

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля)
СЕТЕВОЙ АНАЛИЗ И ОПТИМАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Направление и направленность (профиль)
01.03.04 Прикладная математика. Цифровая экономика

Год набора на ОПОП
2023

Форма обучения
очная

Владивосток 2025

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Сетевой анализ и оптимальное планирование» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика (утв. приказом Минобрнауки России от 10.01.2018г. №11) и Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утв. приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 г. N245).

Составитель(и):

Голодная Н.Ю., доцент, Кафедра математики и моделирования,
Natalya.Golodnaya@vvsu.ru

Утверждена на заседании кафедры математики и моделирования от 15.05.2025 ,
протокол № 9

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой (разработчика)

Галимзянова К.Н.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат	1599657997
Номер транзакции	0000000000E36E78
Владелец	Галимзянова К.Н.

1 Цель, планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Целью изучения дисциплины «Сетевой анализ и оптимальное планирование» является задача не только обучить студентов методам сетевого анализа, но и научить их применять данные методы для решения конкретных производственных задач.

Задача сетевого планирования состоит в том, чтобы графически, наглядно и системно отобразить, и оптимизировать последовательность и взаимозависимость работ, действий или мероприятий, обеспечивающих своевременное и планомерное достижение конечных целей.

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю), являются знания, умения, навыки. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины (модуля)

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине		
			Код результата	Формулировка результата	
01.03.04 «Прикладная математика» (Б-ПМ)	ПКВ-1 : Способен осуществлять планирование и организацию проектной деятельности любого масштаба в условиях высокой неопределенности, вызываемой запросами на изменения и рисками, и с учетом влияния организационного окружения проектов	ПКВ-1.2к : Осуществляет планирование в проектах любого уровня сложности	РД1	Знание	основных понятий и методов сетевого анализа
			РД2	Умение	применять методы сетевого анализа для решения конкретных производственных задач
			РД3	Навык	осуществления планирования в проектах любого уровня сложности

В процессе освоения дисциплины решаются задачи воспитания гармонично развитой, патриотичной и социально ответственной личности на основе традиционных российских духовно-нравственных и культурно-исторических ценностей, представленные в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Целевые ориентиры воспитания

Воспитательные задачи	Формирование ценностей	Целевые ориентиры
Формирование гражданской позиции и патриотизма		
Формирование чувства гордости за достижения России	Патриотизм Гражданственность	Трудолюбие Лидерство
Формирование духовно-нравственных ценностей		

Воспитание нравственности, милосердия и сострадания	Взаимопомощь и взаимоуважение	Умение работать в команде и взаимопомощь Коммуникабельность
Формирование научного мировоззрения и культуры мышления		
Развитие творческих способностей и умения решать нестандартные задачи	Взаимопомощь и взаимоуважение	Осознание ценности профессии Гибкость мышления Любознательность
Формирование коммуникативных навыков и культуры общения		
Воспитание культуры диалога и уважения к мнению других людей	Коллективизм Взаимопомощь и взаимоуважение	Доброжелательность и открытость Коммуникабельность

2 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Сетевой анализ и оптимальное планирование» относится к элективным дисциплинам (модулям) Группа Б учебного плана направления 01.03.04 «Прикладная математика» профиль Цифровая экономика.

3. Объем дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу, приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Общая трудоемкость дисциплины

Название ОПОП ВО	Форма обуче- ния	Часть УП	Семестр (ОФО) или курс (ЗФО, ОЗФО)	Трудо- емкость	Объем контактной работы (час)						СРС	Форма аттес- тации
				(З.Е.)	Всего	Аудиторная			Внеауди- торная			
						лек.	прак.	лаб.	ПА	КСР		
01.03.04 Прикладная математика	ОФО	Б1.ДВ.Б	4	4	73	36	36	0	1	0	71	Э

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Структура дисциплины (модуля) для ОФО

Тематический план, отражающий содержание дисциплины (перечень разделов и тем), структурированное по видам учебных занятий с указанием их объемов в соответствии с учебным планом, приведен в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Разделы дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы текущего контроля для ОФО

№	Название темы	Код результата обучения	Кол-во часов, отведенное на				Форма текущего контроля
			Лек	Практ	Лаб	СРС	

1	Некоторые сведения о графах и сетевых графиках. Параметры сети	РД1, РД2, РД3	4	4	0	8	контрольная работа №1, теоретический опрос
2	Критический путь	РД1, РД2, РД3	6	6	0	12	индивидуальное домашнее задание №1, теоретический опрос
3	Матричный метод решения задачи	РД1, РД2, РД3	2	2	0	3	контрольная работа №2, теоретический опрос
4	Пронумерованные и пронумерованные сети	РД1, РД2, РД3	2	2	0	4	контрольная работа №2, теоретический опрос
5	Подграфы. Циклы	РД1, РД2, РД3	4	4	0	8	контрольная работа №2, опрос
6	Задачи при постоянных и переменных интенсивностях	РД1, РД2, РД3	8	8	0	16	индивидуальное домашнее задание №2, теоретический опрос
7	Минимальная задержка выполнения проекта	РД1, РД2, РД3	2	2	0	4	контрольная работа №3
8	Различные постановки задачи оптимального распределения ресурсов при заданном времени	РД1, РД2, РД3	8	8	0	16	контрольная работа №4, теоретический опрос
Итого по таблице			36	36	0	71	

4.2 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля) для ОФО

Тема 1 Некоторые сведения о графах и сетевых графиках. Параметры сети.

Содержание темы: Определения графа, симметрического и антисимметрического графа, выходящих из вершины и входящих в вершину дуг, сети, длины дуги. Сетевой график: определения событий, начала и конца проекта пессимистического, оптимистического и наиболее вероятного времени выполнения работы. Правила составления сетевого графика; понятия фиктивной и простой работы. Нумерация событий; метод вычеркивания дуг. Основной алгоритм задачи нумерации, иллюстрация основного алгоритма на примере. Критическое время и критический путь: понятия длины работы, длины пути, минимального времени наступления события, критического времени проекта, критического пути. Алгоритм вычисления минимальных времен и критического времени, иллюстрация алгоритма на примере.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: стандартная, «Метод кооперативного обучения».

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к теоретическому опросу, подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе, подготовка к Итоговому тесту по дисциплине.

Тема 2 Критический путь.

Содержание темы: Формулировка и доказательство необходимого и достаточного условия того, чтобы данный путь был критическим; описание способа нахождения критического пути, основанного на данном критерии; понятие свободного резерва времени; иллюстрация описанного способа нахождения критического пути на примере. Максимальные времена наступления событий: понятие максимального времени наступления события, формула для нахождения максимального времени наступления события, описание алгоритма для нахождения максимального времени наступления события, иллюстрация алгоритма на примере. Условия принадлежности событий и работы критическому пути: формулировка и доказательство необходимого и достаточного условия принадлежности события критическому пути; формулировка и доказательство необходимого и достаточного условия принадлежности работы критическому пути; понятия критической и некритической работы. Резервы времени: понятия и смысл полного резерва времени и независимого резерва времени; условия совпадения полного резерва

времени со свободным; иллюстрация данных понятий на примере. Подкритические работы, коэффициенты напряженности: понятие подкритической работы; способ отыскания подкритической работы; отыскание среди докритических путей, проходящих через данную работу, только максимальные по длине; иллюстрация описанных приемов на примере конкретного – сетевого графика; введение нового параметра, характеризующего напряженность выполнения каждой работы, так называемого коэффициента напряженности работы; формула для отыскания коэффициента напряженности работы; нахождение коэффициента напряженности конкретной работы для конкретного сетевого графика.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: стандартная, «Метод кооперативного обучения».

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к практическим занятиям, подготовка к теоретическому опросу, выполнение ИДЗ, подготовка к Итоговому тесту по дисциплине.

Тема 3 Матричный метод решения задачи.

Содержание темы: Матричный метод реализации алгоритма вычислений минимального и максимального времени наступления события: описание матричного метода вычисления минимального и максимального времени наступления события; нахождение критического времени выполнения проекта и критического пути матричным методом; применение данного алгоритма к случаю пронумерованной сети, а также к случаю табличного задания условий задачи; иллюстрация работы данного алгоритма на примере пронумерованного сетевого графика.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: стандартная, «Метод кооперативного обучения».

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к теоретическому опросу, подготовка к практическому занятию, подготовка к контрольной работе, подготовка к Итоговому тесту по дисциплине.

Тема 4 Пронумерованные и пронумерованные сети.

