

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гриб Владислав Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 18.06.2024 09:14:57  
Уникальный программный ключ:  
637517d24e103c3db032acf37e06498ed1c5112f5ab00c39cbfc17f17385447



**Образовательное частное учреждение высшего образования**  
**«МОСКОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А.С. ГРИБОЕДОВА»**  
(ИМПЭ им. А.С. Грибоедова)

**Институт международной экономики, лидерства и менеджмента**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор института  
международной экономики,  
лидерства и менеджмента  
\_\_\_\_\_ А.А. Панарин  
«07» июня 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**АЛГОРИТМЫ АНАЛИЗА ГРАФОВ**

**Направление подготовки 09.03.03 Прикладная информатика**  
**(уровень бакалавриат)**

**Направленность (профиль):**  
**«Анализ данных»**

**Форма обучения: очная**

**Москва**

Рабочая программа дисциплины «Алгоритм анализа графов». Направление подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, направленность (профиль): «Анализ данных» / **А.А. Шестемиров** – М.: ИМПЭ им. А.С. Грибоедова. – 20 с.

Рабочая программа дисциплины составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «19» сентября 2017 № 922 (с изменениями и дополнениями) и Профессиональным стандартом «Программист», Утверждённым приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 20 июля 2022 № 424н (регистрационный номер 4).

Разработчики:

**К.э.н. А.А. Шестемиров**

Ответственный рецензент:

Назарова Н.А., к.э.н., доцент, заместитель руководителя департамента налогов и налогового администрирования Финансового университета при Правительстве Российской Федерации

*(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание, должность)*

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инновационного менеджмента и предпринимательства 07.06.2024г., протокол №10

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /к.э.н. А.А. Шестемиров/

(подпись)

Согласовано от Библиотеки \_\_\_\_\_ /О.Е. Степкина/

(подпись)

## РАЗДЕЛ 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является изучение методов математического описания разнообразных объектов, связанных графами, ознакомление с результатами анализа данных структурных свойств этих объектов, а также с алгоритмическими построениями, достигнутыми в этой области к настоящему времени.

Задачи, решаемые в ходе освоения программы дисциплины:

- сформировать навыки владения важнейшими дискретными структурами – графами;
- сформировать умения владения прикладными аспектами математической концепции графов, основными методами и алгоритмами анализа графов и сетей;
- привить навыки практического использования методов и алгоритмов анализа графов.

## РАЗДЕЛ 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код компетенции	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции (для планирования результатов обучения по элементам образовательной программы и соответствующих оценочных средств)
ПК-2	Способен осуществлять оценку времени и трудоёмкости реализации требований к компьютерному программному обеспечению	<b>ИПК-2.1 Знать:</b> Возможности современных и перспективных средств разработки программных продуктов и технических средств <b>ИПК-2.2 Уметь:</b> Выявлять взаимосвязи и документировать требования к компьютерному программному обеспечению <b>ИПК-2.3 Владеть:</b> Методами осуществления оценки времени и трудоемкости реализации требований к компьютерному программному обеспечению

## РАЗДЕЛ 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Алгоритмы анализа графов» изучается в третьем семестре, относится к Б1.В. Части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений, Блока Б.1 «Дисциплины (модули)».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е.

## Раздел 4. Объем (трудоемкость) дисциплины (общая, по видам учебной работы, видам промежуточной аттестации)

### Трудоемкость дисциплины и виды учебной нагрузки на очной форме обучения

Семестр 3										
з.е.	Итого	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинары	Курсовое проектирование	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация
3	108	20		40				48		зачет

## Тематический план дисциплины

### Очная форма обучения

Разделы / Темы	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинары	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация	Всего часов
<b>Семестр 3</b>								
Определение графов, основные понятия теории графов. Виды графов.	<b>2</b>		<b>4</b>		<b>4</b>			<b>10</b>
Матрицы смежности инцидентности графа. Числовые характеристики графов.	<b>2</b>		<b>4</b>		<b>4</b>			<b>10</b>
Маршруты, циклы, связность. Свойства связных графов, Эйлеровы и гамильтоновы графы.	<b>2</b>		<b>4</b>		<b>4</b>			<b>10</b>
Ориентированные графы и деревья. Сети.	<b>2</b>		<b>4</b>		<b>4</b>			<b>10</b>
Нахождения экстремальных путей в сети: алгоритм Дейкстры и его прикладные аспекты.	<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>			<b>9</b>
Построение остова графа	<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>			<b>9</b>

(сети): алгоритмы Краскала и Прима. Задача об остове экстремального веса.								
Потоки в сетях, задача о максимальном потоке и минимальном разрезе. Теорема Форда - Фалкерсона.	<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>			<b>9</b>
Элементы сетевого планирования: критические пути, работы, резервы.	<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>			<b>9</b>
Построение остовного дерева (леса): алгоритмы Краскала и Прима. Задача об экстремального веса.	<b>1</b>		<b>3</b>		<b>4</b>			<b>8</b>
Алгоритмы обхода и поиска в графе: поиск в глубину и в ширину.	<b>1</b>		<b>3</b>		<b>4</b>			<b>8</b>
Поиск расстояния между всеми парами вершин. Алгоритм Уоршалла - Флойда.	<b>1</b>		<b>3</b>		<b>4</b>			<b>8</b>
Графы и задачи линейного программирования	<b>1</b>		<b>3</b>		<b>4</b>			<b>8</b>

ния и компьютерные технологии их решения.								
Текущий контроль								
Зачет								
Итого за семестр	<b>20</b>		<b>40</b>		<b>48</b>			<b>108</b>

### СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Содержание темы
<b>1</b>	Тема 1.1 Определение графов, основные понятия теории графов. Виды графов.	Изучаемые вопросы: 1. Определение графов. 2. Основные понятия теории графов. 3. Виды графов. Вопросы для самостоятельного изучения: Способы задания графов
<b>2</b>	Тема 1.2 Матрицы смежности инцидентности графа. Числовые характеристики графов.	Изучаемые вопросы: 1. Матрицы смежности инцидентности графа. 2. Числовые характеристики графов. Вопросы для самостоятельного изучения: Матрица Кирхгофа.
<b>3</b>	Тема 1.3. Маршруты, циклы, связность. Свойства связных графов, Эйлеровы и гамильтоновы графы.	Изучаемые вопросы: 1. Маршруты, циклы, связность. 2. Свойства связных графов 3. Эйлеровы и гамильтоновы графы. Вопросы для самостоятельного изучения: 1. Маршруты, циклы, связность. 2. Эйлеровы и гамильтоновы графы
<b>4</b>	Тема 1.4. Ориентированные графы и деревья. Сети.	Изучаемые вопросы: 1. Ориентированные графы и деревья. 2. Сети. Вопросы для самостоятельного изучения: Сети.
<b>5</b>	Тема 2.1 Нахождения экстремальных путей в сети: алгоритм Дейкстры и его прикладные аспекты.	Изучаемые вопросы: 1. Нахождения экстремальных путей в сети: алгоритм Дейкстры и его прикладные аспекты. 2. Нахождение экстремальных путей в сети с отрицательными весами: Алгоритм Беллмана - Мура. Вопросы для самостоятельного изучения: Компьютерные технологии реализации алгоритма Дейкстры.
<b>6</b>	Тема 2.2 Построение остовного дерева графа (сети): алгоритмы Краскала и Прима. Задача об остове экстремального веса.	Изучаемые вопросы: 1. Построение остовного дерева графа (сети): алгоритмы Краскала и Прима. 2. Задача об остове экстремального веса. Вопросы для самостоятельного изучения: Компьютерные технологии реализации алгоритма Краскала.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Содержание темы
7	Тема 2.3 Потоки в сетях, задача о максимальном потоке и минимальном разрезе. Теорема Форда - Фалкерсона.	Изучаемые вопросы: 1. Потоки в сетях, задача о максимальном потоке и минимальном разрезе. 2. Теорема Форда - Фалкерсона. Вопросы для самостоятельного изучения: Компьютерные технологии реализации алгоритма Форда - Фалкерсона.
8	Тема 2.4 Элементы сетевого планирования: критические пути, работы, резервы.	Изучаемые вопросы: Элементы сетевого планирования: критические пути, работы, резервы. Вопросы для самостоятельного изучения: Элементы сетевого планирования: критические пути, работы, резервы.
9	Тема 3.1 Построение остовного дерева (леса): алгоритмы Краскала и Прима. Задача об экстремального веса.	Изучаемые вопросы: 1. Построение остовного дерева (леса): алгоритмы Краскала и Прима. 2. Задача об экстремального веса. Вопросы для самостоятельного изучения: Построение остовного дерева (леса): алгоритмы Краскала и Прима. Задача об экстремального веса.
10	Тема 4.1 Алгоритмы обхода и поиска в графе: поиск в глубину и в ширину.	Изучаемые вопросы: Алгоритмы обхода и поиска в графе: поиск в глубину и в ширину. Вопросы для самостоятельного изучения: Эйлеровы циклы в графах.
11	Тема 4.2 Поиск расстояния между всеми парами вершин. Алгоритм Уоршалла - Флойда.	Изучаемые вопросы: Поиск расстояния между всеми парами вершин. Алгоритм Уоршалла - Флойда. Вопросы для самостоятельного изучения: Поиск расстояния между всеми парами вершин. Алгоритм Уоршалла - Флойда.
12	Тема 5.1 Графы и задачи линейного программирования и компьютерные технологии их решения.	Изучаемые вопросы: Графы и задачи линейного программирования и компьютерные технологии их решения. Вопросы для самостоятельного изучения: Поиск расстояния между всеми парами вершин. Алгоритм Уоршалла - Флойда.

### Занятия семинарского типа (Практические занятия)

Общие рекомендации по подготовке к практическим занятиям. При подготовке к работе во время проведения занятий практического типа следует обратить внимание на следующие моменты: на процесс предварительной подготовки, на работу во время занятия, обработку полученных результатов, исправление полученных замечаний. Предварительная подготовка к учебному занятию практического типа заключается в изучении теоретического материала в отведенное для самостоятельной работы время, ознакомление с инструктивными материалами с целью осознания задач занятия. Работа во время проведения занятия практического типа включает несколько моментов: а) консультирование обучающихся преподавателями с целью предоставления исчерпывающей информации, необходимой для самостоятельного выполнения предложен-

ных преподавателем задач, б) самостоятельное выполнение заданий согласно обозначенной учебной программой тематики.

**Практическое занятие 1.** Определение графов, основные понятия теории графов. Виды графов. (2 ч).

**Практическое занятие 2.** Способы задания графов. Матрицы смежности и инцидентности графа. Матрица Кирхгофа. Числовые характеристики графа. (2 ч).

**Практическое занятие 3.** Маршруты, циклы, связность. Свойства связных графов. (2 ч).

**Практическое занятие 4.** Эйлеровы и гамильтоновы графы. Ориентированные графы и деревья. Сети. (2 ч).

**Практическое занятие 5.** Нахождение экстремальных путей в сети: Алгоритмы Дейкстры и его прикладные аспекты. (2 ч).

**Практическое занятие 6.** Компьютерные технологии реализации алгоритма Дейкстры. (2 ч).

**Практическое занятие 7.** Нахождение экстремальных путей в сети с отрицательными весами: Алгоритм Беллмана-Мура. (2 ч).

**Практическое занятие 8.** Поток в сетях, задача о максимальном потоке и минимальном резерве. (2 ч).

**Практическое занятие 9.** Теорема Форда - Фалкерсона. (2 ч).

**Практическое занятие 10.** Компьютерные технологии реализации алгоритма Форда - Фалкерсона. (2 ч).

**Практическое занятие 11.** Элементы сетевого планирования: критические пути, работы, резервы. (2 ч).

**Практическое занятие 12.** Построение остовного дерева графа (сети): алгоритм Краскала и Прима. (2ч).

**Практическое занятие 13.** Алгоритмы обхода и поиск в графе: поиск в глубину и в ширину. (2ч).

**Практическое занятие 14.** Эйлеровы циклы в графах. (2ч).

**Практическое занятие 15.** Поиск расстояния между всеми парами вершин. (2ч).

**Практическое занятие 16.** Алгоритм Уоршалла - Флойда. (2ч).

## **Раздел 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Наряду с чтением лекций и проведением семинарских занятий неотъемлемым элементом учебного процесса является *самостоятельная работа*. При самостоятельной работе достигается конкретное усвоение учебного материала, развиваются теоретические способности, столь важные для успешной подготовки и защиты выпускной работы бакалавра. Формы самостоятельной работы обучаемых могут быть разнообразными. Самостоятельная работа включает: изучение литературы, веб-ресурсов, оценку, обсуждение и рецензирование публикуемых статей; ответы



на контрольные вопросы; решение задач; самотестирование. Выполнение всех видов самостоятельной работы увязывается с изучением конкретных тем.

### Самостоятельная работа

Наименование разделов/тем	Виды занятий для самостоятельной работы
<p><b>Раздел №1 «Введение в теорию графов и систем»</b>  Тема 1.1 Определение графов, основные понятия теории графов. Виды графов.  Тема 1.2 Матрицы смежности инцидентности графа. Числовые характеристики графов.  Тема 1.3 Маршруты, циклы, связность. Свойства связных графов, Эйлеровы и гамильтоновы графы.  Тема 1.4 Ориентированные графы и деревья. Сети.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции;</li> <li>- выполнение устных упражнений;</li> <li>- выполнение письменных упражнений и практических работ;</li> <li>- выполнение творческих работ;</li> <li>- участие в проведении научных экспериментов, исследований;</li> <li>- выполнение лабораторных работ;</li> <li>- работа в помещениях, оснащенных специальным лабораторным и иным оборудованием, компьютерами и иным оборудованием</li> </ul>
<p><b>Раздел №2 «Прикладные задачи и алгоритмы анализа графов и сетей, задачи оптимизации на графах и сетях. ИТ-технологии анализа графов и сетей»</b>  Тема 2.1 Нахождения экстремальных путей в сети: алгоритм Дейкстры и его прикладные аспекты.  Тема 2.2 Построение остовного дерева графа (сети): алгоритмы Краскала и Прима. Задача об остове экстремального веса.  Тема 2.3 Поток в сетях, задача о максимальном потоке и минимальном разрезе. Теорема Форда - Фалкерсона.  Тема 2.4 Элементы сетевого планирования: критические пути, работы, резервы.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции;</li> <li>- выполнение устных упражнений;</li> <li>- выполнение письменных упражнений и практических работ;</li> <li>- выполнение творческих работ;</li> <li>- участие в проведении научных экспериментов, исследований;</li> <li>- выполнение лабораторных работ;</li> <li>- работа в помещениях, оснащенных специальным лабораторным и иным оборудованием, компьютерами и иным оборудованием</li> </ul>
<p><b>Раздел №3 «Покрытия графов»</b>  Тема 3.1 Построение остовного дерева (леса): алгоритмы Краскала и Прима. Задача об экстремального веса.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции;</li> <li>- выполнение устных упражнений;</li> <li>- выполнение письменных упражнений и практических работ;</li> <li>- выполнение творческих работ;</li> <li>- участие в проведении научных экспериментов, исследований;</li> <li>- выполнение лабораторных работ;</li> <li>- работа в помещениях, оснащенных специальным лабораторным и иным оборудованием, компьютерами и иным оборудованием</li> </ul>
<p><b>Раздел №4 «Методы систематического обхода вершин графа»</b>  Тема 4.1 Алгоритмы обхода и поиска в графе: поиск</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или</li> </ul>

Наименование разделов/тем	Виды занятий для самостоятельной работы
<p>в глубину и в ширину. Тема 4.2 Поиск расстояния между всеми парами вершин. Алгоритм Уоршалла - Флойда.</p>	<p>по конспекту лекции; - выполнение устных упражнений; - выполнение письменных упражнений и практических работ; - выполнение творческих работ; - участие в проведении научных экспериментов, исследований; - выполнение лабораторных работ; - работа в помещениях, оснащенных специальным лабораторным и иным оборудованием, компьютерами и иным оборудованием</p>
<p><b>Раздел №5 «Графы и задачи линейного программирования и компьютерные технологии их решения»</b> Тема 5.1 Графы и задачи линейного программирования и компьютерные технологии их решения.</p>	<p>- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции; - выполнение устных упражнений; - выполнение письменных упражнений и практических работ; - выполнение творческих работ; - участие в проведении научных экспериментов, исследований; - выполнение лабораторных работ; - работа в помещениях, оснащенных специальным лабораторным и иным оборудованием, компьютерами и иным оборудованием</p>

### Примерные задания для самостоятельной работы

1. Дан набор городов, между некоторыми осуществляются авиарейсы с известной стоимостью билета. Для двух данных городов найти такой маршрут, чтобы суммарная стоимость перелетов была минимальной.
2. Дан набор населенных пунктов, связанных дорогами. Построить такую сеть, чтобы все города были связаны, но суммарная длина сети была минимальной.

## Раздел 6. Оценочные и методические материалы по образовательной программе (фонд оценочных средств) для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

### 6.1. Форма промежуточной аттестации обучающегося по учебной дисциплине

В процессе освоения учебной дисциплины для оценивания сформированности требуемых компетенций используются оценочные материалы (фонды оценочных средств), представленные в таблице

Индикаторы компетенций в соответствии с основной образовательной программой	Типовые вопросы и задания	Примеры тестовых заданий
<p>ПК-2 Способен осуществлять оценку времени и трудоёмкости реализации требований к компьютерному программному обеспечению</p>		

ИПК-2.1	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ИПК-2.2	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ИПК-2.3	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины

## 6.2. Типовые вопросы и задания

### Перечень вопросов

1. История возникновения и развития теории графов: задача о кенигсбергских мостах, головоломка Гамильтона, задача о раскраски карт. Работы Кэли и Кирхгофа.
2. Основные понятия и определения теории графов: понятие графа, вершины, ребра, дуги, ориентированные и неориентированные графы, простой граф, петли, кратные ребра, виды графов, подграфы и дополнения, операции над графами. Примеры.
3. Понятие графа. Способы задания графов. Примеры.
4. Цепи, пути, циклы. Связность, компоненты связности. Примеры.
5. Обход в глубину: рекурсивная и нерекурсивная реализация. Пример.
6. Обход в ширину, реализация, пример.
7. Понятие дерева, теорема о характеристизации деревьев. Примеры.
8. Покрывающее дерево, алгоритм построения. Примеры.
9. Планарные графы, плоские графы. Планарность деревьев.
10. Формула Эйлера, следствия. Критерий Понтрягина-Куратовского.
11. Понятие эйлерового пути, эйлерового цикла, эйлерового графа. Необходимые и достаточные условия существования. Примеры.
12. Понятие гамильтонова пути, гамильтонового цикла, гамильтонового графа. Достаточное условие гамильтоновости графа. Примеры.
13. Постановка задачи поиска кратчайших путей. Алгоритм Форда-Беллмана. Примеры.
14. Постановка задачи поиска кратчайших путей. Алгоритм Дейкстры. Примеры.
15. Кратчайшие пути между всеми парами вершин. Алгоритм Флойда. Пример.
16. Понятие сети. Задача о построение максимального потока. Алгоритм Форда-Фолкерсона. Пример.
17. Применение графов для задач программирования, графы как модели программ, процессов, информационных структур.
18. СМО с очередью

## 6.3 Примерные тестовые задания

Полный банк тестовых заданий для проведения компьютерного тестирования находятся в электронной информационной образовательной среде и включает более 60 заданий из которых в случайном порядке формируется тест, состоящий из 20 заданий.

Компетенции	Типовые вопросы и задания
ПК-2	<p>Какой граф называется неполным?</p> <p>а) Граф, в котором не построены все возможные рёбра.  б) Граф, в котором построены все возможные рёбра, кроме одного.  в) Граф, в котором построены только чётное количество рёбер.</p> <p>Какой граф называется нулевым?</p> <p>а) Граф, заданный двумя вершинами, не соединёнными между собой ребром.</p>

	б) Граф, заданный двумя вершинами, соединёнными между собой ребром. в) Граф, заданный двумя вершинами, не соединёнными между собой рёбрами.  Что называют степенью вершины графа? а) Количество рёбер, которые выходят из этой вершины. б) Количество рёбер графа. в) Количество рёбер, которые входят и выходят из этой вершины.
--	---

## 6.4. Оценочные шкалы

### 6.4.1. Оценивание текущего контроля

Целью проведения текущего контроля является достижение уровня результатов обучения в соответствии с индикаторами компетенций.

Текущий контроль может представлять собой письменные индивидуальные задания состоящие из 5/3 вопросов или в форме тестовых заданий по изученным темам до проведения промежуточной аттестации. Рекомендованный планируемый период проведения текущего контроля за 6/3 недели до промежуточной аттестации.

#### Шкала оценивания при тестировании

Оценка	Критерии выставления оценки
Зачтено	Количество верных ответов в интервале: 71-100%
Не зачтено	Количество верных ответов в интервале: 0-70%

#### Шкала оценивания при письменной работе

Оценка	Критерии выставления оценки
Зачтено	Обучающийся должен: <ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрировать общее знание изучаемого материала;</li> <li>- показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины;</li> <li>- уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li> <li>- знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.</li> </ul>
Не зачтено	Обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> <li>- незнание значительной части программного материала;</li> <li>- не владение понятийным аппаратом дисциплины;</li> <li>- существенные ошибки при изложении учебного материала;</li> <li>- неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li> <li>- неумение делать выводы по излагаемому материалу</li> </ul>

### 6.4.2. Оценивание самостоятельной письменной работы (контрольной работы, эссе)

При оценке учитывается:

1. Правильность оформления
2. Уровень сформированности компетенций.
3. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
4. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
5. Логика, структура и грамотность изложения письменной работы.
6. Полнота изложения материала (раскрытие всех вопросов)
7. Использование необходимых источников.
8. Умение связать теорию с практикой.

9. Умение делать обобщения, выводы.

### Шкала оценивания контрольной работы и эссе

Оценка	Критерии выставления оценки
Зачтено	Обучающийся должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Не зачтено	Обучающийся демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу

### 6.4.3. Оценивание ответов на вопросы и выполнения заданий промежуточной аттестации

При оценке знаний учитывается уровень сформированности компетенций:

1. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
2. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
3. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
4. Умение связать теорию с практикой.
5. Умение делать обобщения, выводы.

### Шкала оценивания на экзамене, зачете с оценкой

Оценка	Критерии выставления оценки
Отлично	Обучающийся должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
Хорошо	Обучающийся должен: - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; - достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Удовлетворительно	Обучающийся должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.

Неудовлетворительно	Обучающийся демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.
---------------------	--

#### Шкала оценивания на зачете

Оценка	Критерии выставления оценки
«Зачтено»	Обучающийся должен: уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; продемонстрировать прочное, достаточно полное усвоение знаний программного материала; продемонстрировать знание основных теоретических понятий; правильно формулировать определения; последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
«Не зачтено»	Обучающийся демонстрирует: незнание значительной части программного материала; не владение понятийным аппаратом дисциплины; существенные ошибки при изложении учебного материала; неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумение делать выводы по излагаемому материалу.

#### 6.4.4. Тестирование

##### Шкала оценивания

Оценка	Критерии выставления оценки
Отлично	Количество верных ответов в интервале: 71-100%
Хорошо	Количество верных ответов в интервале: 56-70%
Удовлетворительно	Количество верных ответов в интервале: 41-55%
Неудовлетворительно	Количество верных ответов в интервале: 0-40%
Зачтено	Количество верных ответов в интервале: 41-100%
Не зачтено	Количество верных ответов в интервале: 0-40%

#### 6.5. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания сформированных компетенций в соответствии с ООП

Качество знаний характеризуется способностью обучающегося точно, структурированно и уместно воспроизводить информацию, полученную в процессе освоения дисциплины, в том виде, в котором она была изложена в учебном издании или преподавателем.

Умения, как правило, формируются на занятиях семинарского типа. Задания, направленные на оценку умений, в значительной степени требуют от обучающегося проявления стереотипности мышления, т.е. способности выполнить работу по образцам, с которыми он работал в процессе обучения. Преподаватель же оценивает своевременность и правильность выполнения задания.

Навыки можно трактовать как автоматизированные умения, развитые и закрепленные осознанным самостоятельным трудом. Навыки формируются при самостоятельном выполнении обучающимися практико-ориентированных заданий, моделирующих решение им производственных и социокультурных задач в соответствующей области профессиональной деятельности, как правило, при выполнении домашних заданий, курсовых проектов (работ), научно-исследовательских работ, прохождении практик, при работе индивидуально или в составе группы и т.д.

Устный опрос – это процедура, организованная как специальная беседа преподавателя с группой обучающихся (фронтальный опрос) или с отдельными обучающимися (индивидуальный опрос) с целью оценки сформированности у них основных понятий и усвоения учебного материала. Устный опрос может использоваться как вид контроля и метод оценивания формируемых компетенций (как и качества их формирования) в рамках самых разных форм контроля, таких как: собеседование, коллоквиум, зачет, экзамен по дисциплине. Устный опрос (УО) позволяет оценить знания и кругозор обучающегося, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки. УО обладает большими возможностями воспитательного воздействия преподавателя. Воспитательная функция УО имеет ряд важных аспектов: профессионально-этический и нравственный аспекты, дидактический (систематизация материала при ответе, лучшее запоминание материала при интеллектуальной концентрации), эмоциональный (радость от успешного прохождения собеседования) и др. Обучающая функция УО состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту или экзамену. УО обладает также мотивирующей функцией: правильно организованное собеседование, коллоквиум, зачёт и экзамен могут стимулировать учебную деятельность студента, его участие в научной работе.

Тесты являются простейшей формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом, современными информационными технологиями и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин. Тест может предоставлять возможность выбора из перечня ответов (один или несколько правильных ответов).

Семинарские занятия. Основное назначение семинарских занятий по дисциплине – обеспечить глубокое усвоение обучающимися материалов лекций, прививать навыки самостоятельной работы с литературой, воспитывать умение находить оптимальные решения в условиях изменяющихся отношений, формировать современное профессиональное мышление обучающихся. На семинарских занятиях преподаватель проверяет выполнение самостоятельных заданий и качество усвоения знаний, умений, определяет уровень сформированности компетенций.

Коллоквиум может служить формой не только проверки, но и повышения производительности труда студентов. На коллоквиумах обсуждаются отдельные части, разделы, темы, вопросы изучаемого курса, обычно не включаемые в тематику семинарских и других практических учебных занятий, а также рефераты, проекты и иные работы обучающихся.

Доклад, сообщение – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Контрольная работа – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Профессионально-ориентированное эссе – это средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной проблемы, самостоятельно проводить анализ этой проблемы с использованием аналитического инструментария соответствующей дисциплины, делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной профессионально-ориентированной проблеме.

Реферат – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Ситуационный анализ (кейс) – это комплексный анализ ситуации, имевший место в реальной практике профессиональной деятельности специалистов. Комплексный анализ включает в себя следующие составляющие: причинно-следственный анализ (установление причин, которые привели к возникновению данной ситуации, и следствий ее развертывания), системный анализ (определение сущностных предметно-содержательных характеристик, структуры ситуации, ее функций и др.), ценностно-мотивационный анализ (построение системы оценок ситуации, ее составляющих, выявление мотивов, установок, позиций действующих лиц); прогностический анализ (разработка перспектив развития событий по позитивному и негативному сценарию), рекомендательный анализ (выработка рекомендаций относительно поведения действующих лиц

ситуации), программно-целевой анализ (разработка программ деятельности для разрешения данной ситуации).

Творческое задание – это частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения интегрировать знания различных научных областей, аргументировать собственную точку зрения, доказывать правильность своей позиции. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.

Деловая и/или ролевая игра – совместная деятельность группы обучающихся и преподавателя под управлением преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач путем игрового моделирования реальной проблемной ситуации. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи.

«Круглый стол», дискуссия – интерактивные оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения. Занятие может проводить по традиционной (контактной) технологии, либо с использованием телекоммуникационных технологий.

Проект – конечный профессионально-ориентированный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.

## **Раздел 7. Методические указания для обучающихся по основанию дисциплины**

Освоение обучающимся учебной дисциплины предполагает изучение материалов дисциплины на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проходят в форме лекций, семинаров и практических занятий. Самостоятельная работа включает разнообразный комплекс видов и форм работы обучающихся.

Для успешного освоения учебной дисциплины и достижения поставленных целей необходимо внимательно ознакомиться с настоящей рабочей программы учебной дисциплины. Следует обратить внимание на список основной и дополнительной литературы, которая имеется в электронной библиотечной системе Университета. Эта информация необходима для самостоятельной работы обучающегося.

При подготовке к аудиторным занятиям необходимо помнить особенности каждой формы его проведения.

Подготовка к учебному занятию лекционного типа. С целью обеспечения успешного обучения обучающийся должен готовиться к лекции, поскольку она является важнейшей формой организации учебного процесса, поскольку: знакомит с новым учебным материалом; разъясняет учебные элементы, трудные для понимания; систематизирует учебный материал; ориентирует в учебном процессе.

С этой целью: внимательно прочитайте материал предыдущей лекции; ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям с темой прочитанной лекции; внесите дополнения к полученным ранее знаниям по теме лекции на полях лекционной тетради; запишите возможные вопросы, которые вы зададите лектору на лекции по материалу изученной лекции; постарайтесь уяснить место изучаемой темы в своей подготовке; узнайте тему предстоящей лекции (по тематическому плану, по информации лектора) и запишите информацию, которой вы владеете по данному вопросу

Предварительная подготовка к учебному занятию семинарского типа заключается в изучении теоретического материала в отведенное для самостоятельной работы время, ознакомление с инструктивными материалами с целью осознания задач занятия.

Самостоятельная работа. Для более углубленного изучения темы задания для самостоятельной работы рекомендуется выполнять параллельно с изучением данной темы. При выполнении заданий по возможности используйте наглядное представление материала.

Подготовка к зачету, экзамену. К зачету, экзамену необходимо готовиться целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине. Попытки



освоить учебную дисциплину в период зачетно-экзаменационной сессии, как правило, приносят не слишком удовлетворительные результаты. При подготовке к зачету обратите внимание на защиту практических заданий на основе теоретического материала. При подготовке к экзамену по теоретической части выделите в вопросе главное, существенное (понятия, признаки, классификации и пр.), приведите примеры, иллюстрирующие теоретические положения.

### **7.1. Методические рекомендации по написанию эссе**

Эссе (от французского *essai* – опыт, набросок) – жанр научно-публицистической литературы, сочетающей подчеркнуто-индивидуальную позицию автора по конкретной проблеме.

Главными особенностями, которые характеризуют эссе, являются следующие положения:

- собственная позиция обязательно должна быть аргументирована и подкреплена ссылками на источники, авторитетные точки зрения и базироваться на фундаментальной науке. Небольшой объем (4–6 страниц), с оформленным списком литературы и сносками на ее использование;
- стиль изложения – научно-исследовательский, требующий четкой, последовательной и логичной системы доказательств; может отличаться образностью, оригинальностью, афористичностью, свободным лексическим составом языка;
- исследование ограничивается четкой, лаконичной проблемой с выявлением противоречий и разрешением этих противоречий в данной работе.

### **7.2. Методические рекомендации по использованию кейсов**

Кейс-метод (Case study) – метод анализа реальной ситуации, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Кейс как метод оценки компетенций должен удовлетворять следующим требованиям:

- соответствовать четко поставленной цели создания;
- иметь междисциплинарный характер;
- иметь достаточный объем первичных и статистических данных;
- иметь соответствующий уровень сложности, иллюстрировать типичные ситуации, иметь актуальную проблему, позволяющую применить разнообразные методы анализа при поиске решения, иметь несколько решений.

Кейс-метод оказывает содействие развитию умения решать проблемы с учетом конкретных условий и при наличии фактической информации. Он развивает такие квалификационные характеристики, как способность к проведению анализа и диагностики проблем, умение четко формулировать и высказывать свою позицию, умение общаться, дискутировать, воспринимать и оценивать информацию, которая поступает в вербальной и невербальной форме.

### **7.3. Требования к компетентностно-ориентированным заданиям для демонстрации выполнения профессиональных задач**

Компетентностно-ориентированное задание – это всегда практическое задание, выполнение которого нацелено на демонстрацию доказательств наличия у обучающихся общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, знаний, умений, необходимых для будущей профессиональной деятельности.

Компетентностно-ориентированные задания бывают разных видов:

- направленные на подготовку конкретного практико-ориентированного продукта (анализ документов, текстов, критика, разработка схем и др.);
- аналитического и диагностического характера, направленные на анализ различных аспектов и проблем;
- связанные с выполнением основных профессиональных функций (выполнение конкретных действий в рамках вида профессиональной деятельности, например, формулирование целей миссии, и т. п.).

## РАЗДЕЛ 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### *Основная литература<sup>1</sup>*

1. Бурков, В. Н. Теория графов в управлении организационными системами : учебное пособие / В. Н. Бурков, А. Ю. Заложнев, Д. А. Новиков. — Москва : СИНТЕГ, 2001. — 124 с. — ISBN 5-89638-55-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprsmarthop.ru/8532.html>

2. Годунова, Е. К. Введение в теорию графов. Индивидуальные задания / Е. К. Годунова. — Москва : Прометей, 2012. — 44 с. — ISBN 978-5-4263-0104-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprsmarthop.ru/23979.html>

### *Дополнительная литература<sup>2</sup>*

3. Полякова, О. Р. Элементы теории графов и комбинаторики : учебное пособие / О. Р. Полякова. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 84 с. — ISBN 978-5-9227-0750-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprsmarthop.ru/74358.html>

4. Князьков, В. С. Введение в теорию графов : учебное пособие / В. С. Князьков, Т. В. Волченская. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 76 с. — ISBN 978-5-4497-0917-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprsmarthop.ru/102006.html>

*Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине: интернет-ресурсы, современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы*

#### **Интернет-ресурсы**

URL: <https://www.iprsmarthop.ru/> – электронно-библиотечная система Iprsmart.

#### **Информационно-справочные и поисковые системы**

Справочная правовая система «КонсультантПлюс»: <http://www.con-sultant.ru>

#### **Современные профессиональные базы данных**

URL:<http://www.edu.ru/> – библиотека федерального портала «Российское образование»

URL:<http://www.prlib.ru> – Президентская библиотека

URL:<http://www.rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека

URL:<http://elibrary.rsl.ru/> – сайт Российской государственной библиотеки (раздел «Электронная библиотека»)

URL:<http://elib.gnpbu.ru/> – сайт Научной педагогической электронной библиотеки им. К.Д. Ушинского

*Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства*

#### **Комплект лицензионного программного обеспечения**

Microsoft Open Value Subscription для решений Education Solutions № Tr000544893 от 21.10.2020 г. MDE Windows, Microsoft Office и Office Web Apps. (срок действия до 01.11.2023 г.)

Антивирусное программное обеспечение ESET NOD32 Antivirus Business Edition договор № ИС00-006348 от 14.10.2022 г. (срок действия до 13.10.2025 г.)

---

<sup>1</sup> Из ЭБС

<sup>2</sup> Из ЭБС

Программное обеспечение «Мираполис» система вебинаров - Лицензионный договор 244/09/16-к от 15.09.2016 (Спецификация к Лицензионному договору 244/09/16-к от 15.09.2016, от 11.05.2022 г.) (срок действия до 10.07.2023 г.)

Электронная информационно-образовательная среда «1С: Университет» договор от 10.09.2018 г. №ПРКТ-18281 (бессрочно)

Информационная система «ПервыйБит» сублицензионный договор от 06.11.2015 г. №009/061115/003 (бессрочно)

Система тестирования Indigo лицензионное соглашение (Договор) от 08.11.2018 г. №Д-54792 (бессрочно)

Информационно-поисковая система «Консультант Плюс» - договор об информационно поддержке от 26.12.2014, (бессрочно)

Электронно-библиотечная система IPRsmart лицензионный договор от 01.09.2021 г. №8234/21С (срок действия до 31.08.2024 г.)

Научная электронная библиотека eLIBRARY лицензионный договор SCIENC INDEX № SIO -3079/2022 от 12.01.2022 г. (срок действия до 27.01.2024 г.)

### **Свободно распространяемое программное обеспечение**

Комплект онлайн сервисов GNU ImageManipulationProgram, свободно распространяемо программное обеспечение

Веб-браузер, Google Chrome, свободное ПО, ежегодно обновляемое ПО.

Пакет офисных приложений, Office 2016, лицензионное соглашение - Договор №Tr000544893 от 21/10/2020 – 3 года

Пакет офисных приложений, OpenOffice, свободное ПО, ежегодно обновляемое ПО

Просмотр файлов в формате PDF, Adobe Reader, свободно распространяемое ПО, ежегодно обновляемое ПО

Просмотр файлов в формате DJV, WinDjView, свободное ПО, ежегодно обновляемое ПО

Файловый архиватор, 7 Zip, свободное ПО, ежегодно обновляемое ПО

Файловый менеджер, Far, свободно распространяемое ПО, ежегодно обновляемое ПО

Anaconda: дистрибутив языков программирования Python и R.

### **Программное обеспечение отечественного производства:**

Программное обеспечение «Мираполис» система вебинаров - Лицензионный договор 244/09/16-к от 15.09.2016 (Спецификация к Лицензионному договору 244/09/16-к от 15.09.2016, от 11.05.2022 г.) (срок действия до 10.07.2023 г.)

Электронная информационно-образовательная среда «1С: Университет» договор от 10.09.2018 г. №ПРКТ-18281 (бессрочно)

Информационная система «ПервыйБит» сублицензионный договор от 06.11.2015 г. №009/061115/003 (бессрочно)

Система тестирования Indigo лицензионное соглашение (Договор) от 08.11.2018 г. №Д-54792 (бессрочно)

Информационно-поисковая система «Консультант Плюс» - договор МИ-ВИП-79717-56/2022 от 23.12.2021 (срок действия до 31.12.2022 г.)

Информационно-поисковая система «Консультант Плюс» - договор об информационно поддержке от 26.12.2014, (бессрочно)

Электронно-библиотечная система IPRsmart лицензионный договор от 01.09.2021 г. №8234/21С (срок действия до 31.08.2024 г.)

Научная электронная библиотека eLIBRARY лицензионный договор SCIENC INDEX № SIO - 3079/2022 от 12.01.2022 г. (срок действия до 27.01.2024 г.)

## **РАЗДЕЛ 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивиду-	Оборудование: специализированная мебель (мебель аудиторная (9 столов, 9 стульев, доска аудиторная), стол преподавателя, стул препода-
---	---

альных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	вателя. <u>Технические средства обучения:</u> персональный компьютер преподавателя; 9 компьютеров, мультимедийное оборудование (проектор, экран).
Помещение для самостоятельной работы	Специализированная мебель (10 столов, 10 стульев), персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета