

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

Образовательно-научный институт
радиоэлектроники и информационных технологий
(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Мякинников А.В.
подпись ФИО

10.06.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.9 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, специальности)*

Направленность: "Информационно-телекоммуникационные системы и сети"

_____ "Распределенные информационные системы"

(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная, очно-заочная,

_____ *(очная, очно-заочная, заочная)*

Год начала подготовки 2021

Выпускающая кафедра ЭВМ, КТПП

_____ *аббревиатура кафедры*

Кафедра-разработчик ЭВМ

_____ *аббревиатура кафедры*

Объем дисциплины 108 / 3

_____ *часов/з.е*

Промежуточная аттестация 4 семестр – экзамен

_____ *экзамен, зачет с оценкой, зачет*

Разработчик (и): Калинина Н.А., к.т.н.

_____ *(ФИО, ученая степень, ученое звание)*

НИЖНИЙ НОВГОРОД

2021 год

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 19.09.2017 № 926 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 10.06.2021 №6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы протокол от 2.06.2021 № 12

И.о. зав. кафедрой *д.т.н, профессор, Бабанов Н.Ю.* _____
подпись

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института, где реализуется данная программа

УМС ИРИТ, Протокол от 10.06.2021 №1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ _____ №09.03.02-р-41
Начальник МО _____

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

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	8
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
7.ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	11
8.ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	11
9.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	12
10.МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	13
11.ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	14
ПРИЛОЖЕНИЯ	27
ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ.....	21

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью (целями) освоения дисциплины является изучение методов одномерной условной и безусловной оптимизации.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля): анализ научной информации с применением различных математических методов и подходов

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) Б1.В.ОД.9 Методы оптимизации включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина Методы оптимизации являются Математика, Дискретная математика, Вычислительная математика.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении дисциплины Теория принятия решений.

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, по их личному заявлению.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на:

- формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОПОП ВО по направлению подготовки (специальности):

а) универсальных (УК):

б) общепрофессиональных (ОПК):

в) профессиональных (ПК): ПКС-2. Способен использовать математические методы обработки, анализа и синтеза результатов профессиональных исследований

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенции							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПКС-2								
Вычислительная математика			*					
Теория принятия решений							*	
Технологии обработки информации						*	*	
Методы оптимизации				*				
Основы системного анализа			*					
Математическое программирование			*					
Математические основы защиты информации					*			
Технологическая (проектно-технологическая) практика						*		
Преддипломная практика								*
Выполнение и защита ВКР								*

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 2

3. 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	Планируемые результаты обучения по дисциплине (дескрипторы)	Оценочные средства	
			Текущее	Промежуточной

	достижения компетенции				контроль	аттестации
ПКС-2. Способен использовать математические методы обработки, анализа и синтеза результатов профессиональных исследований	ИПКС-2.4 Использует методы оптимизации в профессиональных исследованиях	Знать: – принципы глобальной оптимизации в задачах линейного программирования; – принципы оптимизации в задачах без ограничений и с ограничениями типа равенств и неравенств; – связи между алгебраическим и геометрическим описанием задач оптимизации	Уметь: – решать задачи линейного программирования с ограничениями и без них.	Владеть: – способностью использовать математические методы оптимизации для анализа и синтеза результатов профессиональных исследований.	Задачи	Задачи, Вопросы для устного собеседования

В рамках дисциплины «Методы оптимизации» частично формируются трудовые знания методов анализа научных данных в рамках трудовой функции В/02.6 «Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований» профессионального стандарта 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. 108 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час. Оч./оч-заоч	В т.ч. по семестрам	
			4 сем
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108/108		108/108
1. Контактная работа:	40/40		
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	102/102		102/102
занятия лекционного типа (Л)	17/17		17/17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др.)	17/17		17/17
1.2. Внеаудиторная, в том числе	6/		6/
текущий контроль, консультации по дисциплине	4		4
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)	2		2
2. Самостоятельная работа (СРС)	68/68		68/68
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям.)	14/32		14/32
Подготовка к экзамену (контроль)	54/36		54/36