Содержание темы: Вычисление минимального и максимального времени наступления события на графе в случае небольшого количества событий: вычисление минимального и максимального времени наступления события на графе для пронумерованной сети, а также для пронумерованной с помощью вычисления рангов вершин, метода вычеркивания дуг и применения алгоритма вычисления минимального и максимального времени наступления события на графе для пронумерованной сети; иллюстрация данного алгоритма на примере пронумерованного сетевого графика. Вычисление минимального и максимального времени наступления события по таблице в случае представления проекта списком работ: построение по списку работ расширенной таблицы; алгоритм пошагового заполнения дополнительных столбцов расширенной таблицы; получение ответа на последнем шаге заполнения дополнительных столбцов расширенной таблицы; иллюстрация описанного алгоритма на примере табличного задания комплекса работ.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: стандартная, «Метод кооперативного обучения».

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к теоретическому опросу, подготовка к практическому занятию, подготовка к контрольной работе, подготовка к Итоговому тесту по дисциплине.

Тема 5 Подграфики. Циклы.

Содержание темы: Понятия подграфика, входа и выхода подграфика, внутренних и внешних вершин подграфика, укрупненного сетевого графика данного сетевого графика по

подграфику; пример укрупненного сетевого графика некоторого сетевого графика по некоторому подграфику; утверждение о граничных вершинах, соединенных в подграфике некоторым путем; алгоритм определения новых дуг укрупненного сетевого графика; обоснование данного алгоритма; иллюстрация приведенного алгоритма на конкретном сетевом графике; утверждение о равенстве минимальных и максимальных времен наступления события, принадлежащего одновременно исходному графику и его укрупненному по некоторому подграфику графику. Выявление циклов: описание алгоритма, который при наличии циклов в сетевом графике, выявляет все события, входящие в цикл, а при отсутствии их вычисляет для каждого события минимальное время наступления этого события; иллюстрация данного алгоритма на конкретном сетевом графике; применение данного алгоритма к вычислению максимального времени наступления каждого события и критического пути; модификации данного алгоритма. .

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: стандартная, «Метод кооперативного обучения».

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к теоретическому опросу, подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе, подготовка к Итоговому тесту по дисциплине.

Тема 6 Задачи при постоянных и переменных интенсивностях.

Содержание темы: Задачи, заключающиеся в оптимальном распределении ресурсов по работам, т.е. в таком размещении работ, которое при заданных ограниченных ресурсах обеспечило бы выполнение проекта в минимальное время; понятие объема работ. Алгоритм приближенного решения рассматриваемой задачи для случая, когда работы проекта не допускают перерыва в их выполнении и когда работы допускают перерыв в своем выполнении; применение данного алгоритма к случаю, когда учитываются несколько видов ресурсов. Пример, иллюстрирующий применение алгоритма на примере сетевого графика с заданными интенсивностями выполнения соответствующих работ как для случая, когда работы проекта не допускают перерыва в их выполнении, так и для случая, когда работы допускают перерыв в своем выполнении. Алгоритм уплотнения ресурсов для случая, когда работы проекта не допускают перерыва в их выполнении и когда работы допускают перерыв в своем выполнении; иллюстрация данного алгоритма на примере проекта, изображенного на линейной диаграмме с заданными интенсивностями выполнения работ как для случая, когда работы проекта не допускают перерыва в их выполнении, так и для случая, когда работы допускают перерыв в своем выполнении. Решение задачи, если для каждой работы известен ее объем в ресурсо-единицах, кроме того, известно, что интенсивность выполнения этой работы ограничена сверху и задана функция наличия данного ресурса в каждый момент времени; требуется так распределить по работам имеющийся ресурс, чтобы проект был выполнен в минимальное время; понятия фронта работ, максимального фронта работ, резерва времени работы данного фронта в данный момент. Алгоритм решения данной задачи; иллюстрация данного алгоритма, примененного к задаче распределения ресурса на каждой работе, с учетом сетевого графика и ограниченности ее интенсивности, чтобы проект можно было выполнить в минимальное время, для некоторого сетевого графика с известными максимальными интенсивностями выполнения работ, объемами работ и величиной ежедневного наличия ресурса.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: стандартная, «Метод кооперативного обучения».

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к практическим занятиям, подготовка к теоретическому опросу, выполнение ИДЗ, подготовка к Итоговому тесту по дисциплине.

Тема 7 Минимальная задержка выполнения проекта.

Содержание темы: Понятия функции поставок, интегральных графиков потребности, ресурсно-допустимого времени окончания проекта; алгоритм отыскания минимального ресурсно-допустимого времени окончания проекта при заданных поставках ресурсов, т.е. отыскания минимальной задержки окончания выполнения проекта по сравнению с критическим временем; иллюстрация применения алгоритма для сетевого графика в предположении, что проект выполняется одним ресурсом, поставки заданы.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: стандартная.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к практическому занятию, подготовка к контрольной работе, подготовка к Итоговому тесту по дисциплине.

Тема 8 Различные постановки задачи оптимального распределения ресурсов при заданном времени.

Содержание темы: Понятия среднего квадратичного отклонения потребляемого в момент t ресурса $R(t)$ от его среднего ежедневного потребления, наибольшее по абсолютной величине отклонения потребляемого в момент t ресурса $R(t)$ от его среднего ежедневного потребления, наибольшее ежедневное потребление; различные определения оптимального плана в соответствии с введенными понятиями и соответствующие различные постановки задачи оптимального распределения ресурсов при заданном времени. Алгоритм решения задачи нахождения оптимального плана, в котором под оптимальным планом понимается план, выполненный за данное время и минимизирующий среднего квадратичного отклонения потребляемого в момент t ресурса $R(t)$ от его среднего ежедневного потребления; иллюстрация работы данного алгоритма при приближенном решении задачи оптимального потребления ресурсов при наличии нескольких их видов для сетевого графика при заданных интенсивностях и продолжительностях работ. Алгоритм решения задачи нахождения оптимального плана, в котором под оптимальным планом понимается план, выполненный за данное время и минимизирующий максимальное потребление ресурса; применение данного алгоритма для случая наличия нескольких видов ресурсов, а также для случая нескольких проектов; иллюстрация работы данного алгоритма на примере проекта, заданного сетевым графиком с двумя ресурсами.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: стандартная, «Метод кооперативного обучения».

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к теоретическому опросу, подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе, подготовка к Итоговому тесту по дисциплине.

5 Методические указания для обучающихся по изучению и реализации дисциплины (модуля)

5.1 Методические рекомендации обучающимся по изучению дисциплины и по обеспечению самостоятельной работы

Для обеспечения систематической и регулярной работы по изучению дисциплины и успешного прохождения текущих и промежуточных контрольных испытаний студенту рекомендуется придерживаться следующего порядка обучения:

- самостоятельно определить объем времени, необходимого для проработки каждой темы;
- регулярно изучать каждую тему дисциплины, используя различные формы индивидуальной работы;
- согласовывать с преподавателем виды работы по изучению дисциплины.

При выполнении индивидуальных домашних заданий необходимо использовать теоретический материал, делать ссылки на соответствующие теоремы, свойства, формулы и др. Решение ИДЗ выполняется подробно и содержит необходимые пояснительные ссылки.

Самостоятельность в учебной работе способствует развитию заинтересованности студента в изучаемом материале, вырабатывает у него умение и потребность самостоятельно получать знания, что весьма важно для специалиста с высшим образованием.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности.

Самостоятельная работа студента включает следующие виды, выполняемые в соответствии с ФГОС ВО и рабочим учебным планом:

- аудиторная самостоятельная работа студента под руководством и контролем преподавателя на лекции. При проведении практических занятий применяется «Метод кооперативного обучения»: студенты работают в малых группах (3 – 4 чел.) над индивидуальными заданиями, в процессе выполнения которых они могут совещаться друг к другу. Преподаватель, в свою очередь, наблюдает за работой малых групп, а также поочередно разъясняет новый учебный материал малым группам, которые закончили работать над индивидуальными заданиями по предыдущему материалу;

- внеаудиторная самостоятельная работа студента: изучение теоретического материала, подготовка к аудиторным занятиям (лекция, практическое занятие, коллоквиум, контрольная работа, тестирование, теоретический опрос), дополнительные занятия, текущие консультации по дисциплине.

Контроль успеваемости осуществляется в соответствии с рейтинговой системой оценки знаний студентов. Оценка по дисциплине определяется по 100-бальной шкале как сумма баллов, набранных студентом в результате работы в семестре: обязательными баллами оценивается посещение лекционных занятий, работа на практических (семинарских) занятиях, теоретический опрос, тест, выполнение контрольных работ, ИДЗ, предусмотренных учебным планом.

Распределение баллов доводится до студентов в начале семестра.

Учебным планом предусмотрены консультации, которые студент может посещать по желанию.

5.2 Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов (по заявлению обучающегося) предоставляется учебная информация в доступных формах с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания, консультации и др.

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю) созданы фонды оценочных средств. Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 1.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Кундышева, Е. С. Математические методы и модели в экономике : учебник / Е. С. Кундышева, Б. А. Сулаков. - 4-е изд., перераб. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2023. - 286 с. - ISBN 978-5-394-03138-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2083020> (Дата обращения -18.06.2025)
2. Методы оптимальных решений (Экономико-математические методы и моделирование) : учебное пособие / С. И. Макаров, М. В. Курганова, Е. Ю. Нуйкина [и др.] ; под ред. С. И. Макарова. — Москва : КноРус, 2022. — 298 с. — ISBN 978-5-406-09775-5. — URL: <https://book.ru/book/944117> (дата обращения: 18.06.2025). — Текст : электронный.
3. Плескунов, М. А. Прикладная математика. Задачи сетевого планирования : учебник для вузов / М. А. Плескунов ; под научной редакцией А. И. Короткого. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 93 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07645-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/564165> (дата обращения: 18.06.2025).

7.2 Дополнительная литература

1. Бухалков, М. И. Планирование на предприятии : учебник / М. И. Бухалков. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 411 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-003931-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1237097> (дата обращения: 01.03.2023). – Режим доступа: по подписке.
2. Михайлов, А. Ю. Организация строительства. Календарное и сетевое планирование : учебное пособие / А. Ю. Михайлов. - 2-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 300 с. - ISBN 978-5-9729-0495-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1167781> (Дата обращения -18.06.2025)

7.3 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы (при необходимости):

1. Научная электронная библиотека «eLIBRARY. RU» [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Образовательная платформа "ЮРАЙТ"
3. Электронно-библиотечная система "BOOK.ru"
4. Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM"
5. Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM" - Режим доступа: <https://znanium.com/>

6. Open Academic Journals Index (ОАИ). Профессиональная база данных - Режим доступа: <http://oaji.net/>

7. Президентская библиотека им. Б.Н.Ельцина (база данных различных профессиональных областей) - Режим доступа: <https://www.prlib.ru/>

8. Информационно-справочная система "Консультант Плюс" - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

Основное оборудование:

- Мультимедийная трибуна E-Station S
- Мультимедийный проектор №3 Casio XJ-M146
- Проектор № 1Epson EB-480

Программное обеспечение:

- □ Microsoft Windows XP Professional Russian

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ

Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля
и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

СЕТЕВОЙ АНАЛИЗ И ОПТИМАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Направление и направленность (профиль)
01.03.04 Прикладная математика. Цифровая экономика

Год набора на ОПОП
2023

Форма обучения
очная

Владивосток 2025

1 Перечень формируемых компетенций

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции
01.03.04 «Прикладная математика» (Б-ПМ)	ПКВ-1 : Способен осуществлять планирование и организацию проектной деятельности любого масштаба в условиях высокой неопределенности, вызываемой запросами на изменения и рисками, и с учетом влияния организационного окружения проектов	ПКВ-1.2к : Осуществляет планирование в проектах любого уровня сложности

Компетенция считается сформированной на данном этапе в случае, если полученные результаты обучения по дисциплине оценены положительно (диапазон критериев оценивания результатов обучения «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»). В случае отсутствия положительной оценки компетенция на данном этапе считается несформированной.

2 Показатели оценивания планируемых результатов обучения

Компетенция ПКВ-1 «Способен осуществлять планирование и организацию проектной деятельности любого масштаба в условиях высокой неопределенности, вызываемой запросами на изменения и рисками, и с учетом влияния организационного окружения проектов»

Таблица 2.1 – Критерии оценки индикаторов достижения компетенции

Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине			Критерии оценивания результатов обучения
	Код	Тип	Результат	
ПКВ-1.2к : Осуществляет планирование в проектах любого уровня сложности	РД 1	Знание	основных понятий и методов сетевого анализа	правильность ответа по содержанию задания, полнота и глубина ответа
	РД 2	Умение	применять методы сетевого анализа для решения конкретных производственных задач	умение решать стандартные задачи курса, основные типы которых разбираются на практических занятиях
	РД 3	Навык	осуществления планирования в проектах любого уровня сложности	владеет навыками выбора методов и правильного подхода к решению задачи

Таблица заполняется в соответствии с разделом 1 Рабочей программы дисциплины (модуля).

