

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Глебов В.В.

« 22 » июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.21 Методы оптимизации

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 09.03.02 Информационные системы и технологии =
(код и направление подготовки)

Направленность: Распределенные информационные системы
(наименование профиля, программы магистратуры)

Форма обучения: очная, заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: 2019

Объем дисциплины: 108/3 з.е.
(часов/з.е)

Промежуточная аттестация: зачет с оценкой
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Выпускающая кафедра: Конструирование и технология радиоэлектронных средств
(наименование кафедры)

Кафедра-разработчик: Конструирование и технология радиоэлектронных средств
(наименование кафедры)

Разработчик: Мельникова О.Ю., к.э.н.
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии, утвержденного приказом Минобрнауки России от 19 сентября 2017г. № 926 на основании учебного плана, принятого Ученым советом АПИ НГТУ,

протокол от 09.06.2021 г. № 4

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика, протокол от 22.06.2021 г. № 7

Заведующий кафедрой _____ Глебов В.В.
(подпись) (ФИО)

Рабочая программа рекомендована к утверждению УМК института

протокол от 22.06.2021 г. № 15

Зам. директора по УР _____ Шурыгин А.Ю.
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в учебном отделе № 09.03.02-21

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.
(подпись)

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.
(подпись)

Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
1.1. Цель освоения дисциплины (модуля).....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля).....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	5
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам.....	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам	6
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	10
5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания .	10
5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	16
5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости	16
5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине	21
5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине	23
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	25
6.1 Основная литература	25
6.2 Дополнительная литература	25
6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	25
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	25
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы	25
7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины.....	26
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	26
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)	26
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	27
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	27
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа	27
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах	27
10.4 Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях.....	28
10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	28
10.6 Методические указания по выполнению РГР	28
10.7 Методические указания по обеспечению образовательного процесса.....	28

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Методы оптимизации» является изучение теории оптимизации и получение студентами навыков решения оптимизационных задач.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

- изучение теории оптимизации и сферы применения методов оптимизации;
- освоение методов оптимизации для решения задач;
- освоение современных компьютерных технологий для решения оптимизационных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Методы оптимизации» включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части Блока 1 образовательной программы. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Математика», «Информационные технологии».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Методы оптимизации», необходимы при изучении следующих дисциплин: «Вычислительная математика», «Анализ больших данных».

Рабочая программа дисциплины «Методы оптимизации» 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)

Процесс изучения дисциплины «Методы оптимизации» направлен на формирование элементов профессиональной компетенции ОПК-1 в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии.

Таблица 3.1 – Формирование компетенций дисциплинами (очная форма обучения)

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-1								
Математика								
Физика								
Теория вероятностей и математическая статистика								
Дискретная математика								
Методы оптимизации								
Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)								
Вычислительная математика								
Анализ больших данных								
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР								

Таблица 3.2 – Формирование компетенций дисциплинами (заочная форма обучения)

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОПК-1										
Математика										
Физика										
Вычислительная математика										
Дискретная математика										
Методы оптимизации										
Теория вероятностей и математическая статистика										
Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)										
Анализ больших данных										
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР										

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Методы оптимизации, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП, представлен в табл. 3.2.

Таблица 3.3 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Использует естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования для решения стандартных профессиональных задач. ИОПК-1.3. Выполняет теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности. ИОПК-1.4. Анализирует результаты теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, оценивая их достоинства и недостатки.	Знать: Основные понятия теории оптимизации. Примеры практического применения оптимизационных задач. Основные методы решения математических оптимизационных задач различных классов.	Уметь: Формулировать задачи принятия решения в виде математических оптимизационных моделей. Обрабатывать, анализировать и систематизировать информацию с помощью методов оптимизации. Применять стандартные оптимизационные процедуры для решения прикладных задач. Строить математические модели при решении профессиональных задач. Находить аналитическое решение для оптимизационных задач. Использовать полученные результаты для принятия оптимальных решений.	Владеть: Навыками построения оптимизационных моделей. Навыками моделирования ситуаций распределения ограниченных ресурсов. Навыками работы в современных математических программных пакетах, облегчающих решение оптимизационных задач. Навыками интерпретации полученных результатов решения оптимизационных моделей.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. ед. или 108 часов, распределение часов

по видам работ по семестрам представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам
Для студентов очного обучения / заочного обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		4 семестр	6 семестр
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	108/108	108	108
1. Контактная работа:	51/21	51	21
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	46/16	46	16
занятия лекционного типа (Л)	20/8	20	8
практические занятия (ПЗ)	14/-	14	–
лабораторные работы (ЛР)	12/8	12	8
1.2. Внеаудиторная, в том числе	5/5	5	5
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	–	–	–
текущий контроль, консультации по дисциплине	4/4	5	5
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	–	–	–
2. Самостоятельная работа (СРС)	57/87	57	87
реферат/эссе (подготовка)	–	–	–
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	18/18	18	18
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.)	21/51	21	51
Подготовка к зачету / <u>зачету с оценкой</u> (контроль)	18/18	18	18
Подготовка к экзамену (контроль)	–	–	–