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

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам
Содержание дисциплины

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
4 семестр									
ПКС-1. Способен разрабатывать и применять аппаратное и программное обеспечение информационно-телекоммуникационн ых систем различных видов ИПКС-1.1. Имеет навыки технического расчета и анализа аппаратной, в т.ч. электронной, базы вычислительных систем.	Общие понятия теории оптимизации								
	Примеры оптимизационных задач	0,4			0,2	Проработка лекционного материала			
	Математическое программирование	0,4			0,2	Проработка лекционного материала			
	Построение математической модели	0,4			0,2	Проработка лекционного материала			
	Общий вид оптимизационной задачи	0,4			0,2	Проработка лекционного материала			
	Классификация методов оптимизации	0,4			0,2	Проработка лекционного материала			
	Одномерная минимизация функций								
	Прямые методы	1		2	0,7	Проработка лекционного материала	Перекрестная проверка, работа в малых группах		
	Методы, использующие информацию о производных целевой функции	1		2	0,6	Проработка лекционного материала	Перекрестная проверка, работа в малых группах		
	Методы минимизации многомерных функций	0,5			0,5	Проработка лекционного материала			
	Методы многомерной безусловной оптимизации								
	Прямые методы поиска	0,5			0,5	Проработка лекционного материала			
	Градиентные методы	0,5			0,5	Проработка лекционного материала			
	Линейное программирование								
	Каноническая форма задачи линейного программирования	0,5		1	0,5	Проработка лекционного материала	Перекрестная проверка, работа в малых группах		
	Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования	0,5			0,5	Проработка лекционного материала			
Симплекс - метод решения задачи линейного программирования	1		2	0,7	Проработка лекционного материала	Перекрестная проверка, работа в малых группах			
Двойственная задача линейного программирования	0,5			0,5	Проработка лекционного материала				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Двойственный симплекс-метод	0,5		2	0,7	Проработка лекционного материала	Перекрестная проверка, работа в малых группах		
	Транспортная задача линейного программирования								
	Постановка транспортной задачи	0,5			0,5	Проработка лекционного материала			
	Решение замкнутой Т - задачи	0,5			0,5	Проработка лекционного материала			
	Нахождение начального опорного плана Т-задачи	0,5		2	0,7	Проработка лекционного материала	Перекрестная проверка, работа в малых группах		
	Метод потенциалов решения Т - задачи	1		2	0,7	Проработка лекционного материала	Перекрестная проверка, работа в малых группах		
	Задача выбора	0,5			0,5	Проработка лекционного материала			
	Решение задачи выбора венгерским методом	1			0,5	Проработка лекционного материала			
	Решение Т-задачи венгерским методом	1		2	0,7	Проработка лекционного материала	Перекрестная проверка, работа в малых группах		
	Дискретное программирование								
	Метод ветвей и границ	0,5			0,5	Проработка лекционного материала			
	Решение задач целочисленного линейного программирования методом Лэнд и Дойг	0,5			0,5	Проработка лекционного материала			
	Решение задачи коммивояжёра методом ветвей и границ	1		2	0,7	Проработка лекционного материала	Перекрестная проверка, работа в малых группах		
	Динамическое программирование								
	Этапы постановки и решения задачи динамического	0,5			0,5	Проработка лекционного материала			
	Задачи динамического программирования с мультипликативным критерием	0,5			0,5	Проработка лекционного материала			
	Задачи динамического программирования с учетом предыстории процесса	0,5			0,5	Проработка лекционного материала			
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17		17	14				
	Экзамен				54				
	ИТОГО по дисциплине	17		17	68				

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

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: контрольные опросы по темам лекционных занятий, решение практических задач.

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

- 1) Тесты для текущего контроля
Тестирование проводится в виде письменного контрольного опроса с вопросами открытого типа.
- 2) Задачи для практических занятий включают в себя задачи на следующие темы:
 Одномерная минимизация функций. Прямые методы
 Одномерная минимизация функций. Методы, использующие информацию о производных целевой функции
 Каноническая форма задачи линейного программирования
 Симплекс - метод решения задачи линейного программирования
 Двойственный симплекс-метод
 Нахождение начального опорного плана Т-задачи
 Метод потенциалов решения Т – задачи
 Решение Т-задачи венгерским методом
 Решение задачи коммивояжёра методом ветвей и границ
- 3) Полный перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен) приведен в п. 11.2 настоящей РПД.

5.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **балльно-рейтинговая/традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации знаний.

Шкала оценивания для промежуточного контроля:

Таблица 5 - Критерии оценивания при прохождении студентом промежуточного контроля

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.

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»	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено»	Оценка «хорошо» / «зачтено»	Оценка «отлично» / «зачтено»
ПКС-2. Способен использовать математические методы обработки, анализа и синтеза результатов профессиональных исследований	ИПКС-2.4 Использует методы оптимизации в профессиональных исследованиях	Не знает принципы одномерной безусловной оптимизации и не умеет применять соответствующие алгоритмы; Не знает принципы оптимизации в задачах линейного программирования. Не умеет осуществлять математическую постановку задачи, не может самостоятельно определить подходящий алгоритм решения, не способен применять алгоритмы линейного программирования.	Частично знает принципы одномерной безусловной оптимизации и умеет применять некоторые из соответствующих алгоритмов; Частично знает принципы оптимизации в задачах линейного программирования. Умеет осуществлять математическую постановку задачи, но не может самостоятельно определить подходящий алгоритм решения, способен применять некоторые из алгоритмов линейного программирования	Знает принципы одномерной безусловной оптимизации и умеет применять соответствующие алгоритмы; Знает принципы оптимизации в задачах линейного программирования. Умеет осуществлять математическую постановку задачи, способен, в большинстве случаев, корректно выбирать подходящий алгоритм решения и применять выбранный алгоритм;	Знает принципы одномерной безусловной оптимизации и умеет применять соответствующие алгоритмы; Знает принципы оптимизации в задачах линейного программирования. Умеет осуществлять математическую постановку задачи, определять к какому классу оптимизационных задач относится рассматриваемая задача, выбирать подходящий алгоритм решения и применять выбранный алгоритм; Владеет способностью использовать математические методы оптимизации для анализа результатов профессиональных исследований.

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).

1. Тимофеева О.П. Математическое программирование в задачах управления : Учеб.пособие / О.П. Тимофеева, Т.И. Балашова, Ю.С. Бажанов; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : [Б.и.], 2013. - 143 с. : ил. - Библиогр.:с.142. - ISBN 978-5-502-00284-4 : 95-00. (6 экземпляров)
2. Тынкевич, М. А. Практикум по дисциплине «Исследование операций и методы оптимизации» (линейная оптимизация) : учебное пособие / М. А. Тынкевич, Г. Н. Речко. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 72 с. — ISBN 978-5-906888-54-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115172> (дата обращения: 30.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Тынкевич, М. А. Практикум по дисциплине «Исследование операций и методы оптимизации» (нелинейная оптимизация и статистические решения) : учебное пособие / М. А. Тынкевич, Г. Н. Речко. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2018. — 58 с. — ISBN 978-5-906969-65-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105430> (дата обращения: 30.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Крутиков, В. Н. Методы оптимизации : учебное пособие / В. Н. Крутиков, В. В. Мишечкин. — 2-е изд., доп и перераб. — Кемерово : КемГУ, 2019. — 106 с. — ISBN 978-5-8353-2437-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135233> (дата обращения: 30.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Справочно-библиографическая литература

6.2.1 Ресурсы системы федеральных образовательных порталов:

1. Федеральный портал. Российское образование. - <http://www.edu.ru/> - Режим доступа:свободный
- 2.Российский образовательный портал. - <http://www.school.edu.ru/default.asp> - Режим доступа:свободный

6.2.2 Научно-техническая библиотека НГТУ

1. *Электронный каталог книг.* <https://library.nntu.ru/MegaPro/Web/Home/About> - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. *Электронный каталог периодических изданий.* <https://library.nntu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1> - Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1 Методические рекомендации НГТУ:

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:
2. https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_auditorii.PDF - Режим доступа:свободный
3. 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 - Режим доступа:свободный
4. 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/metod_rekom_srs.PDF - Режим доступа:свободный

5. 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 - Режим доступа: свободный
6. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах : учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-1887-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212129> (дата обращения: 30.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Журавлёв, С. Ю. Методы оптимизации : учебно-методическое пособие / С. Ю. Журавлёв. — Красноярск : КрасГАУ, 2014. — 132 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90819> (дата обращения: 30.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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 ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Лесин, В. В. Основы методов оптимизации : учебное пособие / В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 344 с. — ISBN 978-5-8114-1217-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212441> (дата обращения: 30.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Прокопенко, Н. Ю. Методы оптимизации : учебное пособие / Н. Ю. Прокопенко. — Нижний Новгород : ННГАСУ, 2018. — 118 с. — ISBN 978-5-528-00287-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/164796> (дата обращения: 30.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Мицель, А. А. Методы оптимизации : учебное пособие / А. А. Мицель. — Москва : ТУСУР, 2017. — 198 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110214> (дата обращения: 30.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Кудрявцев, К. Я. Методы оптимизации : учебное пособие / К. Я. Кудрявцев, А. М. Прудников. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2015. — 140 с. — ISBN 978-5-7262-2128-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/119485> (дата обращения: 30.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Бакулева, М. А. Методы оптимизации : учебное пособие / М. А. Бакулева, С. В. Скворцов, В. И. Хрюкин. — Рязань : РГРТУ, 2015. — 160 с. — ISBN 978-5-7764089-1-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168271> (дата обращения: 30.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	2	3
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://urait.ru/

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 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/>

Таблица 10 - 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	2	3
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

Адаптированные образовательные программы (АОП) в образовательной организации не реализуются в связи с отсутствием в контингенте обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), желающих обучаться по АОП. Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

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

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование ауд. и помещений для проведения занятий и СРС	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1	2	3
1	6421 учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12	Комплект демонстрационного оборудования: • ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе AMD Athlon 2.8 ГГц, 4 Гб ОЗУ, 250 Гб HDD, монитор 19" – 1 шт. • Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; • Экран – 1 шт.; Набор учебно-наглядных пособий	• Microsoft Windows7 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14) • Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3); • Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); • Open Office 4.1.1 (свободное ПО, лицензия Apache License 2.0) • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19).
	6543 компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), г. Нижний	• Проектор Acer – 1 шт; • ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19" – 11 шт.. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают	• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); • Microsoft Office (лицензия № 43178972); • Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135); • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободнораспространяемое

Новгород, Казанское ш., 12)	доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	ПО, лицензия GNU LGPL); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19) • КонсультантПлюс (ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018); Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3)
-----------------------------	---	--

10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

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.

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 занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

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 (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 практическим занятиям 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.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения 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 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 11). 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.

