. любой план 2. любой допустимый план 3. допустимый план, которой достигает максимум или минимум целевой функции 4. ни один из перечисленных	УК-2.В.1
12	Инструкция: выберите один правильный ответ Система ограничений задачи линейного программирования – это система 1. нестрогих неравенств 2. только строгих неравенств 3. только равенств 4. любой из перечисленных	УК-2.В.2
13	Инструкция: выберите один правильный ответ Какие задачи решаются методом линейного программирования 1. поиск экстремума нелинейной функции при линейных ограничениях 2. поиск экстремума линейной функции при нелинейных ограничениях 3. поиск экстремума линейной функции при линейных ограничениях 4. любые из перечисленных	УК-2.В.1
14	Инструкция: выберите один правильный ответ В каком случае модель транспортной задачи является закрытой моделью 1. всегда 2. если общий объем груза у поставщиков не меньше суммарной потребности потребителей 3. если общий объем груза у поставщиков равен суммарной потребности потребителей 4. модель транспортной задачи не может быть закрытой	УК-2.В.1
15	Инструкция: выберите один правильный ответ Симплекс-метод предназначен для 1. решения системы нелинейных уравнений 2. решения задачи линейного программирования 3. решения системы трансцендентных уравнений 4. решения транспортной задачи	УК-2.В.1
16	Инструкция: выберите один правильный ответ Метод Гомори используется для решения задачи 1. целочисленного программирования 2. динамического программирования 3. линейного программирования 4. транспортной	УК-2.В.1
17	Инструкция: выберите один правильный ответ Метод множителей Лагранжа используется 1. для решения систем линейных уравнений 2. для решения транспортной задачи 3. для определения условного экстремума 4. для решения задач целочисленного программирования	УК-2.В.1
18	Инструкция: выберите один правильный ответ Если целевая функция является строго выпуклой (строго вогнутой) и если область решений системы ограничений не пуста и ограничена, то задача выпуклого программирования 1. всегда имеет бесконечно много решений 2. не имеет решений 3. всегда имеет единственное решение	УК-2.В.2

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	4. всегда имеет более одного решения	
19	Инструкция: закончите предложение Основоположником динамического программирования является...	УК-2.В.1
20	Инструкция: выберите один правильный ответ Динамическое программирование – это <ol style="list-style-type: none"> 1. метод оптимизации, с помощью которого решаются экстремальные задачи с целевыми функциями и ограничениями, зависящими от параметров 2. метод оптимизации, приспособленный к операциям, в которых процесс принятия решения может быть разбит на этапы 3. метод оптимизации, приспособленный к операциям, в которых процесс принятия решения не может быть разбит на этапы 4. состоит в нахождении экстремального значения линейной функции многих переменных при наличии линейных ограничений, связывающих эти переменные 	УК-2.В.1
21	Инструкция: выберите один правильный ответ Когда возникает необходимость использования симплекс-метода с искусственным базисом <ol style="list-style-type: none"> 1. если число уравнений равно числу переменных 2. если в системе ограничений все коэффициенты перед переменными отрицательные 3. если в системе ограничений есть равенства 	УК-2.В.2
22	Инструкция: выберите один правильный ответ Симплекс-метод был разработан ... <ol style="list-style-type: none"> 1. для оптимизации раскроя фанеры 2. для оптимизации трансатлантических перевозок 3. для повышения эффективности бомбардировок с воздуха 	ПК-1.3.1
23	Инструкция: выберите один правильный ответ Что такое допустимый маршрут в «задаче коммивояжера»? <ol style="list-style-type: none"> 1. множество упорядоченных пар городов 2. тот маршрут, который не содержит остановок 3. совокупность прямых участков и поворотов 	ПК-1.3.1
24	Инструкция: Ниже приведены методы решения транспортной задачи и их описания. Соотнесите каждый метод с его описанием. Методы решения транспортной задачи: <ol style="list-style-type: none"> 1. Метод северо-западного угла 2. Метод минимального тарифа 3. Метод аппроксимации Фогеля 4. Метод потенциалов Описания: А. Простой и быстрый метод, но не всегда дает оптимальное решение. В. Используется для нахождения начального базисного решения, но требует дополнительных итераций для достижения оптимальности. С. Улучшает точность решения за счет учета потенциалов поставщиков и потребителей. D. Позволяет найти оптимальное решение за конечное число итераций.	ПК-1.3.2
25	Инструкция: выберите один правильный ответ В любой задаче линейного программирования переменные <ol style="list-style-type: none"> 1. положительные 2. не отрицательные 3. не положительные 4. произвольные 	ПК-1.3.1
26	Инструкция: выберите один правильный ответ Обязательным условием для неравенств в задачах линейного программирования является <ol style="list-style-type: none"> 1. линейность 2. однородность 3. не отрицательность 4. нечто иное 	ПК-1.3.1
27	Инструкция: выберите один правильный ответ	ПК-1.3.2

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	Целью транспортной задачи является <ol style="list-style-type: none"> 1. найти объем перевозимого товара 2. найти максимальную прибыль 3. найти оптимальный план перевозки 4. правильного варианта нет 	
28	Инструкция: закончите предложение При открытой модели транспортной задачи, когда потребности превышают запасы необходимо ввести мнимого...	ПК-1.3.2
29	Инструкция: выберите один правильный ответ Если в канонической форме ЗЛП число переменных равно числу уравнений, то система ограничений <ol style="list-style-type: none"> 1. обязательно имеет только одно решение 2. имеет одно решение, если оно существует 3. имеет множество решений 4. любое из перечисленных 	ПК-1.3.1
30	Инструкция: выберите один правильный ответ При открытой модели транспортной задачи, когда запасы превышают потребности необходимо ввести мнимого <ol style="list-style-type: none"> 1. поставщика 2. потребителя 3. любого из перечисленных 4. нечто иное 	ПК-1.3.2
31	Инструкция: выберите один правильный ответ Количество решений транспортной задачи может быть <ol style="list-style-type: none"> 1. только одно 2. два 3. множество 4. любое из перечисленных 	ПК-1.3.1
32	Инструкция: выберите один правильный ответ Если в канонической форме ЗЛП число переменных больше числа уравнений, то система ограничений <ol style="list-style-type: none"> 1. обязательно имеет только одно решение 2. имеет одно решение, если оно существует 3. имеет множество решений 4. любое из перечисленных 	ПК-1.3.1
33	Инструкция: Что из нижеперечисленного входит в общую схему построения математической модели в линейном программировании <ol style="list-style-type: none"> 1. выбор переменных 2. составление системы ограничений 3. выбор критерия оптимальности 4. составление алгоритма решения задачи 	ПК-1.3.1
34	Инструкция: Какие из нижеперечисленных условий относятся к условиям, определяющим каноническую форму задачи линейного программирования <ol style="list-style-type: none"> 1. требуется найти максимальное значение целевой функции 2. система ограничений содержит только равенства 3. на переменные наложено условие неотрицательности 4. система ограничений содержит только неравенства 	ПК-1.3.1
35	Инструкция: выберите один правильный ответ Какие из перечисленных утверждений верны: <ol style="list-style-type: none"> 1. матрица Гессе симметричная; 2. матрица Гессе диагональная; 3. определитель матрицы Гессе не может быть равным нулю. 	ПК-1.3.2
36	Инструкция: выберите один правильный ответ Если в критической точке функции одной переменной вторая производная отрицательна, то: <ol style="list-style-type: none"> 1. в этой точке функция имеет разрыв; 2. точка является точкой максимума; 3. точка является точкой минимума. 	ПК-1.3.2