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного/заочного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия		
3 семестр						
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3	Раздел 1. Основы линейного программирования					
	Тема 1.1. Построение экономико-математической модели	0,5/0,5	–	–	0,5/–	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.1]-[6.1.2], [6.2.1]-[6.2.3]
	Тема 1.2. Приведение задачи к каноническому виду	1/0,5	–	–	0,5/–	Подготовка к практической работе [6.3.1]
	Тема 1.3. Графическое решение задачи линейного программирования	1/0,5	–	–	0,5/2	Тестирование по разделу 1 в СДО MOODLE
	Тема 1.4. Двойственная задача в линейном программировании	1/0,5	–	–	0,5/2	
	Тема 1.5. Возможности пакета MS Excel при решении задач линейного программирования	1/–	–	–	0,5/2	
	Практическая работа №1. Основы линейного программирования	–	–	2/–	0,5/–	
	Итого по 1 разделу		4,5/2	–	2/–	3/6
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3	Раздел 2. Симплекс-метод в линейном программировании					
	Тема 2.1. Табличный симплекс-метод	1/1	–	–	0,5/2	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.1]-[6.1.2], [6.2.1]-[6.2.3]
	Тема 2.2. Метод искусственного базиса (Симплекс М-метод)	1/1	–	–	0,5/2	Подготовка к лабораторным работам [6.3.1]
	Лабораторная работа №1. Симплекс-метод	–	4/4		0,5/2	Тестирование по разделу 2 в СДО MOODLE
	Лабораторная работа №2. Симплекс-метод (метод искусственного базиса)	–	4/–		1/–	
	Лабораторная работа №3. Двойственность в линейном программировании	–	4/4	–	0,5/2	
	Итого по 2 разделу		2/2	12/8	–	3/8
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3	Раздел 3. Параметрическое линейное программирование					
	Тема 3.1. Линейное программирование с параметром в целевой функции	1/–	–	–	1/4	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.1]-[6.1.2], [6.2.1]-[6.2.3]
	Тема 3.2. Линейное программирование с параметром в правых частях ограничений	1/–	–	–	1/4	Подготовка к практической работе [6.3.1]

	Практическая работа №2. Параметрическое программирование	–	–	2/–	1/–	Тестирование по разделу 3 в СДО MOODLE
	Итого по 3 разделу	2/–	–	2/–	3/8	
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3	Раздел 4. Целочисленные задачи линейного программирования					
	Тема 4.1. Графический метод решения целочисленных задач линейного программирования	1/–	–	–	1/3	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.1]-[6.1.2], [6.2.1]-[6.2.3]
	Тема 4.2. Решение целочисленных задач методом ветвей и границ	1/–	–	–	1/3	Подготовка к практической работе [6.3.1]
	Практическая работа №3. Целочисленные задачи линейного программирования	–	–	2/–	1/–	Тестирование по разделу 4 в СДО MOODLE
	Итого по 4 разделу	2/–	–	2/–	3/8	
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3	Раздел 5. Динамическое программирование					
	Тема 5.1. Оптимальная стратегия замены оборудования методом динамического программирования	1/–	–	–	0,5/4	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.1]-[6.1.2], [6.2.1]-[6.2.3]
	Тема 5.2. Оптимальное распределение ресурсов методом динамического программирования	1/–	–	–	0,5/4	Подготовка к практической работе [6.3.1] Тестирование по разделу 5 в СДО MOODLE
	Практическая работа №4. Динамическое программирование	–	–	2/–	1/–	
	Итого по разделу 5	2/–	–	2/–	2/8	
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3	Раздел 6. Транспортная задача					
	Тема 6.1. Постановка транспортной задачи	0,5/1	–	–	0,5/–	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.1]-[6.1.2], [6.2.1]-[6.2.3]
	Тема 6.2. Математическая модель транспортной задачи	0,5/1	–	–	0,5/–	Подготовка к практической работе [6.3.1]
	Тема 6.3. Методы определения первоначального опорного плана	1/–	–	–	0,5/2	Тестирование по разделу 6 в СДО MOODLE
	Тема 6.4. Определение оптимального плана транспортной задачи методом потенциалов	1/	–	–	0,5/2	
	Практическая работа №5. Транспортные задачи	–	–	2/–	1/–	
	Итого по 6 разделу	3/2	–	2/–	3/4	
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3	Раздел 7. Элементы теории игр					
	Тема 7.1. Основные понятия теории игр	0,5/1	–	–	0,5/1	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.1]-[6.1.2], [6.2.1]-[6.2.3]
	Тема 7.2. Решение игр в чистых стратегиях	0,5/–	–	–	0,5/1	Подготовка к практическим работам [6.3.1] Тестирование по разделу 7 в СДО MOODLE
	Тема 7.3. Решение игр в смешанных стратегиях	0,5/–	–	–	0,5/1	
	Тема 7.4. Решение конечной игры 2×2 без	1/	–	1/–	0,5/2	

	седловой точки					
	Тема 7.5. Решение игр вида $2 \times n$ и $m \times 2$ графоаналитическим способом	1/–	–	1/–	0,5/2	
	Тема 7.6. Игры с природой	1/–	–	–	0,5/2	
	Практическая работа №6. Игры в чистых и смешанных стратегиях	–	–	1/–	0,5/–	
	Практическая работа №7. Игры с природой	–	–	1/–	0,5/–	
	Итого по 7 разделу	4,5/2	–	4/–	4/9	
	РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА	–	–	–	18/18	
	ИТОГО за семестр	20/8	12/8	14/–	39/69	
	ИТОГО по дисциплине	20/8	12/8	14/–	39/69	

Таблица 4.3 - Используемые активные и интерактивные образовательные технологии

Вид занятий	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Лекции	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии
Практические занятия	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Тестовые технологии Технологии работы в малых группах Технология коллективной работы Информационно-коммуникационные технологии

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

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

Оценочные процедуры в рамках текущего контроля проводятся преподавателем дисциплины «Методы оптимизации».

