

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Учебно-научный институт радиоэлектроники и информационных
технологий (ИРИТ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:
_____ А.В. Мякиньков
подпись ФИО
3 марта 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б.9 Методы исследования операций
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)
для подготовки магистров

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность: Математическое моделирование

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2024
2025

Выпускающая кафедра ПМ

Кафедра-разработчик ПМ

Объем дисциплины 144 / 4
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет с оценкой

Разработчик: Суркова А.С., д.т.н., доцент

Нижний Новгород, 2025 год

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 10 января 2018 года № 13, на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ протокол от 21.05.2024 №16, от 17.12.2024 №6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 11.02.2025 № 6.

Зав. кафедрой д.ф-м.н, профессор Куркин А.А. _____

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИРИТ.
Протокол от 18.02.2025 № 2

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 01.04.02-п-9

Начальник МО _____ Е.Г. Севрюкова

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Н.И. Кабанина
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	11
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....	15
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	16
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..	17
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины является:

Изучение методов исследования операций, включая классификацию оптимизационных математических моделей (математических моделей исследования операций), методы целевого программирования, целочисленного линейного программирования, сетевой оптимизации, оптимального управления.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

Усвоение классификации математических моделей исследования операций, а также методов целевого программирования, целочисленного программирования, сетевой оптимизации, оптимального управления, и получение навыков решения прикладных задач исследования операций с помощью этих методов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Методы исследования операций» обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика.

Дисциплина базируется на дисциплинах программы магистратуры по направлению «Прикладная математика и информатика» профиля «Математическое моделирование». Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Методы исследования операций», являются: «Современные проблемы прикладной математики и информатики», «Обобщенные решения дифференциальных уравнений», «Нелинейная динамика».

Дисциплина «Методы исследования операций» является основополагающей для выполнения и защиты ВКР.

Рабочая программа дисциплины «Методы исследования операций» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)¹

Таблица 1 – Формирование компетенций по дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки			
	1	2	3	4
<i>ОПК-1 (Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики)</i>				
Современные проблемы прикладной математики и информатики		*		
Обобщенные решения дифференциальных уравнений		*		

Методы исследования операций			*	
Выполнение и защита ВКР				*
<i>ОПК-2 (Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач)</i>				
Нелинейная динамика	*	*		
Обобщенные решения дифференциальных уравнений		*		
Методы исследования операций			*	
Выполнение и защита ВКР				*

**ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ,
СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Знать:	Уметь:	Владеть:	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-1. Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики.	ИОПК-1.2. Обладает знанием современных методов решения актуальных задач фундаментальной и прикладной математики и применяет их в профессиональной деятельности.	Знать: основные понятия, принципы и терминологию исследования операций; примеры прикладных задач, описываемых моделями исследования операций.	Уметь: уметь оперировать терминологией и математическим аппаратом исследования операций; применять методы исследования операций к решению практических задач.	Владеть: методами линейного и целочисленного программирования; методами решения многокритериальных задач оптимизации.	Практические задание	Билеты для зачета с оценкой
ОПК-2. Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ИОПК-2.2. Совершенствует существующие и реализует новые математические методы решения прикладных задач.	Знать: основные подходы и требования к построению математических моделей исследования операций.	Уметь: применять методологию исследования операций к построению и исследованию математических моделей принятия наилучших	Владеть: методами линейного и целочисленного программирования; методами решения многокритериальных задач	Практические задания	Билеты для зачета с оценкой

			решений в различных сферах практической деятельности.	оптимизации; методами оптимизации на сетях; методами решения простейшей задачи оптимального управления.		
--	--	--	---	---	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. 144 часов, распределение часов по видам работ представлено в таблице 3.

Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		3 сем
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	55	55
1.1.Аудиторная работа, в том числе:	51	51
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	34	34
лабораторные работы (ЛР)	-	-
1.2.Внеаудиторная, в том числе	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	-	-
текущий контроль, консультации по дисциплине	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	89	89
реферат/эссе (подготовка)	-	-
расчёто-графическая работа (РГР) (подготовка)	-	-
контрольная работа	-	-
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	-	-
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	50	50
Подготовка к зачету с оценкой	39	39