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
37	Инструкция: Для решения задачи условной оптимизации методом неопределенных множителей Лагранжа обязательно: 1. знание аналитического выражения оптимизируемой функции; 2. наличие ограничений в виде равенств; 3. линейность ограничений.	ПК-1.3.1
38	Инструкция: Укажите, какие методы используются для построения первоначальных опорных планов транспортной задачи: 1. метод потенциалов; 2. метод северо-западного угла; 3. метод минимальной стоимости; 4. метод двойного предпочтения.	ПК-1.3.1
39	Инструкция: выберите один правильный ответ Какая целевая функция называется мультимодальной? 1. которая имеет один экстремум; 2. которая имеет более одного экстремума; 3. которая не имеет экстремума.	ПК-1.3.2
40	Инструкция: выберите один правильный ответ Чем отличаются задачи безусловной и условной оптимизации 1. числом переменных; 2. наличием ограничений; 3. учетом фактора времени.	ПК-1.3.2
41	Инструкция: выберите один правильный ответ Условия Куна-Таккера определяют: 1. множители Лагранжа; 2. взаимное влияние переменных; 3. решение задачи; 4. нет правильного ответа.	ПК-1.3.1
42	Инструкция: выберите один правильный ответ Решение задачи линейного программирования (если оно единственно) находится: 1. внутри области ограничений; 2. на одном из ребер многогранника ограничений; 3. в одной из вершин многогранника ограничений.	ПК-1.3.2
43	Инструкция: выберите один правильный ответ Минимальное значение функции $C=x_1-2x_2$ при ограничениях $2x_1+3x_2\leq 6; x_1\geq 0; x_2\geq 0$ равно	ПК-6.У.2
44	Инструкция: выберите один правильный ответ Минимальное значение функции $C=x_1-3x_2$ при ограничениях $x_1+2x_2\leq 4; x_1\geq 0; x_2\geq 0$ равно	ПК-6.У.2
45	Инструкция: Ниже приведены методы искусственного интеллекта для решения задач оптимизации и их описания. Соотнесите каждый метод с его описанием. Методы искусственного интеллекта для решения задач оптимизации: 1. Машинное обучение 2. Нейронные сети 3. Эволюционные алгоритмы 4. Логическое программирование Описания: А. Используются для обучения моделей на основе данных и решения задач, требующих человеческого интеллекта. В. Представляют собой сложные математические модели, имитирующие работу человеческого мозга. С. Основаны на принципах естественного отбора и генетических изменений для поиска оптимальных решений. Д. Используются для решения задач, требующих логических рассуждений и выводов.	ПК-6.3.1
46	Инструкция: выберите один правильный ответ Определите максимум целевой функции $2X_1 + 3X_2 - 2$ при следующей системе ограничений: $X_1+X_2\leq 4; 6X_1+2X_2\geq 8; X_1+5X_2\geq 4; 0\leq X_1\leq 3; 0\leq X_2\leq 3$.	ПК-6.У.2