Для оценки текущего контроля **знаний** используются тесты, сформированные в системе MOODLE. Тесты по разделам 1-4 содержат по 10 тестовых вопросов, время на проведение тестирования 10 минут. На каждый тест дается 3 попытки. На лекциях оценивается активность участия в дискуссионных обсуждениях.

Для оценки текущего контроля **умений** и **навыков** проводятся практические занятия, лабораторные работы и самостоятельные занятия. Практические занятия и лабораторные работы проводятся в форме выполнения индивидуальных заданий. При выполнении индивидуального практического задания и лабораторной работы преподавателем оценивается качество выполненного задания, срок его выполнения, качество и срок оформления отчета, ответы на вопросы преподавателя. Самостоятельная работа осуществляется в форме расчетно-графического задания.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1.

Промежуточная аттестация проводится в форме *зачета с оценкой*. Студент допускается к промежуточной аттестации (зачету), если в результате изучения разделов дисциплины в ходе текущего контроля ответил верно на 60% вопросов тестов и предоставил отчеты по всем практическим занятиям, лабораторным работам и расчетно-графической работе, принимал участие в дискуссионных обсуждениях (набрал не менее 3 баллов).

Промежуточная аттестация содержит 2 теоретических вопроса и практическое задание, время на подготовку ответов и решение задания - 45 минут. Промежуточная аттестация считается пройденной, если студент набрал не менее 3 баллов.

Промежуточная аттестация обучающихся может быть выполнена в виде итогового теста по всем разделам дисциплины с использованием СДО MOODLE. Контрольный тест содержит 28 тестовых вопросов или заданий по всем разделам дисциплины, время на проведение тестирования 28 минут.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2-5.3.

*Количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.2.

**Количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.3.

Таблица 5.1 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания		Форма контроля
			Критерий 1 – уровень показателя достаточный (задание выполнено)	Критерий 2 – уровень показателя недостаточный (задание не выполнено)	
			1 балл	0 баллов	
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Использует естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования для решения стандартных профессиональных задач. ИОПК-1.2. Выполняет теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности. ИОПК-1.3. Анализирует результаты теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, оценивая их достоинства и недостатки.	Знания: Основные понятия теории оптимизации Основные методы решения математических оптимизационных задач различных классов Примеры практического применения оптимизационных задач в сфере ИКТ	а) Активное участие в обсуждении, аргументированные высказывания с использованием профессиональной терминологии, высказывание неординарных суждений, подкреплённых практическими примерами б) РГР выполнена и оформлен отчет в) Верно выполнено 60 % и более вопросов каждого теста	а) Отсутствие участия или единичные высказывания, в рамках которых допущены ошибки в определении понятий или искажен их смысл, допущены ошибки при использовании профессиональной терминологии б) РГР не выполнена и не оформлен отчет в) Верно выполнено менее 60 % вопросов каждого теста	а) Участие в дискуссионных обсуждениях по разделам №№ 1-7 б) Контроль выполнения самостоятельной работы (РГР) в) Тестирование по разделам №№ 1-7 в СДО MOODLE
		Умения: Формулировать задачи принятия решения в виде математических оптимизационных моделей Применять стандартные оптимизационные процедуры для решения прикладных задач Обрабатывать, анализировать и систематизировать информацию об объектах профессиональной деятельности с помощью методов оптимизации Находить аналитическое решение для оптимизационных задач Использовать полученные результаты для принятия оптимальных решений Строить математические модели объектов профессиональной деятельности	а) Практические работы выполнены и оформлен отчет б) Лабораторные работы выполнены и оформлен отчет в) РГР выполнена и оформлен отчет	а) Практические работы не выполнены и не оформлены отчеты б) Лабораторные работы не выполнены и не оформлены отчеты в) РГР не выполнена и не оформлен отчет	а) Контроль выполнения практических заданий ПЗ №№1-7 б) Контроль выполнения лабораторных работ ЛР №№1-3 в) Контроль выполнения самостоятельной работы (РГР)

		Навыки: Навыками построения оптимизационных моделей объектов профессиональной деятельности Навыками моделирования конфликтных ситуаций распределения ограниченных ресурсов Навыками работы в современных математических программных пакетах, облегчающих решение оптимизационных задач	а) Практические работы выполнены и оформлен отчет б) Лабораторные работы выполнены и оформлен отчет в) РГР выполнена и оформлен отчет	а) Практические работы не выполнены и не оформлены отчеты б) Лабораторные работы не выполнены и не оформлены отчеты в) РГР не выполнена и не оформлен отчет	а) Контроль выполнения практических заданий ПЗ №№1-7 б) Контроль выполнения лабораторных работ ЛР №№1-3 в) Контроль выполнения самостоятельной работы (РГР)
--	--	---	--	--	--