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4—Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)											
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)															
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)																
3 семестр																				
Раздел 1. Введение. Общие сведения																				
ОПК-1. ИОПК-1.2. ОПК-2. ИОПК-2.2.	Тема 1.1. Построение математической модели задачи оптимизации	3		5	4	Подготовка к лекциям и практическим занятиям [6.1.1]	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, выполнение индивидуальных заданий													
Итого по 1 разделу		3		5	5															
Раздел 2. Задачи линейного программирования (ЛП)																				
ОПК-1. ИОПК-1.2. ОПК-2. ИОПК-2.2.	Тема 2.1. Геометрическая интерпретация задач	2		4	7	Подготовка к лекциям и практическим занятиям [6.1.1]	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, выполнение индивидуальных заданий													
	Тема 2.2 Симплексный метод решения задач ЛП	2		6	8															
	Тема 2.3. Двойственность в оптимизационных задачах	3		5	8															
	Итого по 2 разделу	7		15	23															
Раздел 3. Двухиндексные задачи																				
ОПК-1. ИОПК-1.2. ОПК-2. ИОПК-2.2.	Тема 3.1 Задача о назначениях	2		5	7	Подготовка к лекциям и практическим занятиям [6.1.1]	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, выполнение													
	Тема 3.2. Задача коммивояжера	2		4	7															
	Тема 3.3. Транспортная задача	3		5	8															

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа											
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)	Самостоятельная работа студентов (час)								
							индивидуальных заданий						
	Итого по 3 разделу	7		14	22								
	Итого за 3 семестр	17		34	50								
	Подготовка к промежуточной аттестации (зачет с оценкой)				39								
	Итого по дисциплине	17		34	89								

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

5.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности освещены в п.11.

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачета с оценкой хранятся на кафедре «Прикладная математика» ауд. 1204 по адресу Н.Новгород, ул. Минина, 24 и находятся в свободном доступе.

5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5

Шкала оценивания	Текущая оценка
85-100	Отлично
70-84	Хорошо
60-69	Удовлетворительно
0-59	Неудовлетворительно

Таблица 6 –Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК-1. Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики.	ИОПК-1.2. Обладает знанием современных методов решения актуальных задач фундаментальной и прикладной математики и применяет их в профессиональной деятельности.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены основные методы целевого программирования и целочисленного линейного программирования, неумение их использовать; незнание условий применимости методов и неспособность их проверять.	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при формулировании результатов и их решений.	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные методы целевого программирования, целочисленного линейного программирования, сетевой оптимизации, оптимального управления и условия их применимости, умеет их проверять и применять для решения типовых задач.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании; умеет применять методы целевого программирования и целочисленного линейного программирования для решения прикладных задач.
ОПК-2. Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ИОПК-2.2. Совершенствует существующие и реализует новые математические методы решения прикладных задач				

Таблица 7. Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

6.1.1. Таха А.Хэмди. Введение в исследование операций : Пер.с англ. / Таха А.Хэмди. - 6-е изд. - М. : Изд.дом "Вильямс", 2001. - 912 с. : ил. - Библиогр.в конце гл. - Доп.тит.л.на англ.яз.-Прил.:с.807-903.- Предм.указ.:с.904-911. - ISBN 5-8459-0180-4(рус.).

6.1.2. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология : Учеб.пособие для втузов / Е. С. Вентцель. - 2-е изд.,стере. - М. : Высш.шк., 2001. - 208 с. : ил. - Библиогр.:с.206-207. - Предм.указ.:с.208. - ISBN 5-06- 003993-5.

6.1.3. Васин А.А. Исследование операций : Учеб.пособие / А. А. Васин, П. С. Краснощеков, В. В. Морозов. - М. : Изд.центр "Академия", 2008. - 464 с. - (Университетский учебник. Прикладная математика и информатика). - Библиогр.:с.454-457. - Предм.указ.:с.458-460. - ISBN 978-5-7695-4190-2.

6.2. Справочно-библиографическая литература

6.2.1. Протасов И.Д. Теория игр и исследование операций : Учеб.пособие / И. Д. Протасов. - М. : Гелиос АРВ, 2003. - 368 с. - Библиогр.:с.365-366. - Прил.:с.277-364. - ISBN 5-85438-068-4

6.2.2. Кремер Н.Ш. Исследование операций в экономике : Учеб.пособие / Н. Ш. Кремер [и др.] ; Под ред.Н.Ш.Кремера. - М. : Банки и биржи; ЮНИТИ, 1997. - 407 с. : ил. - Библиогр.:с.393-394. - Авт.указыны на обороте тит.л.-Предм.указ.:с.395-402. - ISBN 5-85173-092-7.