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

11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины

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

11.1.1. Типовые задания к практическим занятиям

1. Найти *мин* функции $f(x) := x^3 - 3 \cdot \sin(x)$, $x \in [0,1]$ методами перебора с точностью 0,1; поразрядного поиска, дихотомии и золотого сечения с точностью 0,02. Сравнить результаты.
2. Найти *мин* функции $f(x) := x^3 - 3 \cdot \sin(x)$, $x \in [0,1]$ методами парабол с точностью 0,002; средней точки и хорд с точностью 0,02. Сравнить результаты.
3. Построить математические модели линейного программирования в общей форме, привести к канонической форме.
 - а. Для изготовления деталей двух видов требуется проделать ряд операций на трех машинах. Время обработки одной детали первого типа на первой машине 11 мин, на второй – 7 мин, на третьей – 6 мин; время обработки одной детали второго типа соответственно 9, 12 и 16 мин на каждой из машин. В течение месяца первая машина работает 9850 мин, вторая – 8150 мин, третья – 9600 мин. Одна деталь первого типа приносит доход 900 у.е., второго – 1000 у.е. Сколько нужно ежемесячно производить деталей каждого типа, чтобы иметь максимальную общую прибыль?
 - б. В цехе два токарных станка и один автомат. Требуется организовать производство деталей в комплектах. Один комплект состоит из одной детали первого типа, трех деталей – второго и двух деталей третьего типа. Дневная производительность токарного станка: 50 деталей первого типа или 40 деталей второго или 80 – третьего. Для автомата эти производительности равны соответственно 120, 90 и 60. Составить программу работы оборудования в цехе, при которой будет производиться максимальное количество комплектов.
 - в. Завод выпускает радиоприемники трех различных моделей *A*, *B* и *C*. Каждое изделие приносит доход в размере 8, 15 и 25 у.е. соответственно. Необходимо, чтобы завод выпускал за неделю не менее 100 приемников модели *A*, 150 приемников модели *B* и 75 приемников модели *C*. Каждая модель характеризуется определенным временем, необходимым для изготовления соответствующих деталей, сборки изделия и его упаковки. В расчете на 10 приемников моделей *A* требуется 3 часа на изготовление соответствующих деталей, 4 часа на сборку и 1 час на упаковку. Соответствующие показатели в расчете на 10 приемников модели *B* равняются 3.5, 5 и 1.5 часам; а на 10 приемников модели *C* – 5, 8 и 3 часам. В течение недели завод может потратить на производство радиодеталей 150 часов, на сборку 200 часов и на упаковку 60 часов. Решить задачу оптимального производственного планирования.
4. Решить симплекс-методом задачу линейного программирования:

$$\begin{cases} x_1 - x_2 + x_3 + x_4 + x_5 - x_6 \rightarrow \min \\ x_1 + x_4 + 6x_6 = 9 \\ 3x_1 + x_2 - 4x_3 + 2x_6 = 2 \\ x_1 + 2x_3 + x_5 + 2x_6 = 6 \\ x_i \geq 0 \ (i=\overline{1,6}) \end{cases}$$
5. Решить симплекс-методом задачу линейного программирования с применением V-задачи:

$$L = 6x_1 - x_3 + x_4 + 2x_5 \rightarrow \max$$

$$4x_1 + x_2 + x_3 + 2x_4 + x_5 = 8$$

$$2x_1 - x_2 + x_4 = 2$$

$$x_1 + x_2 + x_5 = 2$$

$$x_i \geq 0 \ (i = \overline{1,5})$$

6. Решить симплекс-методом задачу линейного программирования с применением М-задачи:

$$6x_1 + x_2 + x_3 + 3x_4 \rightarrow \min$$

$$x_1 + x_2 \leq 300$$

$$x_3 + x_4 \leq 300$$

$$5x_1 + x_3 = 100$$

$$x_2 + 2x_4 = 200$$

$$x_j \geq 0 \ (j = \overline{1,4})$$

11.1.2. Типовые вопросы письменного опроса / электронного теста

1. Определение оптимизации.
2. Что такое критерий оптимальности?
3. Что такое целевая функция?
4. Сформулируйте задачу коммивояжера.
5. Сформулируйте задачу размещения производства.
6. Перечислите компоненты задач принятия решений.
7. Какие задачи относятся к линейному программированию?
8. Какие задачи относятся к нелинейному программированию?
9. Какие задачи относятся к дискретному программированию?
10. Перечислите основные этапы построения математической модели.
11. Какова общая математическая модель оптимизационной задачи ?
12. Какое решение оптимизационной задачи называется допустимым?
13. Какое решение оптимизационной задачи называется оптимальным ?
14. Что такое локальная оптимизация?
15. Чем глобальная оптимизация отличается от локальной?
16. Дайте определение условной и безусловной оптимизации.
17. В чём заключается задача распределения ресурсов, и к какому типу оптимизации она относится?
18. Что такое линейная оптимизация?
19. Что такое нелинейная оптимизация?
20. Что такое непрерывная оптимизация?
21. Что такое дискретная оптимизация?
22. Что такое целочисленная оптимизация?
23. В чём заключается задача о назначениях и к какому типу оптимизации она относится?
24. В чём отличие одно- и многокритериальной оптимизации?
25. Дайте пояснение оптимизации по Парето.
26. Для чего делают замену критериев ограничениями в оптимизационных задачах?
27. Какие методы относятся к классу эвристических?
28. Как может выполняться сведение задачи многокритериальной оптимизации к однокритериальной?
29. Какие методы оптимизации называются детерминированными?
30. Какие методы оптимизации называются эвристическими?
31. К какому классу относятся методы вариационного исчисления?
32. Какие методы оптимизации включают в себя стратегии случайного поиска?
33. В чём заключается задача динамического программирования?
34. В чём основная идея метода ветвей и границ?

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

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: *экзамен*.

Экзамен состоит из практической и теоретической частей.

К практической части относится решение задач.

Примеры типовых задач: см. п. 11.1.1.

Теоретическая часть зачета состоит в устном ответе на вопрос по курсу.

Перечень вопросов к экзамену:

1. Основные понятия теории оптимизации
2. Примеры оптимизационных задач
3. Задачи математического программирования
4. Особенности задачи математического программирования
5. Построение математической модели оптимизационной задачи
6. Общий вид оптимизационной задачи
7. Локальная и глобальная оптимизация
8. Условная и безусловная оптимизация
9. Линейная и нелинейная оптимизация
10. Непрерывная, дискретная, целочисленная оптимизация
11. Одно- и многокритериальная оптимизация
12. Детерминированные и эвристические методы оптимизации
13. Прямые методы одномерной минимизации функций. Сравнение методов перебора, дихотомии и золотого сечения
14. Прямые методы. Метод перебора
15. Прямые методы. Метод поразрядного поиска
16. Прямые методы. Метод дихотомии
17. Прямые методы. Метод золотого сечения
18. Прямые методы. Метод парабол
19. Методы, использующие информацию о производных целевой функции. Метод средней точки
20. Методы, использующие информацию о производных целевой функции. Метод хорд
21. Методы минимизации многомодальных функций
22. Методы многомерной безусловной оптимизации. Прямые методы поиска
23. Методы многомерной безусловной оптимизации. Градиентные методы
24. Каноническая форма задачи линейного программирования
25. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования
26. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования
27. Нахождение начального допустимого решения задачи линейного программирования
28. Двойственная задача линейного программирования
29. Двойственный симплекс-метод в решении задач линейного программирования
30. Постановка транспортной задачи линейного программирования
31. Решение замкнутой Т-задачи
32. Нахождение начального опорного плана Т-задачи. Метод северо-западного угла
33. Нахождение начального опорного плана Т-задачи. Метод минимального элемента
34. Метод потенциалов решения Т - задачи
35. Задача выбора
36. Решение задачи выбора венгерским методом
37. Решение Т-задачи венгерским методом
38. Транспортная задача с ограничениями
39. Задача о максимальном потоке в транспортной сети
40. Алгоритм построения максимального потока в транспортной сети
41. Метод ветвей и границ
42. Решение задач целочисленного линейного программирования методом Лэнд и Дойг
43. Решение задачи коммивояжёра методом ветвей и границ
44. Методы отсечения для решения задач целочисленного
45. Метод Гомори
46. Этапы постановки и решения задачи динамического программирования

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института ИРИТ

_____ Мякинников А.В. _____
« ____ » _____ 202 ____ г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины
«Б1.В.ОД.9 Методы оптимизации»
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров

Направление: 09.03.02 "Информационные системы и технологии"

Направленность: "Информационно-телекоммуникационные системы и сети"
"Распределенные информационные системы"

Форма обучения _____ очная _____

Год начала подготовки: _____ 2021 _____

Курс _____ 2 _____

Семестр _____ 4 _____

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для
20 ____ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год
начала подготовки):

- 1)
- 2)
- 3)

Разработчик (и): _____
(ФИО, ученая степень, ученое звание) « ____ » _____ 202 ____ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры _____
_____ протокол № _____ от « ____ » _____ 202 ____ г.

Заведующий кафедрой _____

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой (наименование) _____ « ____ » _____ 202 ____ г.

Методический отдел УМУ: _____ « ____ » _____ 202 ____ г.