Таблица 5.2 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (зачет с оценкой)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания					Форма контроля
			0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Использует естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования для решения стандартных профессиональных задач. ИОПК-1.2. Выполняет теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности. ИОПК-1.3. Анализирует результаты теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Знания: Основные понятия теории оптимизации Основные методы решения математических оптимизационных задач различных классов Примеры практического применения оптимизационных задач в сфере ИКТ	Ответ на вопрос отсутствует	Представлен неполный ответ на вопрос	Представлен неполный ответ на вопрос	Представлен полный ответ на вопрос	Представлен развернутый ответ на вопрос	Ответ на теоретический вопрос
			Ответ на вопрос отсутствует	Представлен неполный ответ на вопрос	Представлен неполный ответ на вопрос	Представлен полный ответ на вопрос	Представлен развернутый ответ на вопрос	Ответ на дополнительные вопросы
		Умения: Формулировать задачи принятия решения в виде математических оптимизационных моделей Применять стандартные оптимизационные процедуры для решения прикладных задач Обрабатывать, анализировать и систематизировать информацию об объектах профессиональной деятельности с помощью методов оптимизации Находить аналитическое решение для оптимизационных задач Использовать полученные результаты для принятия оптимальных решений	Задание не решено	Задание решено с ошибками	Задание решено с незначительными замечаниями	Задание решено верно	Задание решено верно, сделаны выводы	Решение задания

	тельности, оценивая их достоинства и недостатки.	Строить математические модели объектов профессиональной деятельности Навыки: Навыками построения оптимизационных моделей объектов профессиональной деятельности Навыками моделирования конфликтных ситуаций распределения ограниченных ресурсов Навыками работы в современных математических программных пакетах, облегчающих решение оптимизационных задач						
--	--	---	--	--	--	--	--	--

Таблица 5.3 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации при проведении **итогового теста** (зачет с оценкой)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания					Форма контроля
			0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ИОПК-1.1. Использует естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования для решения стандартных профессиональных задач. ИОПК-1.2. Выполняет	Знания: Основные понятия теории оптимизации Основные методы решения математических оптимизационных задач различных классов Примеры практического применения оптимизационных задач в сфере ИКТ Умения: Формулировать задачи принятия решения в виде математических оптимизационных моделей	Отказ от ответа	Неправильный ответ на 50% вопросов	Правильный ответ более чем на 50% и менее чем на 70% вопросов	Правильный ответ более чем на 70% и менее чем на 90% вопросов	Правильный ответ более чем на 90% вопросов	Выполнение теста

дования в профессиональной деятельности	теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности. ИОПК-1.3. Анализирует результаты теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, оценивая их достоинства и недостатки.	Применять стандартные оптимизационные процедуры для решения прикладных задач Обрабатывать, анализировать и систематизировать информацию об объектах профессиональной деятельности с помощью методов оптимизации Находить аналитическое решение для оптимизационных задач Использовать полученные результаты для принятия оптимальных решений Строить математические модели объектов профессиональной деятельности Навыки: Навыками построения оптимизационных моделей объектов профессиональной деятельности Навыками моделирования конфликтных ситуаций распределения ограниченных ресурсов Навыками работы в современных математических программных пакетах, облегчающих решение оптимизационных задач						
--	---	--	--	--	--	--	--	--

Таблица 5.3 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию

Баллы за текущую успеваемость*	Баллы за промежуточную аттестацию		Оценка
	Суммарное количество баллов**	Баллы за решение задач**	
0-2 балла	0...2 баллов	0 баллов	«неудовлетворительно»
3 балла	3...7 балла	не менее 1 балла	«удовлетворительно»
3 балла	8...10 баллов	не менее 3 баллов	«хорошо»
3 балла	11...12 баллов	не менее 3 баллов	«отлично»

*) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.1.;

**) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.2.

5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины

5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний и умений студентов по дисциплине проводится комплексная оценка, включающая:

- выполнение практических заданий (решение задач по индивидуальным вариантам, ответы на контрольные вопросы, оформление отчета);
- выполнение лабораторных работ (выполнение заданий по индивидуальным вариантам, ответы на контрольные вопросы, оформление отчета);
- выполнение, оформление и защита расчетно-графической работы;
- тестирование в СДО MOODLE по различным разделам дисциплины.

Типовые задания к практическим занятиям

Практическая работа №1. Основы линейного программирования

Задание 1. В соответствии с номером варианта составить математическую модель задачи линейного программирования, дав экономическую интерпретацию переменным, целевой функции и системе ограничений. Записать модель в стандартной и канонической формах.

Задание 2. Привести к канонической форме задачу линейного программирования.

Задание 3. Решить задачу линейного программирования графическим методом – найти наименьшее и наибольшее значения целевой функции. Составить двойственную задачу и решить ее графическим методом.

Практическая работа №2. Параметрическое программирование

Задание 1. В соответствии с номером варианта решить задачу параметрического программирования с параметром в целевой функции, считая, что $-\infty < \lambda < \infty$.

Задание 2. В соответствии с номером варианта решить задачу параметрического программирования с параметром в правых частях ограничений, считая, что $-\infty < \lambda < \infty$.

Практическая работа №3. Целочисленные задачи линейного программирования

Задание. Решить задачу целочисленного программирования (в соответствии с номером варианта) методом ветвей и границ.

Практическая работа №4. Динамическое программирование

Задание 1. Решить задачу (в соответствии с номером варианта) методом динамического программирования. Определить оптимальный цикл замены оборудования при следующих исход-

ных данных: $P = 20$, $c(t) = 10$, $f(t) = r(t) - u(t)$.

Задание 2. Решить задачу (в соответствии с номером варианта) методом динамического программирования. Для увеличения объемов выпуска продукции, пользующейся повышенным спросом, изготавливаемой предприятиями, выделены капитальные вложения в объеме S (инвестирование средств происходит в 5 этапов). Использование i -м предприятием x_i тыс. руб. из указанных средств обеспечивает прирост выпуска продукции, определяемый значением функции $f_i(x_i)$. Составить оптимальный план распределения капиталовложений между четырьмя предприятиями.

Практическая работа №5. Транспортные задачи

Задание 1. Определить опорный план методами северо-западного угла и наименьшей стоимости. Вычислить значение целевой функции.

Задание 2. В соответствии с номером варианта решить транспортную задачу методом потенциалов и найти оптимальное значение целевой функции.

Практическая работа №6. Игры в чистых и смешанных стратегиях

Задание 1. Матричная игра задана платежной матрицей. Определить нижнюю и верхнюю цены игры. Определить седловую точку, если она есть.

Задание 2. Матричная игра задана платежной матрицей 2×2 . Проверить матрицу на отсутствие седловой точки. Определить оптимальные смешанные стратегии обоих игроков и цену игры.

Практическая работа №7. Игры с природой

Задание. Возможно строительство четырех типов электростанций: A_1 (тепловых), A_2 (приплотинных), A_3 (безшлюзовых), A_4 (шлюзовых). Состояния природы обозначим через P_1, P_2, P_3, P_4 . Экономическая эффективность строительства отдельных типов электростанций изменяется в зависимости от состояния природы и задана матрицей по вариантам. Дать рекомендации, какую электростанцию строить согласно критериям: Вальда, Севиджа, Лапласа, Гурвица.

Типовые контрольные вопросы при сдаче практического задания

Что такое оптимизационная задача?

В каких областях может применяться методы оптимизации?

Расскажите о правилах приведения задачи к каноническому виду.

Какие вы знаете методы решения задач линейного программирования?

Поясните, каким образом может быть найден опорный план транспортной задачи.

Особенности задачи параметрического программирования, методы ее решения.

Модель задачи целочисленного программирования.

Расскажите, чем отличаются игры в чистых и смешанных стратегиях.

Приведите примеры классификаций видов игр.

Опишите модель парной игры.

Типовые задания к лабораторным работам

Лабораторная работа 1. Симплекс-метод

Задание. Найти оптимальное значение целевой функции при имеющихся ограничениях (в соответствии с номером варианта) симплекс-методом.

Лабораторная работа №2. Симплекс-метод (метод искусственного базиса)

Задание. Найти оптимальное значение целевой функции при имеющихся ограничениях (в соответствии с номером варианта) методом искусственного базиса с использованием симплекс-таблиц.

Лабораторная работа №3. Двойственность в линейном программировании

Задание 1. Решить задачу линейного программирования, используя составленную экономико-математическую модель. Метод решения выбрать исходя из построенной экономико-математической модели. В процессе решения дать экономическую интерпретацию каждого шага.

Задание 2. Составить двойственную задачу. Используя теоремы двойственности, найти оптимальное решение двойственной задачи. Найдите интервалы устойчивости двойственных оценок.

Задание 3. Решить задачу с использованием надстройки «Поиск решения» электронных таблиц Microsoft Excel, сопроводив решение анализом полученного результата.

Типовые контрольные вопросы при сдаче лабораторных работ

Поясните сущность симплекс-метода.

Расскажите о понятии опорного решения.

Каким образом определяется опорный план симплекс-методом?

Расскажите, по каким правилам строится симплекс-таблица.

Расскажите, как можно решить задачу линейного программирования симплекс-методом при использовании надстройки «Поиск решения» электронных таблиц *Microsoft Excel*.

Типовые задания расчетно-графической работы

Задание 1. Определение первоначального опорного плана транспортной задачи.

Определить опорный план методами северо-западного угла и наименьшей стоимости. Вычислить значение целевой функции.

Задание 2. Определение оптимального плана транспортной задачи.

В соответствии с номером варианта решить транспортную задачу методом потенциалов и найти оптимальное значение целевой функции. Для расчета использовать первоначальный опорный план, составленный по методу северо-западного угла на основе данных, полученных в задании 1.

Задание 3. Использование MS Excel при решении транспортной задачи.

Найти оптимальное значение целевой функции с использованием надстройки «Поиск решения» электронных таблиц *Microsoft Excel*.

Задание 4. Рудное месторождение разведано редкой сетью скважин. В связи с дефицитностью сырья необходимо принять решение о мощности рудника, не ожидая окончания детальной разведки. Разведанные запасы месторождения (точнее их математическое ожидание) составляют 40 млн т. Реально запасы сырья могут изменяться от 20 до 80 млн т. Рассматриваются 5 возможных вариантов запасов 20, 30, 40, 60 и 80 млн т. (соответственно П1-П5 состояния природы).

Также рассматриваются 4 варианта строительства рудника мощностью 2,3,4 или 5 тыс. т (соответственно стратегии А1-А4). Для каждого варианта мощности при рассматриваемых состояниях природы (вариантов запасов месторождения) подсчитаны возможные значения суммарной приведенной прибыли. Отрицательное значение прибыли, наблюдаемое в ряде случаев, показывает, что в связи с неподтверждением запасов и большими капиталовложениями эксплуатация месторождения убыточна.

Необходимо принять решения о мощности рудника согласно критериям: Вальда, Севиджа, Лапласа, Гурвица.

Исходные данные к заданиям расчетно-графической работы представлены по вариантам.

Типовые контрольные вопросы при сдаче расчетно-графической работы

Каким образом определить тип транспортной задачи (открытый или закрытый)?

Как определить опорный план в транспортной задаче по методу северо-западного угла?

Как определить опорный план в транспортной задаче по методу наименьшей стоимости?

Что такое вырожденный и невырожденный опорный план в транспортной задаче?
Опишите в общем виде решение транспортной задачи методом потенциалов.
Поясните смысл критериев Вальда, Севиджа, Лапласа, Гурвица.

Типовые тестовые задания

Раздел 1.

Целевая функция зависит от величин, которые называются:

- ☐ переменными
- ☐ постоянными
- ☐ целевыми
- ☐ ограничениями

В каноническом виде задачи линейного программирования переменные, которые входят только в одно уравнение системы ограничений с единичным коэффициентом и не входят в целевую функцию, называются:

- ☐ целевые переменные
- ☐ линейные переменные
- ☐ дополнительные переменные
- ☐ базисные переменные

Раздел 2.

При поиске максимума целевой задачи при решении ее задачи симплекс-методом критерием оптимальности полученного решения является:

- ☐ отсутствие в последней строке таблицы положительных коэффициентов
- ☐ отсутствие в последней строке таблицы отрицательных коэффициентов
- ☐ отсутствие в последней строке таблицы дробных чисел
- ☐ отсутствие в последней строке таблицы нулевых значений

Ситуация, когда некоторые базисные переменные в опорном решении равны нулю, в симплекс-методе называется:

- ☐ отсутствие допустимых решений
- ☐ неограниченность
- ☐ вырожденность
- ☐ альтернативность

Раздел 3.

Раздел математического программирования, изучающий задачи, в которых целевая функция или ограничения зависят от одного или нескольких параметров, называется:

- ☐ целочисленным
- ☐ параметрическим
- ☐ симплекс-метод
- ☐ теория игр

Способ анализа чувствительности решения к вариации исходных данных и оценки устойчивости решения в линейном программировании называется:

- ☐ целочисленным программированием
- ☐ параметрическим программированием
- ☐ симплекс-методом
- ☐ теорией игр

Раздел 4.

Задачи математического программирования, в которых наряду с обычными ограничениями накладывается требование целочисленности всех или некоторых компонент решения, изучает раздел математического программирования, который называется

- ☐ программированием

Оптимальное решение задач целочисленного программирования:

- ☐ не обязательно принадлежит границе многоугольника решений
- ☐ обязательно принадлежит границе многоугольника решений

Раздел 5.

Раздел оптимального программирования, в котором процесс принятия решения и управления может быть разбит на отдельные этапы, называется:

- ☐ параметрическим
- ☐ статическим
- ☐ динамическим
- ☐ целочисленным

Суть задачи, допускающей использование метода динамического программирования, не меняется при изменении количества шагов, – это принцип:

- ☐ вложения
- ☐ оптимальности
- ☐ альтернативности
- ☐ вероятности

Раздел 6.

Задача определения оптимального плана перевозок груза из данных пунктов отправления в заданные пункты потребления – называется:

- ☐ транспортная задача
- ☐ задача о перемещении грузов
- ☐ задача о назначении
- ☐ задача распределения

Транспортная задача может быть решена при помощи симплекс-метода:

- ☐ да
- ☐ нет

Раздел 7.

Игра, в которой выигрыш одного из игроков точно равен проигрышу другого, – это:

- ☐ антагонистической игрой
- ☐ кооперативной игрой
- ☐ альтернативной игрой
- ☐ бесконечной игрой

Если верхняя и нижняя цены игры совпадают, то игра решается:

- ☐ в чистых стратегиях
- ☐ в смешанных стратегиях
- ☐ в седловых стратегиях
- ☐ в активных стратегиях

5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы к зачету

1. Понятие оптимизации; области применения оптимизационных методов.
2. Оптимизационная задача; алгоритм решения оптимизационных задач.
3. Общая постановка оптимизационной задачи.
4. История развития методов оптимизации.
5. Классификация методов оптимизации.
6. Общая постановка задачи линейного программирования.
7. Правила приведения задач линейного программирования к каноническому виду.
8. Графический метод решения задач линейного программирования: целевая функция и линии уровня.
9. Графический метод решения задач линейного программирования: область допустимых решений.
10. Общая постановка симплекс-метода.
11. Фундаментальная теорема симплекс-метода; понятие опорного решения.
12. Базисные и свободные переменные в симплекс-методе.
13. Правила построения симплекс-таблиц.
14. Выявление оптимального опорного плана симплекс-методом.
15. Правила нахождения ключевого столбца, ключевой строки и разрешающего элемента в симплекс-таблице.
16. Правила получения новой симплекс-таблицы.
17. Основная идея метода искусственного базиса.
18. Двойственная задача в линейном программировании.
19. Свойства двойственных задач в линейном программировании.
20. Первая и вторая теоремы двойственности.
21. Транспортные задачи в линейном программировании, основные понятия.
22. Постановка транспортной задачи.
23. Закрытые и открытые транспортные задачи.

24. Математическая модель транспортной задачи.
25. Определение опорного плана транспортной задачи методом северо-западного угла.
26. Определение опорного плана транспортной задачи методом наименьшей стоимости.
27. Решение транспортной задачи методом потенциалов: вырожденный и невырожденный опорный план.
28. Решение транспортной задачи методом потенциалов: расчет потенциалов, проверка опорного плана на оптимальность.
29. Решение транспортной задачи методом потенциалов: контур перераспределения ресурсов, правила его построения.
30. Решение транспортной задачи при расчете минимальных сроков доставки.
31. Параметрическое линейное программирование.
32. Математическая модель задачи целочисленного линейного программирования.
33. Первый алгоритм Гомори для решения полностью целочисленных задач.
34. Правило построения правильного отсечения при решении целочисленных задач.
35. Метод ветвей и границ при решении линейных целочисленных задач.
36. Основные понятия теории игр.
37. Классификация видов игр.
38. Описание модели парной игры.
39. Верхняя и нижняя цены игры, седловая точка.
40. Игры в смешанных стратегиях.

Примеры задач к зачету

Задача 1.

Исходные данные. Цех выпускает трансформаторы двух видов. Для изготовления трансформаторов обоих видов используются железо и проволока. Общий запас железа – 5 тонн, проволоки – 28 тонн. На один трансформатор первого вида расходуются 5,4 кг железа и 3,1 кг проволоки, а на один трансформатор второго вида расходуются 4,3 кг железа и 1,2 кг проволоки. За каждый реализованный трансформатор первого вида завод получает прибыль 37 д.е., второго – 45 д.е.

Необходимо определить план выпуска трансформаторов, обеспечивающий заводу максимальную прибыль.

Задание. Составьте математическую модель задачи линейного программирования, дав экономическую интерпретацию переменным, целевой функции и системе ограничений.

Задача 2.

Исходные данные.

$$F(x) = x_1 - 3x_2 - 5x_3 + 2x_5 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 2x_1 + x_3 + x_4 + x_5 = 2 \\ x_3 - x_4 + 2x_5 \leq 6 \\ x_1 - x_2 + x_4 - 5x_5 \geq 8 \\ x_1 \geq 0, x_2 \leq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0, x_5 \leq 0 \end{cases}$$

Задание. Привести к канонической форме задачу линейного программирования.

Итоговый тест для проведения промежуточной аттестации

Итоговый тест для проведения промежуточной аттестации обучающихся сформирован в системе MOODLE и находятся на странице курса «Методы оптимизации» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=373>.

Регламент проведения промежуточной аттестации в форме тестирования в MOODLE

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
70	28	28

5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине

Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине «Методы оптимизации» состоит из следующих этапов:

1. Текущий контроль (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1, примеры заданий в п. 5.2.1).

2. Промежуточная аттестация (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2-5.4, вопросы и примеры заданий в п. 5.2.2).

Для элементов компетенции ОПК-1, формируемых в рамках дисциплины, приводится процедура оценки результатов обучения (табл. 5.5).

Таблица 5.5 – Процедура, критерии и методы оценивания результатов обучения

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания
	1 критерий – отсутствие усвоения «неудовлетворительно»	2 критерий – не полное усвоение «удовлетворительно»	3 критерий – хорошее усвоение «хорошо»	4 критерий – отличное усвоение «отлично»	
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3					
Знания: Основные понятия теории оптимизации. Примеры практического применения оптимизационных задач. Основные методы решения математических оптимизационных задач различных классов.	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Участие в дискуссионных обсуждениях Тестирование Промежуточная аттестация
Умения: Формулировать задачи принятия решения в виде математических оптимизационных моделей. Обрабатывать, анализировать и систематизировать информацию с помощью методов оптимизации. Применять стандартные оптимизационные процедуры для решения прикладных задач. Строить математические модели при решении профессиональных задач. Находить аналитическое решение для оптимизационных задач. Использовать полученные результаты для принятия оптимальных решений.	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение и защита практических работ Выполнение и защита лабораторных работ Выполнение и защита расчетно-графической работы Промежуточная аттестация
Навыки: Навыками построения оптимизационных моделей. Навыками моделирования ситуаций распределения ограниченных ресурсов. Навыками работы в современных математических программных пакетах, облегчающих решение оптимизационных задач. Навыками интерпретации полученных результатов решения оптимизационных моделей.	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение и защита практических работ Выполнение и защита лабораторных работ Выполнение и защита расчетно-графической работы Промежуточная аттестация

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

6.1.1 Жидкова, Н. В. Методы оптимизации систем : учебное пособие / Н. В. Жидкова, О. Ю. Мельникова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 149 с. — ISBN 978-5-4486-0257-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/72547.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/72547>

6.1.2 Барабаш, С. Б. Методы оптимальных решений : учебное пособие / С. Б. Барабаш. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 354 с. — ISBN 978-5-4497-1175-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108236.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6.2 Дополнительная литература

6.2.1 Васильчук, В. Ю. Методы оптимальных решений : учебное пособие / В. Ю. Васильчук. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2018. — 88 с. — ISBN 978-5-9227-0876-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/86431.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6.2.2 Гайлит, Е. В. Исследование операций и методы оптимизации. Элементы выпуклого и динамического программирования : учебное пособие / Е. В. Гайлит. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2020. — 71 с. — ISBN 978-5-7937-1883-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/118382.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6.2.3 Аттетков, А. В. Методы оптимизации : учебное пособие / А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 272 с. — ISBN 978-5-4487-0322-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/77664.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1 Жидкова, Н. В. Методы оптимизации систем : учебное пособие / Н. В. Жидкова, О. Ю. Мельникова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 149 с. — ISBN 978-5-4486-0257-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/72547.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/72547>

6.3.2 Мельникова, О.Ю. Методические указания к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Методы оптимизации». Рекомендовано заседанием кафедры «Конструирование и технология РЭС» АПИ НГТУ, протокол № 6 от 25 мая 2021 г.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы

7.1.1 Электронно-библиотечная система издательства «IPRbooks». Режим доступа: www.iprbookshop.ru.

7.1.2 Электронно-библиотечная система издательства «Лань». Режим доступа: <https://e.lanbook.com>.

7.1.3 Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU». Режим доступа:

<http://elibrary.ru>.

7.1.4 Единое окно доступа к образовательным ресурсам. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>.

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

7.2.1. Пакет *Microsoft Office*.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 8.1 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 8.1 – 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
ЭБС «IPRbooks»	Специальное мобильное приложение IPR BOOKS WV-Reader
ЭБС «Лань»	Синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации

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

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

В таблице 9.1 перечислены:

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

Таблица 9.1 – Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине (модулю)

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы
607227, Нижегородская область, г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19, ауд. 210	Доска меловая, рабочее место преподавателя, 48 посадочных мест
607227, Нижегородская область, г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19, ауд. 226	Сканер HP - 1 шт. Принтер HP LaserJet - 1 шт. Проектор BenQ MX 505 - 1 шт. Экран д/проектора - 1 шт. ПК в сборе (с подключением к интернету) - 19 шт. ПК (с подключением к интернету) с выходом на мультимедийный проектор на базе Pentium 7500/2x1024Mb/500Gb/AD52 40S/GA-G31M-ES2L/ATX450 Посадочных мест - 19 рабочее место преподавателя - 1
607227, Нижегородская область, г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19, ауд. 316	Рабочих мест преподавателя - 1 шт; Рабочих мест преподавателя (ПК с подключением к интернету) - 1 шт; Рабочих мест студента - 26 шт; ПК, с выходом на телевизор LG - 1 шт.; ПК с подключением к интернету - 5 шт.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

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

Контактная работа проводится в аудиторной и внеаудиторной форме, а также в электронной информационно-образовательной среде института (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.

При преподавании дисциплины «Методы оптимизации», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса, а также материалы для практических занятий находятся в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Методы оптимизации» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=373> и могут быть проработаны студентами до чтения лекций в ходе самостоятельной работы. Это дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях, практических занятиях и лабораторных работах реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, дискуссионные технологии, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях, лабораторных работах и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий, таких как форум, чат, внутренняя электронная почта СДО MOODLE.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента.

Для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенции в процессе текущего контроля применяется система контроля и оценки успеваемости студентов, представленная в табл. 5.1. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой с использованием системы контроля и оценки успеваемости студентов, представленной в табл. 5.2-5.4.

10.2 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 (см. табл. 4.1, 4.2). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложных и важных положениях изучаемого материала. Материалы лекций являются основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа оформляется в виде отчета и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;

- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4 Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

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

Практические занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков владения общими принципами, методами и алгоритмами решения инженерных задач, связанными с механическими явлениями;
- подведение итогов занятий (результаты тестирования, готовность домашних заданий, выполненных в ходе самостоятельной работы).

10.5 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.

В процессе самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение основной и дополнительной литературы, представленной в разделе 6.

Для выполнения самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут использовать специализированные аудитории (см. табл. 9.1), оборудование которых обеспечивает доступ через «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде института и электронной библиотечной системе, где располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

10.6 Методические указания по выполнению РГР

Расчетно-графическая работа состоит из решения задач по вариантам.

При оценивании расчетно-графической работы учитывается следующее:

- качество выполнения заданий и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по расчетно-графической работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите расчетно-графической работы.

10.7 Методические указания по обеспечению образовательного процесса

1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_auditorii.PDF.

2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_srs.PDF.

3. Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf.

4. Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf.

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины
на 20 ____/20 ____ уч. г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

Глебов В.В.

« ____ » _____ 20 ____ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1)

2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол от _____ № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (ФИО)

Утверждено УМК АПИ НГТУ, протокол от _____ № _____

Зам. директора по УР _____
(подпись) Шурыгин А.Ю.

Согласовано:

Начальник УО _____
(подпись) Мельникова О.Ю.

(в случае, если изменения касаются литературы):

Заведующая отделом библиотеки _____
(подпись) Старостина О.Н.