

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

СОГЛАСОВАНО:

Выпускающая кафедра ЦТУТП  
Доцент



В.Е. Нутович

05 октября 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИУЦТ



С.П. Вакуленко

06 октября 2020 г.



Кафедра «Математическое моделирование и системный анализ»

Автор Иванова Александра Петровна, к.ф.-м.н., доцент

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Классические задачи оптимизации**

Направление подготовки:	01.03.02 – Прикладная математика и информатика
Профиль:	Математические модели в экономике и технике
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Год начала подготовки	2017

<p>Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии Протокол № 3 05 октября 2020 г. Председатель учебно-методической комиссии</p>  <p style="text-align: right;">Н.А. Клычева</p>	<p>Одобрено на заседании кафедры</p> <p>Протокол № 6 27 апреля 2020 г. И.о. заведующего кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">Г.А. Зверкина</p>
--	---

Москва 2020 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Классические задачи оптимизации» являются - ознакомление студентов с основными сведениями из теории оптимизации; основами оптимального управления, задачами дискретной оптимизации, а также алгоритмами их решения;

- изучение теоретических основ методов поиска условного и безусловного экстремума;  
- развитие навыков разработки алгоритмов и практического решения прикладных задач.

Основной целью изучения учебной дисциплины «Классические задачи оптимизации» является формирование у обучающегося компетенций в области принятия оптимальных решений и решений в условиях неопределенности, необходимых при работе для следующих видов деятельности: научно-исследовательской, организационно-управленческой.

Дисциплина предназначена для получения знаний для решения следующих профессиональных задач (в соответствии с видами деятельности): планирование научно-исследовательской деятельности и ресурсов, необходимых для реализации производственных процессов, исследование и разработка математических моделей, алгоритмов, методов, программного обеспечения, инструментальных средств по тематике проводимых научно-исследовательских проектов.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**

Учебная дисциплина "Классические задачи оптимизации" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

### **2.1. Наименования предшествующих дисциплин**

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

#### **2.1.1. Алгебра и аналитическая геометрия:**

Знания: основных понятий векторной алгебры и аналитической геометрии

Умения: применять методы решения задач векторной алгебры и аналитической геометрии

Навыки: решения задач векторной алгебры и аналитической геометрии

#### **2.1.2. Математический анализ:**

Знания: основы дифференциального и интегрального исчисления, теорию функций нескольких переменных, теорию числовых и функциональных рядов, кратные и криволинейные интегралы и их применения в физике и геометрии; основные понятия теории метрических и линейных нормированных пространств, теорию общих ортогональных систем, тригонометрических рядов и интегралов Фурье

Умения: применять основные теоремы и формулы математического анализа

Навыки: техническими приёмами и прикладными методами математического анализа и других математических дисциплин

#### **2.1.3. Основы информатики:**

Знания: основы информатики и вычислительной техники

Умения: писать код программы на языке программирования высокого уровня -

Навыки: навыками написания и отладки программ, написанных на языке программирования высокого уровня

### **2.2. Наименование последующих дисциплин**

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих учебных дисциплин:

#### **2.2.1. Теория оптимального управления**

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	ОПК-1 способностью использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой	Знать и понимать: - основные пакеты прикладных программ для решения задач оптимизации, вариационного исчисления и теории управления  Уметь: - быстро и качественно находить известные алгоритмы решения оптимизационных задач в сетевых ресурсах Интернет  Владеть: - приемами решения оптимизационных задач с использованием готовых компьютерных программ и математических пакетов
2	ПК-2 способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	Знать и понимать: общие вопросы методов оптимизации технологических процессов.  Уметь: решать оптимизационные задачи с использованием ЭВМ.  Владеть: навыками использования программных продуктов для решения оптимизационных задач.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

##### 4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

3 зачетные единицы (108 ак. ч.).

##### 4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Количество часов	
	Всего по учебному плану	Семестр 6
Контактная работа	28	28,15
Аудиторные занятия (всего):	28	28
В том числе:		
лекции (Л)	14	14
практические (ПЗ) и семинарские (С)	14	14
Самостоятельная работа (всего)	53	53
Экзамен (при наличии)	27	27
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	108	108
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	3.0	3.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	КР (1), ПК1, ПК2	КР (1), ПК1, ПК2
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЭК	ЭК

### 4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	6	Раздел 1 Безусловная оптимизация	2/0		4/0		10	16/0	
2	6	Тема 1.1 Понятие об оптимальных методах поиска экстремума. Численные методы безусловной оптимизации.	1/0		2/0			3/0	
3	6	Тема 1.2 Эвристические методы	1/0		2/0		10	13/0	ПК1, Контрольная работа № 1
4	6	Раздел 2 Условная оптимизация	4/0		4/0		10	18/0	
5	6	Тема 2.1 Метод условного градиента.	2/0		2/0			4/0	
6	6	Тема 2.2 Метод штрафных функций. Метод линеаризации.	2/0		2/0		10	14/0	
7	6	Раздел 3 Дискретная оптимизация	4/0		4/0		18	26/0	
8	6	Тема 3.1 Задача коммивояжера.	2/0		2/0			4/0	
9	6	Тема 3.2 Динамическое программирование.	2/0		2/0		18	22/0	ПК2, Контрольная работа № 2
10	6	Раздел 4 Элементы теории оптимального управления	4/0		2/0		15	21/0	КР
11	6	Тема 4.1 Постановка задачи оптимального управления.	2/0		1/0			3/0	
12	6	Тема 4.2 Принцип максимума Понтрягина.	2/0		1		15	18/0	
13	6	Экзамен						27	ЭК
14		Всего:	14/0		14/0		53	108/0	