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	<p>Выберите один ответ:</p> <ol style="list-style-type: none"> ОДР пустое множество, система уравнений несовместна 4 9 11 	
47	<p>Инструкция: выберите один правильный ответ</p> <p>Как называют математическую запись принципа оптимальности Беллмана</p> <ol style="list-style-type: none"> рекуррентным соотношением оптимальной стратегией условным оптимальным управлением мультипликативной функцией 	ПК-6.3.1
48	<p>Инструкция: продолжите предложение</p> <p>Персептрон, у которого имеется только по одному слою S, A и R элементов, называется...</p>	ПК-6.3.1
49	<p>Инструкция: выберите один правильный ответ</p> <p>Что представляет собой «переобучение» в контексте нейронных сетей?</p> <ol style="list-style-type: none"> Недостаточное количество обучающих данных. Слишком медленная скорость обучения. Модель слишком хорошо подстроилась под обучающие данные и плохо обобщается на новые данные. Использование слишком простой модели. 	ПК-6.3.1
50	<p>Инструкция: выберите один правильный ответ</p> <p>Что такое «вес» нейрона в нейронной сети?</p> <ol style="list-style-type: none"> Скорость обучения нейрона. Число нейронов в слое. Выходной сигнал нейрона. Коэффициент, определяющий важность входных данных для выхода нейрона. 	ПК-6.3.1
51	<p>Инструкция: выберите один правильный ответ</p> <p>Что такое «функция потерь» в контексте обучения нейронных сетей?</p> <ol style="list-style-type: none"> Скорость обучения нейронной сети. Количество нейронов в выходном слое. Выходной сигнал нейрона. Мера расхождения между предсказанными значениями и фактическими значениями. 	ПК-6.3.1
52	<p>Инструкция: выберите один правильный ответ</p> <p>Что представляет собой функция активации в нейронной сети?</p> <ol style="list-style-type: none"> Сумму входных данных. Веса, применяемые к данным. Нелинейное преобразование выхода нейрона. Результат умножения весов на входные данные. 	ПК-6.3.2
53	<p>Инструкция: выберите один правильный ответ</p> <p>Какая функция используется для обновления весов в процессе обучения нейронных сетей?</p> <ol style="list-style-type: none"> Сигмоида. Гиперболический тангенс. Градиентный спуск. Регуляризация. 	ПК-6.3.2
54	<p>Инструкция: выберите один правильный ответ</p> <p>Какое из нижеперечисленных утверждений о нейронных сетях является верным?</p> <ol style="list-style-type: none"> Нейронные сети используются исключительно для анализа текстовой информации. Нейронные сети могут быть обучены извлекать сложные закономерности из данных. Нейронные сети не требуют обучения и могут работать непосредственно после создания. Нейронные сети применяются только в области медицины. 	ПК-6.3.1
55	<p>Инструкция: выберите один правильный ответ</p> <p>Что такое «обучение с учителем» в контексте нейронных сетей?</p> <ol style="list-style-type: none"> Процесс самостоятельного обучения нейронов. 	ПК-6.3.1

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	2. Использование сетей для создания новых учителей. 3. Обучение модели на основе пары входных данных и соответствующих выходных данных. 4. Обучение нейронов на основе случайных данных.	
56	Инструкция: выберите один правильный ответ Какую роль выполняет функция активации в нейронных сетях? 1. Определяет, какие данные будут поданы на вход сети. 2. Задает цвет для визуализации нейронных связей. 3. Корректирует выходные данные для лучшей производительности. 4. Вводит нелинейность, позволяя сети моделировать сложные функции.	ПК-6.3.2
57	Инструкция: Какие из следующих элементов являются основными строительными блоками нейронной сети? 1. Нейрон 2. Вес 3. Слой 4. Функция активации	ПК-6.3.1
58	Инструкция: выберите один правильный ответ Какая из перечисленных архитектур предназначена для передачи данных только в одном направлении, от входных к выходным нейронам? 1. Рекуррентная нейронная сеть 2. Свёрточная нейронная сеть 3. Прямая нейронная сеть 4. Глубокая нейронная сеть	ПК-6.3.2
59	Инструкция: выберите один правильный ответ Что представляет собой процесс обучения нейронной сети на наборе данных? 1. Расчет точности сети 2. Определение структуры сети 3. Коррекция весов на основе ошибки 4. Измерение времени обработки данных	ПК-6.3.2
60	Инструкция: выберите один правильный ответ Что представляют собой веса нейронов в контексте нейронных сетей? 1. Специальные коэффициенты для коррекции ошибок 2. Экспоненциальные коэффициенты для активации 3. Параметры, определяющие силу связей между нейронами 4. Число проходов данных через сеть	ПК-6.3.1
61	Инструкция: выберите один правильный ответ Каковы преимущества нейронных сетей? 1. Пошаговое решение задач 2. Помехоустойчивость 3. Высокая точность решений 4. Способность решать вычислительные задачи	ПК-6.3.1
62	Инструкция: выберите один правильный ответ Какие методы оптимизации являются наиболее эффективными в случае непрерывной целевой функции? 1. Монте-Карло 2. Градиентные 3. Дискретные 4. Гаусса-Зейделя 5. Ньютона	ПК-6.3.1
63	Инструкция: выберите один правильный ответ Ядро свертки – это... 1. фильтр низких частот 2. совокупность основных пикселей входного изображения 3. матрица весовых коэффициентов, устанавливающихся в процессе обучения	ПК-6.3.1
64	Инструкция: выберите один правильный ответ Почему искусственная нейронная сеть (ИНС) в приложениях играет роль универсального аппроксиматора функции от нескольких переменных? 1. Постановки значительного количества задач моделирования,	ПК-6.3.1

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	<p>идентификации и обработки сигналов могут быть сведены именно к задаче аппроксимации</p> <p>2. Это неверное утверждение</p> <p>3. Не во всех приложениях, а только в задачах аппроксимации и интерполяции</p> <p>4. Любая ИНС может на выходе дать только приближенное решение задачи</p>	

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
1	Графический способ решения задач оптимизации
2	Разработка алгоритмов методов решения оптимизационных задач

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала по дисциплине «Прикладные модели оптимизации» состоит в освоении наиболее часто применяемых количественных инструментов, основанных на оптимизации, моделировании и анализе процессов принятия решений. Изложение курса основано на систематическом изучении определенных классов оптимизационных задач и решении многочисленных примеров из различных областей человеческой деятельности. Курс лекций раскрывает понятийный аппарат теории принятия решений, основанной на оптимизации, а также дает цельное представление о дисциплине «Прикладные модели оптимизации» и показывает ее взаимосвязь с другими дисциплинами.

Формат лекций по данному курсу предполагает активную работу студентов во время изложения лекционного материала. Для достижения максимального эффекта необходимо подготовиться к лекциям, заранее ознакомившись с материалом и подготовив вопросы. Для этого можно использовать литературу, приведенную в списке основной литературы по курсу. Для закрепления лекционного материала по окончании лекции необходимо перечитать конспект и прорешать заново задачи, разобранные лектором во время занятий.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;

- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);

- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал сопровождается демонстрацией слайдов.

Структура предоставления лекционного материала:

- введение;
- модели линейного программирования;
- сетевые модели;
- модели нелинейного программирования;
- модели многокритериальной оптимизации;
- принятие решений в условиях неопределенности и риска.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах

Не предусмотрено учебным планом.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Не предусмотрено учебным планом.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В процессе изучения дисциплины «Прикладные модели оптимизации» обучающиеся знакомятся с наиболее распространенными на практике классами оптимизационных моделей в задачах принятия решений. В ходе выполнения лабораторных работ в результате анализа проблемы каждого класса студенты создают количественную компьютерную модель в среде MS Excel, помогающую процессу принятия решений, и программируют решение задачи на языке Python. Лабораторные работы призваны углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой поиска оптимального решения с использованием математических методов. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы решения оптимизационных задач.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задания и требования к проведению лабораторных работ размещены на сервере кафедры (\\dcbm\Методическое обеспечение кафедры 43) и в личном кабинете преподавателя.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Структура и форма отчетов о лабораторных работах размещены на сервере кафедры (\\dcbm\Методическое обеспечение кафедры 43) и в личном кабинете преподавателя.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

С требованиями к оформлению отчетов о лабораторных работах можно ознакомиться на сервере кафедры (\\dcbm\Методическое обеспечение кафедры 43) и в личном кабинете преподавателя.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа включает изучение теоретического материала, а также выполнение домашних обязательных и дополнительных заданий. Обучающийся должен разобраться в теоретическом материале, вынесенном на самостоятельное изучение, используя литературу, представленную в основном и дополнительном списках. Разделы, выносимые на самостоятельное изучение, объявляются преподавателем во время лекционных занятий.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, является учебно-методический материал по дисциплине.

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости студентов является постоянным, осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы преимущественно посредством реализации балльной системы: каждое задание преподавателя, выданное для самостоятельной работы, а также все лабораторные работы оцениваются определённым количеством баллов, которое уменьшается с течением времени для обучающихся, выполнивших задание после установленного преподавателем срока.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя экзамен. Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП». Экзамен проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Критерии оценивания представлены в таблице 14.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой