

МИНПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
"Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого"  
(ФГБОУ ВО "ТГПУ им. Л.Н. Толстого")

## Методы оптимизации и исследование операций

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	<b>институт передовых информационных технологий</b>
ОПОП	<b>Направление 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии направленность (профиль) Большие данные и распределенная цифровая платформа</b>
Квалификация	<b>Бакалавр</b>
Год начала подготовки	<b>2023</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Общая трудоемкость	<b>3 з.е.</b>

Виды контроля по семестрам:  
экзамен 6

Семестр(Курс.Номер семестра на курсе)	<b>6(3.2)</b>		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД
Лекции	44	44	44	44
Итого ауд.	44	44	44	44
Контактная работа	46	46	46	46
Сам. работа	60	60	60	60
Часы на контроль	2	2	2	2
Практическая подготовка	0	0	0	0
Семинары	0	0	0	0
Консультации	2	2	2	2
Итого трудоемкость в часах	110	110	110	110

Программу составил(и):

*к.ф.-м.н., доцент, Губар Елена Алексеевна*

Рабочая программа дисциплины

**Методы оптимизации и исследование операций**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (приказ Минобрнауки России от 23.08.2017 г. № 808)

составлена на основании учебного плана:

Направление 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии  
направленность (профиль) Большие данные и распределенная цифровая платформа  
утвержденного Учёным советом вуза от 29.09.2022 протокол № 11.

РПД утверждена Учёным советом университета  
протокол от 29.9.2022 г. № 11

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью учебной дисциплины является изучение магистрами основных математических моделей, связанных с принятием решений на основе оптимизационных методов исследования операций. Рассматриваются методы оптимизации в статических и динамических моделях. Изучаются пакеты программ, позволяющие исследовать при помощи компьютера, ситуации, описываемые математическими моделями принятия решений. В рамках курса приводятся примеры задач линейного, целочисленного и динамического программирования.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.О
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
1.	Математическая статистика	
2.	Наука о данных	
3.	Учебная практика (проектно-технологическая)	
4.	Алгоритмы и структуры данных	
5.	Вариационное исчисление и методы оптимизации	
6.	Дифференциальные уравнения	
7.	Математический анализ: элементы функционального анализа	
8.	Теория вероятности и математическая статистика	
9.	Технологии искусственного интеллекта	
10.	Численные методы	
11.	Математический анализ: функции многих переменных и ряды Фурье	
12.	Теория функций комплексной переменной	
13.	Алгебра	
14.	Геометрия	
15.	Дискретная математика	
16.	Математический анализ II	
17.	Основы алгоритмов	
18.	Архитектура вычислительных систем	
19.	Математический анализ I	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
1.	Информационный поиск	
2.	Нейросетевые технологии	
3.	Философия (онлайн-курс)	
4.	Вариационные задачи обработки изображений	
5.	Основы менеджмента	
6.	Право интеллектуальной собственности в цифровую эпоху (онлайн-курс)	
7.	Производственная практика (научно-исследовательская работа) (на английском языке)	

### 3. СООТНЕСЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) С ИНДИКАТОРАМИ ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

#### 3.1 Компетенции обучающегося и индикаторы их достижения:

ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности

ОПК-1.1	Применяет фундаментальные знания в области математических наук теоретические основы исследования операций и постановки основных задач;
ОПК-1.2	Умеет осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические объекты
ОПК-1.3	Имеет практический опыт работы с решением стандартных математических задач и применяет его в профессиональной деятельности

ПК-18: Способен к моделированию сложных нелинейных систем различной природы с отображением результатов на современные вычислительные комплексы

ПК-18.1	Понимает современный математический аппарат
---------	---

	знает теоретические основы исследования операций и постановки основных задач;
ПК-18.2	Выполняет задачи по моделированию сложных нелинейных систем различной природы с отображением результатов на современные вычислительные комплексы
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	
УК-1.1	Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие
	умеет проводить исследования в области исследования операций и получать новые научные результаты, использовать углубленные знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов, проводить семинарские и практические занятия со студентами, а также лекционные занятия специальных курсов по профилю подготовки, проверять адекватность модели;
УК-1.2	Определяет информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	знает теоретические основы исследования операций и постановки основных задач;
УК-1.3	Осуществляет по различным запросам поиск информации, необходимой для решения поставленной задачи
	умеет использовать углубленные знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов
УК-1.4	Оценивает достоинства, недостатки и последствия вариантов решения поставленных задач
	имеет навыки достаточно полным представлением об исторических предпосылках математического моделирования и уметь использовать информацию в современных исследованиях.
УК-1.5	Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения, решения и оценки
	умеет проводить семинарские и практические занятия со студентами, а также лекционные занятия специальных курсов по профилю подготовки, проверять адекватность модели;

### 3.2 Результаты обучения по дисциплине:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

	<b>Знать:</b>
3.1	теоретические основы исследования операций и постановки основных задач;
	<b>Уметь:</b>
У.1	проводить исследования в области исследования операций и получать новые научные результаты, использовать углубленные знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов, проводить семинарские и практические занятия со студентами, а также лекционные занятия специальных курсов по профилю подготовки, проверять адекватность модели;
	<b>Владеть:</b>
В.1	достаточно полным представлением об исторических предпосылках математического моделирования и уметь использовать информацию в современных исследованиях.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература	Содержание
	<b>Консультации</b>				
1.1	Все разделы курса /Конс/	6	2	Л1.1 Л1.2Л2.1	Все разделы курса
	<b>Раздел 1. Линейное программирование</b>				

2.1	<p>1. Введение в теорию линейного программирования.</p> <p>2. Симплекс-метод.</p> <p>3. Анализ на чувствительность линейных моделей.</p> <p>4. Параметрическое программирование.</p> <p>5. Элементы целевого программирования.</p> <p>6. Решение задач линейного программирования с использованием программных пакетов.</p> <p>/Ср/</p>	6	16	Л1.1 Л1.2Л2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Постановка задачи линейного программирования, формализация задачи. Примеры.</li> <li>• Стандартная задача линейного программирования.</li> <li>• Экономическая интерпретация.</li> <li>• Двойственность в линейном программировании</li> <li>• Симплексный метод решения задачи линейного программирования. Интерпретация.</li> <li>• Нахождение базисного решения. Симплексная таблица.</li> <li>• Алгоритм прямого симплекс-метода. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Двухфазовый симплекс-метод.</li> <li>• Двойственный симплекс-метод.</li> </ul> </li> <li>• Обзор и изучение основных функций в пакетах Excel, LINGO, Maple.</li> <li>• Решение оптимизационных задач средствами Excel.</li> <li>• Решение оптимизационных задач средствами Maple.</li> </ul>
2.2	<p>1. Введение в теорию линейного программирования.</p> <p>2. Симплекс-метод.</p> <p>3. Анализ на чувствительность линейных моделей.</p> <p>4. Параметрическое программирование.</p> <p>5. Элементы целевого программирования.</p> <p>6. Решение задач линейного программирования с использованием программных пакетов.</p> <p>/Лек/</p>	6	11	Л1.1 Л1.2Л2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Постановка задачи линейного программирования, формализация задачи. Примеры.</li> <li>• Стандартная задача линейного программирования.</li> <li>• Экономическая интерпретация.</li> <li>• Двойственность в линейном программировании</li> <li>• Симплексный метод решения задачи линейного программирования. Интерпретация.</li> <li>• Нахождение базисного решения. Симплексная таблица.</li> <li>• Алгоритм прямого симплекс-метода. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Двухфазовый симплекс-метод.</li> <li>• Двойственный симплекс-метод.</li> </ul> </li> <li>• Обзор и изучение основных функций в пакетах Excel, LINGO, Maple.</li> <li>• Решение оптимизационных задач средствами Excel.</li> <li>• Решение оптимизационных задач средствами Maple.</li> </ul>
	<b>Раздел 2. Целочисленное программирование</b>				
3.1	<p>Сети.</p> <p>2. Транспортная задача.</p> <p>/Ср/</p>	6	16	Л1.1 Л1.2Л2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Потоки в сетях.</li> <li>• Теорема о максимальном потоке.</li> <li>• Алгоритм нахождения максимального потока и минимального сечения в сети.</li> <li>• Формулировка транспортной задачи. Способы задания транспортной задачи. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Разрешимость. Условие баланса.</li> </ul> </li> <li>• Нахождение начального опорного плана. Алгоритм метода потенциалов. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Задача о перевозках.</li> </ul> </li> <li>• Расширения транспортной задачи.</li> </ul>

3.2	1. Сети. 2. Транспортная задача.  /Лек/	6	11	Л1.1 Л1.2Л2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Поток в сетях.</li> <li>• Теорема о максимальном потоке.</li> <li>• Алгоритм нахождения максимального потока и минимального сечения в сети.</li> <li>• Формулировка транспортной задачи.</li> <li>Способы задания транспортной задачи. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Разрешимость. Условие баланса.</li> </ul> </li> <li>• Нахождение начального опорного плана. <ul style="list-style-type: none"> <li>Алгоритм метода потенциалов. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Задача о перевозках.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Расширения транспортной задачи.</li> </ul>
<b>Раздел 3. Динамическое программирование</b>					
4.1	Динамическое программирование /Лек/	6	11	Л1.1 Л1.2Л2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Динамическое программирование. Примеры решения задач. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Уравнения Беллмана для общей и дискретной задачи.</li> </ul> </li> <li>• Формулировка принципа оптимальности. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Задача о быстродействии на графе.</li> </ul> </li> <li>• Итеративный метод решения уравнения Беллмана. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Решение задач динамического программирования при помощи пакета LINGO</li> </ul> </li> </ul>
4.2	Динамическое программирование /Ср/	6	14	Л1.1 Л1.2Л2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Динамическое программирование. Примеры решения задач. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Уравнения Беллмана для общей и дискретной задачи.</li> </ul> </li> <li>• Формулировка принципа оптимальности. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Задача о быстродействии на графе.</li> </ul> </li> <li>• Итеративный метод решения уравнения Беллмана. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Решение задач динамического программирования при помощи пакета LINGO</li> </ul> </li> </ul>
<b>Раздел 4. Нелинейное программирование</b>					
5.1	1. Введение в нелинейное программирование 2. Портфель ценных бумаг /Лек/	6	11	Л1.1 Л1.2Л2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Постановка задачи нелинейного программирования. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Примеры задач нелинейного программирования. Свойства оптимальных решений.</li> </ul> </li> <li>• Теорема Куна-Таккера (необходимость).</li> <li>• Условия Куна-Таккера для ограничений типа равенств и смешанных ограничений. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Оптимальный портфель ценных бумаг.</li> <li>• Портфель из двух типов ценных бумаг. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Оптимизация Марковица.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Применение пакетов Excel, LINGO, Maple для решения задачи об оптимальном портфеле ценных бумаг.</li> </ul>

5.2	1. Введение в нелинейное программирование 2. Портфель ценных бумаг /Ср/	6	14	Л1.1 Л1.2Л2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Постановка задачи нелинейного программирования.</li> <li>• Примеры задач нелинейного программирования. Свойства оптимальных решений.</li> <li>• Теорема Куна-Таккера (необходимость).</li> <li>• Условия Куна-Таккера для ограничений типа равенств и смешанных ограничений.</li> <li>• Оптимальный портфель ценных бумаг.</li> <li>• Портфель из двух типов ценных бумаг. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Оптимизация Марковица.</li> </ul> </li> <li>• Применение пакетов Excel, LINGO, Maple для решения задачи об оптимальном портфеле ценных бумаг.</li> </ul>
-----	--	---	----	---------------	---

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### 5.1. Типовые задания для проведения текущего контроля

Рекомендуемый перечень вопросов для экзамена по всем модулям учебной дисциплины:

1. Общая задача линейного программирования. Допустимые и оптимальные решения. Прямая и двойственная задачи. Свойства допустимых решений.
2. Теорема двойственности для задачи линейного программирования.
3. Алгоритмы симплекс-метода.
4. Параметрическое программирование.
5. Анализ на чувствительность.
6. Целевое программирование.
7. Потoki в сетях. Понятия и свойства.
8. Теорема о максимальном потоке и минимальном сечении.
9. Транспортная задача. Теорема двойственности для транспортной задачи.
10. Модификации транспортной задачи.
11. Задача о перевозках.
12. Теорема о простых назначениях.
13. Теорема об оптимальных назначениях.
14. Метод ветвей и границ. Схема метода. Алгоритм решения для задачи коммивояжера.
15. Простейшая постановка задачи маршрутизации. Модель VRP, CVRP.
16. Метод Кларка-Райта для построения допустимого решения задачи CVRP.
17. Задача нелинейного программирования. Возможные направления. Свойства.
18. Условия оптимальности. Необходимость.
19. Достаточность условий оптимальности.
20. Оптимальный портфель ценных бумаг.

Примеры заданий для контрольных работ и письменной формы зачета:

#### Задание 1

Для изготовления трех видов продукции P1, P2 и P3 используют четыре вида ресурсов S1, S2, S3 и S4. Запасы ресурсов, количество каждого ресурса, затрачиваемое на изготовление единицы продукции, прибыль, получаемая от единицы продукции, приведены в таблице.

Вид ресурса	Запас ресурса		Число единиц ресурса, затрачиваемых на изготовление единицы продукции		
	P1	P2	P3		
S1	B1	A11	A12	A13	
S2	B2	A21	A22	A23	
S3	B3	A31	A32	A33	
S4	B4	A41	A42	A43	
Прибыль, получаемая от единицы продукции			C1	C2	C3

Требуется:

- a) составить такой план производства продукции, при котором прибыль от ее реализации будет максимальной;
- b) провести анализ на чувствительность оптимального решения к определенным изменениям исходной модели, используя оптимальную симплекс-таблицу. Для этого:

- 1) Построить математическую модель, с подробным описанием переменных, ограничений и целевой функции.
- 2) Привести задачу к стандартному виду.
- 3) Определить начальный допустимый план.
- 4) Заполнить начальную симплекс-таблицу.

- 5) Найти оптимальный план производства симплекс-методом. (Допускается использование ПЭВМ). Решение оформить в виде симплекс-таблиц.
- 6) По оптимальной симплекс-таблице определить: ограничено ли пространство допустимых решений; единственно ли оптимальное решение задачи; есть ли у задачи вырожденные решения. Все ответы объяснить и обосновать.

#### Задание 2.

Для задачи, полученной в первом задании построить двойственную. Дать экономическую интерпретацию двойственной задачи. Решить двойственную задачу. Используя соотношения двойственности, получить оптимальное решение прямой задачи.

#### Задание 3.

Построить полное дерево ветвления (без отсечений) для задачи

, где множество  $D$  задано условиями

.

#### Задание 4.

Найти поток максимальной мощности минимальной стоимости в сети, изображенной на рисунке, где первое число рядом с каждым ребром равно пропускной способности, а второе – стоимости.

#### Задание 5.

На железнодорожную станцию прибыло 8 контейнеров, которые необходимо развезти по 5 складам. Емкость  $i$ -го склада –  $v_i$  контейнеров, затраты на транспортировку одного контейнера на этот склад –  $g_i$ , а стоимость хранения  $x$  контейнеров –  $c_i(x)$ . Требуется развезти все прибывшие контейнеры по складам, чтобы суммарные затраты на транспортировку и хранение были минимальны. Исходные данные задачи приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1.

Таблица 2.

### 5.2. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации

Рекомендуемый перечень вопросов для экзамена по всем модулям учебной дисциплины:

1. Общая задача линейного программирования. Допустимые и оптимальные решения. Прямая и двойственная задачи. Свойства допустимых решений.
2. Теорема двойственности для задачи линейного программирования.
3. Алгоритмы симплекс-метода.
4. Параметрическое программирование.
5. Анализ на чувствительность.
6. Целевое программирование.
7. Потoki в сетях. Понятия и свойства.
8. Теорема о максимальном потоке и минимальном сечении.
9. Транспортная задача. Теорема двойственности для транспортной задачи.
10. Модификации транспортной задачи.
11. Задача о перевозках.
12. Теорема о простых назначениях.
13. Теорема об оптимальных назначениях.
14. Метод ветвей и границ. Схема метода. Алгоритм решения для задачи коммивояжера.
15. Простейшая постановка задачи маршрутизации. Модель VRP, CVRP.
16. Метод Кларка-Райта для построения допустимого решения задачи CVRP.
17. Задача нелинейного программирования. Возможные направления. Свойства.
18. Условия оптимальности. Необходимость.
19. Достаточность условий оптимальности.
20. Оптимальный портфель ценных бумаг.

Примеры заданий для контрольных работ и письменной формы зачета:

#### Задание 1

Для изготовления трех видов продукции P1, P2 и P3 используют четыре вида ресурсов S1, S2, S3 и S4. Запасы ресурсов, количество каждого ресурса, затрачиваемое на изготовление единицы продукции, прибыль, получаемая от единицы продукции, приведены в таблице.

Вид ресурса	Запас ресурса		Число единиц ресурса, затрачиваемых на изготовление единицы продукции
	P1	P2	
S1	B1	A11	A12
			A13



S2	B2	A21	A22	A23			
S3	B3	A31	A32	A33			
S4	B4	A41	A42	A43			
Прибыль, получаемая от единицы продукции					C1	C2	C3

Требуется:

a) составить такой план производства продукции, при котором прибыль от ее реализации будет максимальной;  
 b) провести анализ на чувствительность оптимального решения к определенным изменениям исходной модели, используя оптимальную симплекс-таблицу. Для этого:

- 1) Построить математическую модель, с подробным описанием переменных, ограничений и целевой функции.
- 2) Привести задачу к стандартному виду.
- 3) Определить начальный допустимый план.
- 4) Заполнить начальную симплекс-таблицу.
- 5) Найти оптимальный план производства симплекс-методом. (Допускается использование ПЭВМ). Решение оформить в виде симплекс-таблиц.
- 6) По оптимальной симплекс-таблице определить: ограничено ли пространство допустимых решений; единственно ли оптимальное решение задачи; есть ли у задачи вырожденные решения. Все ответы объяснить и обосновать.

Задание 2.

Для задачи, полученной в первом задании построить двойственную. Дать экономическую интерпретацию двойственной задачи. Решить двойственную задачу. Используя соотношения двойственности, получить оптимальное решение прямой задачи.

Задание 3.

Построить полное дерево ветвления (без отсечений) для задачи

, где множество  $D$  задано условиями

.

Задание 4.

Найти поток максимальной мощности минимальной стоимости в сети, изображенной на рисунке, где первое число рядом с каждым ребром равно пропускной способности, а второе – стоимости.

Задание 5.

На железнодорожную станцию прибыло 8 контейнеров, которые необходимо развезти по 5 складам. Емкость  $i$ -го склада –  $v_i$  контейнеров, затраты на транспортировку одного контейнера на этот склад –  $g_i$ , а стоимость хранения  $x$  контейнеров –  $c_i(x)$ . Требуется развезти все прибывшие контейнеры по складам, чтобы суммарные затраты на транспортировку и хранение были минимальны. Исходные данные задачи приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1.

Таблица 2.

### 5.3. Перечень видов оценочных средств

экзамен, устно, традиционная форма

### 5.4. Процедура применения оценочных материалов

Оценка «отлично» («А» по системе ECTS) ставится, если обучающийся владеет знаниями предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы билета, подчеркивает при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное; устанавливать причинно-следственные связи; четко формулировать ответы, свободно решает предложенные задачи повышенной сложности (не менее двух), хорошо знаком с основной литературой в объеме, необходимом для практической деятельности, способен без подготовки или после небольших затрат времени ответить на дополнительные вопросы, итоговый процент выполнения аттестационных заданий составил 90-100%.

Оценка «хорошо» («В» по системе ECTS) ставится, если обучающийся владеет знаниями дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы билета; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах; умеет решать легкие и средней тяжести задачи (не менее двух), итоговый процент выполнения аттестационных заданий составил 80-89%.

Оценка «хорошо» («С» по системе ECTS) ставится, если обучающийся уверенно владеет материалом, но при ответе упускает отдельные существенные моменты; владеет знаниями дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); неуверенно себя чувствует при ответах на

дополнительные вопросы, умеет решать легкие и средней тяжести задачи (не менее двух), итоговый процент выполнения аттестационных заданий составил 70-79%.

Оценка «удовлетворительно» («D» по системе ECTS) ставится, если обучающийся ориентируется в поставленных вопросах, может сформулировать основные моменты, но теряется при ответах на дополнительные вопросы, Студент способен решать лишь легкие задачи (не менее одной), владеет обязательным минимумом методов исследований, итоговый процент выполнения аттестационных заданий составил 60-69%.

Оценка «удовлетворительно» («E» по системе ECTS) ставится, если обучающийся владеет основным объемом знаний по дисциплине; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов допускаются ошибки по существу вопросов. Студент способен решать лишь наиболее легкие задачи (не менее одной), владеет только обязательным минимумом методов исследований, итоговый процент выполнения аттестационных заданий составил 50-59%.

Если обучающийся неспособен дать ответ на поставленные вопросы, ему выставляется оценка «неудовлетворительно» («F» по системе ECTS), итоговый процент выполнения аттестационных заданий составил менее 50 %.

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Оценка ECTS	Оценка СПбГУ
A	отлично
B	хорошо
C	
D	удовлетворительно
E	
F	неудовлетворительно

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год (кол-во экземпляров для печатных изданий)	Ссылка на электронное издание
Л1.1	Родионова О. В., Лазарева М. Н., Пихтилькова О. А., Устьян А. Е.	Арифметические основы обработки информации: учебное пособие	Тула : ТППО, 2017 (10 шт.)	
Л1.2	Родионова О. В., Ситникова Л. Д., Исаева Н. М., Демченская Л. Г., Шмелев А. Н., Манохин Е. В., Привалов А. Н.	Алгоритмические основы обработки информации: учебно-методический комплекс	Тула : ТППО, 2018 (4 шт.)	

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год (кол-во экземпляров для печатных изданий)	Ссылка на электронное издание
Л2.1	Цветкова А.В.	Информатика и информационные технологии: учебное пособие	Саратов : Научная книга, 2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/87074.html">http://www.iprbookshop.ru/87074.html</a>

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ
Э2	Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ
Э3	Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ
Э4	Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ

### 6.3. Информационные технологии

#### 6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

1.	Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian. Лицензия №48497058 от 13.05.2011 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 г.
2.	Операционная система Microsoft Windows XP Professional Russian. Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.
3.	Операционная система Microsoft Windows 10 Professional Russian. Контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 г.

4.	Программное обеспечение Microsoft Office Enterprise 2007 Russian. Лицензия №46138962 от 16.11.2009
5.	Программное обеспечение Microsoft Office 2013 Professional. Контракт № 405535 от 2 ноября 2015 года, контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г.
6.	Программа для распознавания текста ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition. Лицензионный сертификат - код позиции AF90-3U1V25-102, ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition Volume License Concurrent от 28 июля 2009 г.
7.	Электронный словарь ABBYY Lingvo X3 Европейская версия - Код позиции AL14-2U1V05-102, ABBYY Lingvo x3 Европейская версия. Именная лицензия Concurrent от 28 июля 2009 г.
8.	Комплексная система антивирусной защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – стандартный Russian Edition. 500-999 Node 2 year Educational Renewal License. Лицензия № 13С8-190514-084943-783-1256 от 15.05.2019
9.	Файловый архиватор 7z. Свободно распространяемое ПО
10.	Браузеры Google Chrome, Mozilla, Opera. Свободно распространяемое ПО
11.	Текстовый редактор NotePad++. Свободно распространяемое ПО
12.	Инструмент для очистки и оптимизации операционных систем Microsoft Windows С Cleaner. Свободно распространяемое ПО

### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

1.	Национальная энциклопедическая служба ( <a href="https://vocabulary.ru">https://vocabulary.ru</a> )
2.	Библиотека федерального портала «Российское образование» ( <a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a> )
3.	Базы данных издательства Springer ( <a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a> )
4.	Полнотекстовый архив ведущих западных научных журналов на российской платформе Национального электронно-информационного консорциума (НЭИКОН)( <a href="http://neicon.ru">http://neicon.ru</a> )
5.	Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования ( <a href="http://fgosvo.ru">http://fgosvo.ru</a> )
6.	Официальный интернет-портал базы данных правовой информации ( <a href="http://pravo.gov.ru">http://pravo.gov.ru</a> )
7.	Компьютерная информационно-правовая система «Гарант»

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Ауд.	Назначение	Оборудование и технические средства обучения	Вид
2-15	Компьютерный класс	компьютеры, рулонный экран, стол преподавателя, столы компьютерные, переносной проектор	
2-16	Компьютерный класс	интерактивная доска, компьютеры, маркерная доска, принтер, сканер, стол преподавателя, столы учебные	
4-303	Помещение для самостоятельной работы	аудиоколонки, кондиционер, маркерная доска, столы компьютерные, столы учебные, компьютерная техника с возможностью подключения сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета	
4-305	Компьютерный класс	аудиоколонки для проектора и интерактивной доски, аудиоколонки учебные, интерактивная доска, компьютеры, кондиционер, маркерная доска, проектор, столы компьютерные, столы учебные	
4-306	Компьютерный класс	аудиоколонки для проектора и интерактивной доски, интерактивная доска, компьютеры, кондиционер, маркерная доска, проектор, столы компьютерные, столы учебные	
4-307	Компьютерный класс	аудиоколонки, компьютеры, кондиционер, маркерная доска, столы компьютерные, столы учебные, телевизор	
4-318	Компьютерный класс	компьютеры, маркерная доска, серверная стойка лаборатории МТС, стол преподавателя, столы компьютерные, столы учебный большой	

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

Самостоятельная работа студентов включает в себя изучение материалов занятий, учебников, учебных пособий и иных материалов, выполнение упражнений, включенных в домашнее задание.

Время и место самостоятельной работы (аудитории университета, библиотеки) выбираются студентами по своему усмотрению с учетом рекомендаций преподавателя.

Самостоятельную работу над дисциплиной следует начинать с изучения учебно-методического комплекса, который содержит основные требования к знаниям, умениям, навыкам. Необходимо также учитывать рекомендации преподавателя, данные в ходе занятий или консультаций, затем приступить к изучению отдельных разделов и тем.

Студентам рекомендуется:

- использовать указанную литературу, учебные пособия, разработанные преподавателями профильных кафедр, и информационные источники сети Интернет для более прочного усвоения учебного материала, изложенного на лекциях, а также для изучения материала, запланированного для самостоятельной работы;
- выполнять задания для самостоятельной работы по основным темам курса, предложенные преподавателем;
- выполнять индивидуальные задания по основным темам курса, предложенные преподавателем;
- при подготовке к зачету уделить особое внимание освоению основных понятий (терминологии) учебной

дисциплины, их взаимосвязи, кругу рассмотренных задач, а также методов и алгоритмов их решения. Задания, вынесенные на самостоятельную работу, проверяются преподавателем в течение семестра. Оценки за самостоятельную работу учитываются при приеме зачета.