

**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**

**Методы 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 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 (модуля) «Методы оптимизации» являются

- ознакомление студентов с основными сведениями из теории выпуклых множеств и выпуклых функций; основами оптимального управления, элементами вариационного исчисления, задачами линейного и выпуклого программирования, а также алгоритмами их решения;
- изучение теоретических основ симплекс-метода и различных алгоритмов симплексного типа, а также теории двойственности;
- развитие навыков разработки алгоритмов и практического решения прикладных задач.

Основной целью изучения учебной дисциплины «Методы оптимизации» является формирование у обучающегося компетенций в области принятий 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 "Методы оптимизации" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его базовую 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, теории функций нескольких переменных; основные понятия теории метрических и линейных нормированных пространств

Умения: исследовать функции средствами дифференциального исчисления, применять основные методы интегрирования, исследовать функции нескольких переменных, находить их безусловные и условные экстремумы

Навыки: решения задач математического анализа и ряда задач геометрии и физики

#### **2.1.3. Основы информатики:**

Знания: основ информатики и вычислительной техники

Умения: писать код программы на языке программирования высокого уровня

Навыки: 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 игр и исследование операций

2.2.2. 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	ПК-2 способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	<p>Знать и понимать: основные понятия теории оптимизации, вариационного исчисления и теории управления, основные классы задач оптимизации и основные алгоритмы решения задач математического программирования</p> <p>Уметь: применять изученные оптимизационные алгоритмы для решения конкретных практических задач</p> <p>Владеть: навыками решения оптимизационных задач, программной реализации методов оптимизации</p>
2	ПК-6 способностью формировать суждения о значении и последствиях своей профессиональной деятельности с учетом социальных, профессиональных и этических позиций	<p>Знать и понимать: - основные понятия теории оптимизации и ее приложение к другим областям науки - о значениях и последствиях своей профессиональной деятельности</p> <p>Уметь: - контролировать процесс решения оптимизационной задачи - формировать суждения о значении и последствиях своей профессиональной деятельности с учетом социальных, профессиональных и этических позиций</p> <p>Владеть: - навыками оценки правильности полученного решения - навыками этической и нравственной оценки результатов своей профессиональной деятельности</p>

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

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

4 зачетные единицы (144 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 5
Контактная работа	56	56,15
Аудиторные занятия (всего):	56	56
В том числе:		
лекции (Л)	28	28
практические (ПЗ) и семинарские (С)	14	14
лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)	14	14
Самостоятельная работа (всего)	43	43
Экзамен (при наличии)	45	45
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	144	144
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	4.0	4.0
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	5	Раздел 1 Экстремум функции многих переменных	5	6	4		10	25	
2	5	Тема 1.1 Необходимые и достаточные условия экстремума для функций многих переменных. Задачи на условный экстремум. Метод исключения неизвестных. Метод множителей Лагранжа.	2	6	4		10	22	
3	5	Тема 1.2 Оптимальное управление. Уравнение Эйлера. Элементы вариационного исчисления	1					1	
4	5	Тема 1.3 Задача о максимуме произведения $n$ положительных чисел при заданном значении суммы. Задача о минимуме суммы $n$ положительных чисел при заданном произведении	2					2	
5	5	Раздел 2 Задачи математического программирования	13	4	2		16	35	
6	5	Тема 2.1 Выпуклые множества и функции	1					1	
7	5	Тема 2.2 Классификация задач математического программирования. Выпуклые задачи. Локальные и глобальные экстремумы в задачах выпуклого	1					1	

№ 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
		программирования. Примеры решения задач.							
8	5	Тема 2.3 Постановка задачи линейного программирования. Примеры: задача о диете и задача о планировании выпуска продукции	1					1	
9	5	Тема 2.4 Транспортная задача. Условие разрешимости. Другие задачи транспортного типа. Описание множества допустимых решений в задаче линейного программирования. Основная теорема линейного программирования	2					2	
10	5	Тема 2.5 Геометрический метод решения задач линейного программирования для $n = 2$ и $n - m = 2$ . Примеры решения задач	1					1	
11	5	Тема 2.6 Метод Жордана-Гаусса для решения систем линейных уравнений. Метод Жордана-Гаусса для формирования начального базиса и перехода от одного базиса к другому. Условие оптимальности в задачах линейного программирования	2					2	
12	5	Тема 2.7 Симплекс-метод для решения задач линейного программирования	2	4	2		16	24	ПК1, Контрольная работа №1
13	5	Тема 2.8 М-метод для	1					1	