#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Практические занятия предусмотрены в объеме 14 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	6	РАЗДЕЛ 1 Безусловная оптимизация Тема: Понятие об оптимальных методах поиска экстремума. Численные методы безусловной оптимизации.	Понятие об оптимальных методах поиска экстремума. Численные методы безусловной оптимизации.	2 / 0
2	6	РАЗДЕЛ 1 Безусловная оптимизация Тема: Эвристические методы	Эвристические методы	2 / 0
3	6	РАЗДЕЛ 2 Условная оптимизация Тема: Метод условного градиента.	Метод условного градиента.	2 / 0
4	6	РАЗДЕЛ 2 Условная оптимизация Тема: Метод штрафных функций. Метод линеаризации.	Метод штрафных функций. Метод линеаризации.	2 / 0
5	6	РАЗДЕЛ 3 Дискретная оптимизация Тема: Задача коммивояжера.	Задача коммивояжера.	2 / 0
6	6	РАЗДЕЛ 3 Дискретная оптимизация Тема: Динамическое программирование.	Динамическое программирование.	2 / 0
7	6	РАЗДЕЛ 4 Элементы теории оптимального управления Тема: Постановка задачи оптимального управления.	Постановка задачи оптимального управления.	1 / 0
8	6	РАЗДЕЛ 4 Элементы теории оптимального управления Тема: Принцип максимума Понтрягина.	Принцип максимума Понтрягина. Постановки задач	1
ВСЕГО:				14/0

#### **4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)**

Курсовая работа на тему «Задача коммивояжера». Каждому студенту выдается своя задача. Студентом должен быть программно (на одном из языков программирования) реализован метод поиска оптимального маршрута коммивояжера. По вариантам количество городов распределяется следующим образом:

- 1 вариант - 120 городов,
- 2 вариант - 130 городов,
- 3 вариант - 140 городов,
- 4 вариант - 150 городов,
- 5 вариант - 125 городов,
- 6 вариант - 135 городов,
- 7 вариант - 145 городов,
- 8 вариант - 155 городов,
- 9 вариант - 122 городов,
- 10 вариант - 132 городов,
- 11 вариант - 160 городов,
- 12 вариант - 170 городов.



## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины осуществляется в форме лекций и практических занятий. Лекции проводятся в традиционной классно-урочной организационной форме, по типу управления познавательной деятельностью, и на 100% являются традиционными классически-лекционными (объяснительно-иллюстративные).

Практические занятия нацелены максимально на самостоятельную работу студентов, а также на закрепление теоретического материала.

Самостоятельная работа студента организована с использованием традиционных видов работы. К традиционным видам работы относятся отработка лекционного материала и отработка отдельных тем по учебным пособиям.

Оценка полученных знаний, умений и навыков основана на модульно-рейтинговой технологии. Фонды оценочных средств освоенных компетенций включают как вопросы теоретического характера для оценки знаний, так и задания практического содержания для оценки умений и навыков. Теоретические знания проверяются путём применения таких организационных форм, как индивидуальные и групповые решения задач, решение тестовых заданий с использованием компьютеров или на бумажных носителях.

Проведение занятий по дисциплине возможно с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, реализуемые с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

В процессе проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий применяются современные образовательные технологии, такие как (при необходимости):

- использование современных средств коммуникации;
- электронная форма обмена материалами;
- дистанционная форма групповых и индивидуальных консультаций;
- использование компьютерных технологий и программных продуктов, необходимых для сбора и систематизации информации, проведения требуемых программой расчетов и т.д.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
1	6	РАЗДЕЛ 1 Безусловная оптимизация Тема 2: Эвристические методы	Проработка учебного материала по учебной и научной литературе [осн.3, стр. 10-140; доп.2, стр. 15-95] и решение задач по теме: «Безусловная оптимизация»	10
2	6	РАЗДЕЛ 2 Условная оптимизация Тема 2: Метод штрафных функций. Метод линеаризации.	Проработка учебного материала по учебной и научной литературе [осн.1, стр. 1-90; осн.2, стр. 15-95] и решение задач по теме: «Условная оптимизация»	10
3	6	РАЗДЕЛ 3 Дискретная оптимизация Тема 2: Динамическое программирование.	Проработка учебного материала по учебной и научной литературе [доп.1, стр. 10-140; доп.3, стр. 15-255] и решение задач по теме: «Дискретная оптимизация»	18
4	6	РАЗДЕЛ 4 Элементы теории оптимального управления Тема 2: Принцип максимума Понтрягина.	Проработка учебного материала по учебной и научной литературе [осн.3, стр. 10-140; доп.2, стр. 15-95] и решение задач по теме: «Элементы теории оптимального управления»	15
ВСЕГО:				53

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	Методы оптимизации. Начальный курс. Часть 1. Основные определения и понятия, постановки задач и примеры. Курс лекций по дисциплине «Методы оптимизации»	Сигал И.Х., Иванова А.П.	М.: МИИТ, 2005 НТБ МИИТ	Все разделы
2	Методы оптимизации. Начальный курс. Часть 2. Симплекс-метод и смежные вопросы, элементы теории двойственности, многокритериальная оптимизация. Курс лекций по дисциплине «Методы оптимизации»	Сигал И.Х., Иванова А.П.	М.: МИИТ, 2006 НТБ МИИТ	Все разделы
3	Курс методов оптимизации	Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В.	М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012 НТБ МИИТ	Все разделы

### 7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
4	Исследования операций в экономике	Кремер Н. Ш. (редактор)	М.: "ЮНИТИ"., 2013 <a href="http://edu-lib.net/ekonomika/kremer-n-sh-issledovanie-operatsiy-v-ekonomike-onlayn">http://edu-lib.net/ekonomika/kremer-n-sh-issledovanie-operatsiy-v-ekonomike-onlayn</a>	Все разделы
5	Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи. 3-е изд., испр	Алексеев В.М., Галеев Э.М., Тихомиров В.М.	М.: "ЮНИТИ"., 2012 <a href="http://edu-lib.net/ekonomika/kremer-n-sh-issledovanie-operatsiy-v-ekonomike-onlayn">http://edu-lib.net/ekonomika/kremer-n-sh-issledovanie-operatsiy-v-ekonomike-onlayn</a>	Все разделы
6	Введение в прикладное дискретное программирование: теория и вычислительные алгоритмы. Учебное пособие. 2-е издание.	Сигал И.Х., Иванова А.П.	М.: ФИЗМАТЛИТ. НТБ МИИТ, 2007 НТБ МИИТ	Все разделы

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. Википедия-Свободная энциклопедия, адрес <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
2. Электронная библиотека МИИТа, адрес <http://library.miit.ru/fulltext.php>

3. НТБ МИИТ, адрес: <http://miit.ru/portal/page/portal/miit/library>

4. Поисковые системы: <http://www.google.ru/>; <http://www.yandex.ru/>; <http://www.rambler.ru/>

### **9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

На ЭВМ должны быть установлены: Pascal, Microsoft Visual Studio (C++), Mathcad, Microsoft Office (Excel).

При организации обучения по дисциплине с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий необходим доступ каждого студента к информационным ресурсам – библиотечному фонду Университета, сетевым ресурсам и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

В случае проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий может понадобиться наличие следующего программного обеспечения (или их аналогов): ОС Windows, Microsoft Office, Интернет-браузер, Microsoft Teams и т.д.

В образовательном процессе, при проведении занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, могут применяться следующие средства коммуникаций: ЭИОС РУТ(МИИТ), Microsoft Teams, электронная почта, скайп, Zoom, WhatsApp и т.п.

### **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Аудитории для практических и лабораторных занятий должны быть оборудованы видеопроекторной аппаратурой, устройствами для затемнения окон, компьютерами.

В случае проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий необходимо наличие компьютерной техники, для организации коллективных и индивидуальных форм общения педагогических работников со студентами, посредством используемых средств коммуникации.

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

### **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Для качественного изучения данной дисциплины студентам следует непременно посещать практические занятия, на которых необходимо старательно работать и выполнять требования преподавателя и выданные им задания. При этом самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы, а также прямой учебной обязанностью, за выполнение которой они несут персональную ответственность по результатам контроля текущей успеваемости и промежуточной аттестации.

Цель самостоятельной работы – закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков (компетенций), поиск и приобретение новых знаний, в том числе с использованием автоматизированных обучающих курсов (систем) и мировых информационных ресурсов, а также выполнение учебных заданий, подготовка к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Самостоятельная работа должна организовываться и проводиться студентами персонально (индивидуально), систематически, планомерно и целеустремленно, что позволит успешно решить как учебные задачи по дисциплине в целом, так и обеспечить необходимое качество подготовки по всем видам учебных занятий.

Основными направлениями самостоятельной работы студентов в течение каждого учебного семестра являются:

- текущая работа над учебным материалом – ознакомление с рекомендуемой литературой и источниками;
- подготовка к очередным практическим занятиям;
- ведение самостоятельных записей на основании работы со специальной и общенаучной литературой из предложенного списка;
- изучение материалов, предусмотренных для самостоятельного изучения;
- подготовка к выполнению и выполнение домашней контрольной работы;
- подготовка к экзамену.