6.2.3. Волков И.К. Исследование операций : Учебник для втузов / И. К. Волков, Е. А. Загоруйко ; Под ред.В.С.Зарубина, А.П.Крищенко. - М. : Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана,

2000. - 436 с. : ил. - (Математика в техн.ун-те. Вып.20). - Библиогр.:с.426-427. - Прил.:с.394-425. - Предм.указ.:с.428-432. - ISBN 5-7038-1518-5(Вып.20). - ISBN 5-7038- 1270-4.

6.2.4. Давыдов Э.Г. Исследование операций : Учеб.пособие для вузов / Э. Г. Давыдов. - М. : Высш.шк., 1990. - 382 с. : ил. - Библиогр.:с.380-381. - ISBN 5-06-001004-X.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень информационных ресурсов

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

- 1) КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>;
- 2) Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>;
- 3) Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://elib.tolgas.ru>;
- 4) Электронно-библиотечная система Znaniум.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://znanium.com>;
- 5) Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru>;
- 6) polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://polpred.com>;
- 7) Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>;
- 8) Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru>.

7.2 Перечень информационных справочных систем

Таблица 8. Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Образовательная платформа «Юрайт»	https://urait.ru
4	TNT-ebook	https://www.tnt-ebook.ru/

7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины

Таблица 9. Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.2014)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.2014)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.2014)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web (C/h 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025, до 31.05.26)	

Таблица 10

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
Электронная база избранных статей по философии	http://www.philosophy.ru
Единый архив экономических и социологических данных	http://sophist.hse.ru/data_access.shtml
Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
Информационно-справочная система «Техспектр»	доступ из локальной сети

8.ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 11. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучение книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение – синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
3	Образовательная платформа «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 12 перечислены: учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения; помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 12. Оснащенность аудиторий для проведения учебных занятий по дисциплине

Номер аудитории	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения и реквизиты подтверждающего документа
6421	Мультимедийная аудитория учебно-лабораторного корпуса № 6	1. Доска меловая – 1 шт. 3. Экран – 1 шт. 4. Мультимедийный проектор Epson X12 – 1 шт. 5. Компьютер PC MB Asus на чипсете Nvidia/AMDAthlonXII CPU 2.8Ghz/ RAM 4 Ggb/ SVGAStandartGraphics +Ge-FORCE Nvidia GT210/HDD 250Ggb,SATAinterface, монитор 19”, с выходом на проектор. 6. Рабочее место студента - 74 7. Рабочее место для преподавателя – 1 шт.	1. Windows 7 32 bit корпоративная; VL 49477S2 2. Adobe Acrobat Reader DC-Russian (беспл.) 3. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 4. Dr.Web (C/н 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025, до 31.05.26)
6543	Помещение для самостоятельной работы студентов (Компьютерный класс № 1) учебно-лабораторного корпуса № 6	1. Рабочие места студента, оснащенные ПК на базе Intel Core i5 с мониторами – 8 шт. 2. Рабочие места студента, оснащенные ПК на базе Core 2 Duo с мониторами – 2 шт. 3. Рабочее место преподавателя, оснащенное ПК на базе Intel Core i5 с монитором – 1 шт. 4. Проектор Accer, проекционный экран – 1 шт. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду	1. Microsoft Windows 7 MSDN реквизиты договора - подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18 2. Бесплатное ПО: Пакет программ Open Office, True Conf, Браузер Google Chrome, Браузер Mozilla Firefox, Браузер Opera, McAfee Security Scan, Adobe Acrobat Reader DC, AutoCAD2013

		университета 5. Принтер HP LaserJet 1200 – 1 шт.	
--	--	--	--

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- элементы электронного обучения.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются при проведении практических занятий и на лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: электронная почта, ZOOM.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине преподаватель может применять балльно-рейтинговую систему контроля и оценку успеваемости студентов.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных заданий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений,

качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.1. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала. Лекции проводятся с применением дискуссии, беседы. Студенты, участвующие в дискуссии, отвечающие на вопросы, получают за работу на лекции 5-10 баллов, которые учитываются при получении зачета.

10.2. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 12). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной

среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

10.5. Методические указания для выполнения РГР

РГР не предусмотрены учебным планом.

10.6. Методические указания для выполнения курсового проекта/работы

Выполнение курсового проекта/работы не предусмотрено учебным планом.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса:

- решение практических задач,
- обсуждение тем лекционных занятий в форме дискуссии, беседы,
- выполнение контрольных работ.

1. Задания к практическим занятиям

1. Составить математическую модель к задаче:

Первая задача

Сельскохозяйственное предприятие располагает 3 видами корма (A, B и C). Каждый вид корма характеризуется содержанием питательных веществ (белки, жиры, углеводы и кальций) Известны содержание каждого питательного вещества в единице корма каждого вида (в таблице), а также известна стоимость единицы корма и минимальная суточная потребность в питательном веществе.