№ 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
		решения задач линейного программирования. Примеры решения задач							
14	5	Тема 2.9 Двойственность в линейном программировании. Виды математической модели двойственных задач. Основные теоремы теории двойственности	2					2	
15	5	Раздел 3 Задачи нелинейного программирования	5		4		8	17	
16	5	Тема 3.1 Задачи нелинейного программирования. Постановка и пример	1		4		8	13	ПК2, Контрольная работа № 2
17	5	Тема 3.2 Двойственные задачи в нелинейном программировании	2					2	
18	5	Тема 3.3 Постановка задачи квадратичного программирования. Условие выпуклости	2					2	
19	5	Раздел 4 Градиентные схемы минимизации функции одной переменной	3	4	4		4	15	
20	5	Тема 4.1 Градиентная схема для минимизации функций многих переменных. Градиентная схема с дроблением шага.	1	4	4		4	13	
21	5	Тема 4.2 Метод наискорейшего спуска. Алгоритм покоординатного спуска	2					2	
22	5	Раздел 5 Многокритериальная оптимизация	2				5	7	



№ 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
23	5	Тема 5.1 Задача многокритериальной оптимизации. Постановка задачи. Эффективные решения и алгоритмы их нахождения. Основные подходы к решению многокритериальных задач	2				5	7	
24	5	Экзамен						45	КР, ЭК
25		Всего:	28	14	14		43	144	

#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы 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	5	РАЗДЕЛ 1 Экстремум функции многих переменных Тема: Необходимые и достаточные условия экстремума для функций многих переменных. Задачи на условный экстремум. Метод исключения неизвестных. Метод множителей Лагранжа.	Задачи на условный экстремум	6
2	5	РАЗДЕЛ 2 Задачи математического программирования Тема: Симплекс-метод для решения задач линейного программирования	Симплекс-метод решения задачи линейного программирования	4
3	5	РАЗДЕЛ 4 Градиентные схемы минимизации функции одной переменной Тема: Градиентная схема для минимизации функций многих переменных. Градиентная схема с дроблением шага.	Градиентная схема для минимизации функций многих переменных	4
ВСЕГО:				14/0

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	5	РАЗДЕЛ 1 Экстремум функции многих переменных Тема: Необходимые и достаточные условия экстремума для функций многих переменных. Задачи на условный экстремум. Метод исключения неизвестных. Метод множителей Лагранжа.	Задачи на условный экстремум	4
2	5	РАЗДЕЛ 2 Задачи математического программирования Тема: Симплекс-метод для решения задач линейного программирования	Симплекс-метод решения задачи линейного программирования	2
3	5	РАЗДЕЛ 3 Задачи нелинейного программирования Тема: Задачи нелинейного программирования. Постановка и пример	Задачи нелинейного программирования	4
4	5	РАЗДЕЛ 4 Градиентные схемы минимизации функции одной переменной Тема: Градиентная схема для минимизации функций многих переменных. Градиентная схема с дроблением шага.	Градиентная схема для минимизации функций многих переменных	4
ВСЕГО:				14/0

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

1. Курсовая работа на тему «Нахождение экстремумов функций 2-х переменных».

Каждому студенту выдается своя задача. Студентом должны быть программно (на одном из языков программирования) реализованы следующие методы:

- Метод градиентного спуска
  - Метод наискорейшего спуска
  - Метод покоординатного спуска
- решения данной задачи.

Результатом работы является сравнительное исследование этих методов и представление результатов расчетов в виде линий уровня и градиентных кривых. Линии уровня и градиентные кривые могут быть визуализированы с помощью пакетов прикладных

программ.

2. Курсовая работа на тему «Решение транспортной задачи симплекс-методом». Каждому студенту выдается свой вариант транспортной задачи, которую нужно решить симплекс-методом.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины осуществляется в форме лекций, лабораторных 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 организованы с использованием технологий развивающего обучения. Часть практического курса выполняется в виде традиционных практических занятий (объяснительно-иллюстративное решение задач).

Лабораторные занятия проходят в компьютерных аудиториях и нацелены максимально на самостоятельную работу студентов.

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	5	РАЗДЕЛ 1 Экстремум функции многих переменных Тема 1: Необходимые и достаточные условия экстремума для функций многих переменных. Задачи на условный экстремум. Метод исключения неизвестных. Метод множителей Лагранжа.	Задачи на условный экстремум  Решение задач и изучение литературы[2], стр. 45-90	10
2	5	РАЗДЕЛ 2 Задачи математического программирования Тема 7: Симплекс-метод для решения задач линейного программирования	Симплекс-метод решения задачи линейного программирования  Решение задач и изучение литературы[7], стр. 2-70; [8], стр. 2-80; [10], стр. все; [9], стр. все	16
3	5	РАЗДЕЛ 3 Задачи нелинейного программирования Тема 1: Задачи нелинейного программирования. Постановка и пример	Задачи нелинейного программирования  Решение задач и изучение литературы[1], стр. 10-120; [3], стр. 200-234	8
4	5	РАЗДЕЛ 4 Градиентные схемы минимизации функции одной переменной Тема 1: Градиентная схема для минимизации функций многих переменных. Градиентная схема с дроблением шага.	Градиентная схема для минимизации функций многих переменных  Решение задач и изучение литературы[3], стр. 300-325; [8], стр. 2-80	4
5	5	РАЗДЕЛ 5 Многокритериальная оптимизация Тема 1: Задача многокритериальной оптимизации. Постановка задачи. Эффективные решения и алгоритмы их нахождения. Основные подходы к решению многокритериальных задач	Основные подходы к решению многокритериальных задач  Изучение литературы[3], стр. 45-90	5



## 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	Курс методов оптимизации	А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров	Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986 НТБ (фб.)	Раздел 1 [стр. 60-130], Раздел 3 [стр. 10-120], Раздел 4 [стр. 50-135]
2	Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи	В.М.Алексеев, Э.М.Галеев, В.М.Тихомиров	Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1984 НТБ (фб.); НТБ (чз.1)	Раздел 1 [стр. 45-90], Раздел 2 [стр. 40-200], Раздел 4 [стр. 25-85]
3	Введение в прикладное дискретное программирование: модели и вычислительные алгоритмы	И.Х. Сигал, А.П. Иванова	Физматлит, 2007 НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.4); НТБ (фб.); НТБ (чз.1)	Раздел 3 [стр. 200-234], Раздел 4 [стр. 300-325], Раздел 5 [стр. 45-90]
4	Курс методов оптимизации	Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В.	М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014 НТБ МИИТ	Все разделы
5	Исследования операций в экономике	Кремер Н. Ш. (редактор)	М.: "ЮНИТИ", 2015 <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	Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи	Алексеев В.М., Галеев Э.М., Тихомиров В.М.	М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015 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
7	Методы оптимизации. Начальный курс	И.Х. Сигал, А.П. Иванова; МИИТ. Каф. "Прикладная математика-1"	МИИТ, 2005 НТБ (уч.4); НТБ (фб.); НТБ (чз.1)	Раздел 2 [стр. 2-70]
8	Методы оптимизации. Начальный курс	И.Х. Сигал, А.П. Иванова; МИИТ. Каф. "Прикладная математика-1"	МИИТ, 2006 НТБ (фб.); НТБ (чз.1)	Раздел 2 [стр. 2-80], Раздел 3 [стр.1-80], Раздел 4 [стр. 2-80]
9	Транспортная задача	Сигал И.Х., Иванова А.П.	М.: МИИТ, 2015 НТБ МИИТ	Раздел 2 [стр. все]
10	Задача о планировании выпуска продукции	Сигал И.Х., Иванова А.П.	М.: МИИТ, 2014 НТБ МИИТ	Раздел 2 [стр. все]

## 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)**

Лекционные аудитории и аудитории для практических и лабораторных занятий должны быть оборудованы видеопроекционной 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 лекции, а также лабораторные и 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 – перечитывание конспектов лекций, ознакомление с рекомендуемой литературой и источниками;
- подготовка к очередным лекционным, лабораторным и практическим занятиям;
- дополнение лекционных 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.