Требуется составить рацион минимальной стоимости

Питательное вещество	Содержание питательного вещества в единице корма			Минимальная суточная потребность
	A	B	C	
Белки	2	4	5	120
Жиры	1	8	6	280
Углеводы	7	4	5	240
Кальций	4	6	7	360
Стоимость (у.д.е.)	10	14	12	

Вторая задача

Для изготовления трех видов изделий A, B и C используется токарное, фрезерное, сварочное и шлифовальное оборудование. Затраты времени на обработку одного изделия для каждого из типов оборудования указаны в таблице. В ней же указан общий фонд рабочего времени каждого из типов используемого оборудования, а также прибыль от реализации одного изделия каждого вида.

Требуется определить, сколько изделий и какого вида следует изготовить предприятию, чтобы прибыль от их реализации была максимальной.

Тип оборудования	Затраты времени (станко-часы) на обработку одного изделия каждого вида			Общий фонд рабочего времени оборудования (часы)
	A	B	C	
Фрезерное	2	4	5	120
Токарное	1	8	6	280
Сварочное	7	4	5	240
Шлифовальное	4	6	7	360
Прибыль (у.д.е.)	10	14	12	

2. Решить геометрически задачу линейного программирования.

Первая задача

$$Z = x_1 + 2x_2 \rightarrow \text{extr}$$

при ограничениях:

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 \geq 2 \\ x_1 + 3x_2 \geq 3 \\ x_1 - x_2 \geq -1 \\ 3x_1 - x_2 \leq 6 \\ x_1 + x_2 \leq 5 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Вторая задача

$$Z = -16x_1 - x_2 + x_3 + 5x_4 + 5x_5 \rightarrow \text{extr}$$

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 + x_3 = 10 \\ -2x_1 + 3x_2 + x_4 = 6 \\ 2x_1 + 4x_2 - x_5 = 8 \\ x_j \geq 0, \quad j = \overline{1,5} \end{cases}$$

3. Построить двойственную задачу к задаче линейного программирования и записать ее решение, используя основную теорему двойственности.

Первая задача

$$Z = x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 \geq 2 \\ x_1 + 3x_2 \geq 3 \\ x_1 - x_2 \geq -1 \\ 3x_1 - x_2 \leq 6 \\ x_1 + x_2 \leq 5 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Вторая задача

$$Z = x_1 + x_2 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 + x_3 = 10 \\ -2x_1 + 3x_2 + x_4 = 6 \\ 2x_1 + 4x_2 - x_5 = 8 \\ x_j \geq 0, \quad j = \overline{1,5} \end{cases}$$

4. Решить задачу о назначениях.

Первая задача

1	3	2	4
4	5	7	7
6	2	4	2
3	4	7	3

Вторая задача

10	20	12	5
3	14	9	1
13	8	6	9
7	15	8	10

5. Решить задачу коммивояжера.

Первая задача

	1	2	3	4	5
1	—	5	7	9	2
2	4	—	5	7	6
3	7	4	—	5	8
4	6	6	7	—	4
5	3	7	8	5	—

Вторая задача

	1	2	3	4	5
1	—	20	18	12	8
2	5	—	14	7	11
3	12	18	—	6	11
4	11	17	11	—	12
5	5	5	5	5	—

6. Решить задачу динамического программирования.

Первая задача

Требуется распределить начальные средства $s_0 = 5$ у.е. между четырьмя предприятиями. Размеры вложений кратны 1. Средства $\{0,1,2,3,4,5\}$, выделенные k -му предприятию, дают прибыль f_k , заданную таблицей ($k = \overline{1,4}$)

	f_1	f_2	f_3	f_4
0	0	0	0	0
1	2	3	4	3
2	4	5	6	5
3	7	8	8	9
4	12	10	11	11
5	13	14	13	14

Вторая задача

Оборудование эксплуатируется в течении n лет. Доход от оборудования определяется функцией $r(t)$, t - возраст оборудования (в годах). В начале каждого года можно продать старое оборудование по цене $l(t)$, и купить новое по цене P_0 . Найти план замены оборудования, чтобы суммарный доход за все n лет был бы максимальным. При этом к началу эксплуатации возраст оборудования составляет t_0 лет.

$$n = 6, P_0 = 13, t_0 = 1$$

t	0	1	2	3	4	5	6
$r(t)$	8	7	7	6	6	5	5
$l(t)$	12	10	8	8	7	6	4

2. Перечень дискуссионных тем для дискуссии, беседы

1. Математическая модель задачи.
2. Общий вид оптимационной задачи.
3. Целевая функция, переменные, ограничения.
4. Общая задача линейной оптимизации. Постановка задачи. Примеры.
5. Геометрическая интерпретация задач линейной оптимизации.
6. Графический метод решения задач линейной оптимизации.
7. Задача производственного планирования
8. Задача о рационе.
9. Идея симплекс метода
10. Табличный симплекс-метод решения задач линейной оптимизации.
11. Особые случаи решения задач линейной оптимизации.

12. Двойственность в линейной оптимизации.
13. Правила построения двойственных задач.
14. Основные теоремы двойственности.
15. Решение двойственных задач.
16. Постановка задачи о назначениях. Математическая модель.
17. Венгерский метод решения задач о назначениях
18. Задача коммивояжера. Математическая модель.
19. Венгерский метод решения задачи коммивояжера.
20. Задачи, сводящиеся к задаче коммивояжера.

3. Типовые задания для контрольной работы

Для производства трех видов продукции А, В и С используется три вида сырья (I, II, III). Условия задачи приведены в таблице. Определить план выпуска продукции для получения максимальной прибыль с учетом дополнительного ограничения. Составить математическую модель задачи, решить задачу симплекс-методом.

Составить двойственную к данной задаче и записать ее решение

Составить двойственную задачу к задаче:

Продукция Сырье	A	B	C	Запасы сырья (ед.)
I	2	1	3	18
II	2	—	—	10
III	4	—	3	24
Прибыль (ден.ед.)	6	1	8	

Необходимо, чтобы сырье I вида было израсходовано полностью.

Составить двойственную к данной задаче и записать ее решение

$$\begin{cases} z = x_1 + x_2 + 2x_3 \rightarrow \max \\ \begin{aligned} 3x_1 + 4x_2 - x_3 &= 4 \\ x_1 - x_2 + 2x_3 &= 6 \\ 2x_1 + x_3 &\geq 5 \\ x_3 &\leq 7 \\ x_2 &\geq 0 \end{aligned} \end{cases}$$

Решить задачу о назначениях (на \min и \max), заданную матрицей:

11	8	7	11	10
6	4	3	5	9
6	8	3	5	7
8	10	3	8	9
4	9	3	9	5

Решить задачу коммивояжера, заданную матрицей:

	1	2	3	4	5	6
1	—	20	25	30	15	10
2	20	—	30	15	20	18
3	30	25	—	20	40	30
4	25	20	20	—	30	15
5	35	25	30	24	—	20
6	15	20	30	20	18	—

11.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: зачет с оценкой.

Пример билета для подготовки к зачету с оценкой (ОПК-1,2):

1. Составить математическую модель к задаче (ОПК-1)

Двум погрузчикам разной мощности не более чем за 24 ч нужно погрузить на первой площадке 230 т, на второй – 168 т. Первый погрузчик на первой площадке может погрузить 10 т в час, на второй – 12 т в час. Второй погрузчик на каждой площадке может погрузить по 13 т в час. Стоимость работ, связанных с погрузкой 1 т первым погрузчиком на первой площадке – 8 у.е., на второй – 7 у.е.; вторым погрузчиком на первой площадке – 12 у.е., на второй – 13 у.е. Нужно составить план работы, т. е. найти, какой объем работ должен выполнить каждый погрузчик на каждой площадке, чтобы стоимость всех работ по погрузке была минимальной. Дополнительное условие: по техническим причинам первый погрузчик на второй площадке должен работать не более 16 ч

2. Решить задачу линейного программирования. (ОПК-1)

$$Z = 2x_1 - 6x_2 \rightarrow \text{extr}$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \geq 2 \\ -x_1 + 2x_2 \leq 4 \\ x_1 + 2x_2 \leq 8 \\ x_j \geq 0, j = \overline{1,2} \end{cases}$$

3. Решить задачу коммивояжера. (ОПК-2)

	1	2	3	4	5	6
1	—	20	25	30	15	10
2	20	—	30	15	20	18
3	30	25	—	20	40	30
4	25	20	20	—	30	15
5	35	25	30	24	—	20
6	15	20	30	20	18	—

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации размещен в банке вопросов данного курса дисциплины «Методы исследования операций» на кафедре на кафедре «Прикладная математика» ауд. 1204 по адресу Н.Новгород, ул. Минина, 24.