3 Перечень оценочных средств

Таблица 3 – Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Контролируемые планируемые результаты обучения	Контролируемые темы дисциплины	Наименование оценочного средства и представление его в ФОС
--	--------------------------------	--

			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Очная форма обучения				
РД1	Знание : основных понятий и методов сетевого анализа	1.1. Некоторые сведения о графах и сетевых графиках. Параметры сети	Опрос	Тест
		1.2. Критический путь	Опрос	Тест
		1.3. Матричный метод решения задачи	Опрос	Тест
		1.4. Пронумерованные и пронумерованные сети	Опрос	Тест
		1.5. Подграфы. Циклы	Опрос	Тест
		1.6. Задачи при постоянных и переменных интенсивностях	Опрос	Тест
		1.7. Минимальная задержка выполнения проекта	Опрос	Тест
		1.8. Различные постановки задачи оптимального распределения ресурсов при заданном времени	Опрос	Тест
РД2	Умение : применять методы сетевого анализа для решения конкретных производственных задач	1.1. Некоторые сведения о графах и сетевых графиках. Параметры сети	Индивидуальное домашнее задание	Тест
			Контрольная работа	Тест
		1.2. Критический путь	Индивидуальное домашнее задание	Тест
			Контрольная работа	Тест
		1.3. Матричный метод решения задачи	Индивидуальное домашнее задание	Тест
			Контрольная работа	Тест
		1.4. Пронумерованные и пронумерованные сети	Индивидуальное домашнее задание	Тест
			Контрольная работа	Тест
		1.5. Подграфы. Циклы	Индивидуальное домашнее задание	Тест
			Контрольная работа	Тест
		1.6. Задачи при постоянных и переменных интенсивностях	Индивидуальное домашнее задание	Тест
			Контрольная работа	Тест

		1.7. Минимальная задержка выполнения проекта	Индивидуальное домашнее задание	Тест
			Контрольная работа	Тест
		1.8. Различные постановки задачи оптимального распределения ресурсов при заданном времени	Индивидуальное домашнее задание	Тест
			Контрольная работа	Тест
РДЗ	Навык : осуществления планирования в проектах любого уровня сложности	1.1. Некоторые сведения о графах и сетевых графиках. Параметры сети	Индивидуальное домашнее задание	Тест
			Контрольная работа	Тест
		1.2. Критический путь	Индивидуальное домашнее задание	Тест
			Контрольная работа	Тест
		1.3. Матричный метод решения задачи	Индивидуальное домашнее задание	Тест
			Контрольная работа	Тест
		1.4. Пронумерованные и пронумерованные сети	Индивидуальное домашнее задание	Тест
			Контрольная работа	Тест
		1.5. Подграфики. Циклы	Индивидуальное домашнее задание	Тест
			Контрольная работа	Тест
		1.6. Задачи при постоянных и переменных интенсивностях	Индивидуальное домашнее задание	Тест
			Контрольная работа	Тест
		1.7. Минимальная задержка выполнения проекта	Индивидуальное домашнее задание	Тест
			Контрольная работа	Тест
		1.8. Различные постановки задачи оптимального распределения ресурсов при заданном времени	Индивидуальное домашнее задание	Тест
			Контрольная работа	Тест

4 Описание процедуры оценивания

Качество сформированности компетенций на данном этапе оценивается по результатам текущих и промежуточных аттестаций при помощи количественной оценки, выраженной в баллах. Максимальная сумма баллов по дисциплине (модулю) равна 100 баллам.

Вид учебной	Оценочное средство
-------------	--------------------

деятельность и	Теоретический опрос	Контрольные работы №1-4	ИДЗ №1-2	Работа у доски	Посещение занятий	Итоговый тест	Итого
Лекции	20				5		25
Практические задания		24		10	5		39
Самостоятельная работа			16				16
Промежуточная аттестация						20	20
Итого	20	24	16	10	10	20	100

Сумма баллов, набранных студентом по всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины, переводится в оценку в соответствии с таблицей.

Сумма баллов в по дисциплине	Оценка по промежуточной аттестации	Характеристика качества сформированности компетенции
от 91 до 100	«зачтено» / «отлично»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций, обладает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
от 76 до 90	«зачтено» / «хорошо»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
от 61 до 75	«зачтено» / «удовлетворительно»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков по некоторым дисциплинарным компетенциям, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
от 41 до 60	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	У студента не сформированы дисциплинарные компетенции, проявляется недостаточность знаний, умений, навыков.
от 0 до 40	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	Дисциплинарные компетенции не сформированы. Проявляется полное или практически полное отсутствие знаний, умений, навыков.

5 Примерные оценочные средства

5.1 Примерный перечень вопросов по темам

1. Что такое граф, симметрический и антисимметрический граф, выходящие из вершины и входящих в вершину дуги, сети, длина дуги.
2. Дать определения событий, начала и конца проекта.
3. Дать определения пессимистического, оптимистического и наиболее вероятного времени выполнения работы.
4. Каковы правила составления сетевого графика проекта?
5. Что такое фиктивная и простая работы?
6. В чем заключается метод вычеркивания дуг?
7. Описать алгоритм Форда нумерации событий.
8. Какие параметры сетевого графика Вы знаете?
9. Дать определения длины работы, длины пути, минимального времени наступления события.
10. Что такое критическое время и критический путь?
11. Сформулировать критерий критического пути.

12. Описать алгоритм нахождения минимальных времен и критического пути.
13. Дать формулировку необходимого и достаточного условия того, чтобы данный путь был критическим.
14. Описать способ нахождения критического пути, основанного на критерии критического пути.
15. Что такое полный, свободный и независимый резервы времени?
16. Какие максимальные времена наступления событий Вы знаете? Дайте их определения.
17. Привести формулу для нахождения максимального времени наступления события
18. Описать алгоритм для нахождения максимального времени наступления события, иллюстрация алгоритма на примере.
19. Сформулировать необходимое и достаточное условие принадлежности события критическому пути.
20. Сформулировать необходимое и достаточное условие принадлежности работы критическому пути.
21. Дать определения критической и некритической работы.
22. Что такое полный резерв времени и в чем его смысл?
23. Дать определение независимого резерва времени.
24. Сформулировать условия совпадения полного резерва времени со свободным.
25. Дать определение подкритических работ.
26. Как находятся подкритические работы?
27. Как отыскать среди докритических путей, проходящих через данную работу, только максимальные по длине?
28. Что характеризует коэффициент напряженности работы?
29. Привести формулу для нахождения коэффициента напряженности работы.
30. Как находить коэффициент напряженности конкретной работы для конкретного сетевого графика
31. В чем заключается матричный метод вычисления минимального и максимального времени появления события?
32. Как можно непосредственно на графе при небольшом количестве событий вычислить минимальное и максимальное время появления каждого события?
33. В каком случае вычисления минимального и максимального времени появления событий удобно вычислять с помощью таблицы? Как это делается?
34. Как можно найти критическое время выполнения проекта и критического пути матричным методом?
35. Как применить алгоритм нахождения критического времени выполнения проекта и критического пути матричным к случаю пронумерованной сети? К случаю табличного задания условий задачи?
36. В чем заключается алгоритм вычисления минимального и максимального времени наступления события на графе для пронумерованной сети, а также для пронумерованной в случае небольшого количества событий?
37. Как производится вычисление минимального и максимального времени наступления события по таблице в случае представления проекта списком работ?
38. Как по списку работ строится расширенная таблица?
39. Описать алгоритм пошагового заполнения дополнительных столбцов расширенной таблицы.
40. Дать определения подграфика, входа и выхода подграфика, внутренних и внешних вершин подграфика.
41. Что такое укрупнение сетевого графика по некоторому подграфику?
42. Привести пример укрупненного сетевого графика некоторого сетевого графика по некоторому подграфику.

43. Сформулировать утверждение о граничных вершинах, соединенных в подграфике некоторым путем.
44. Описать алгоритм определения новых дуг укрупненного сетевого графика.
45. Сформулировать утверждение о равенстве минимальных и максимальных времен наступления события, принадлежащего одновременно исходному графику.
46. Описать алгоритм, который при наличии циклов выявляет все события, входящие в цикл, а при отсутствии их вычисляет для каждого события минимальное время наступления этого события.
47. Как применяется алгоритм выявления циклов к вычислению максимального времени наступления каждого события и критического пути.
48. Какие модификации данного алгоритма вы знаете?
49. Сформулировать постановку задачи при постоянных интенсивностях.
50. Описать алгоритм, позволяющий находить приближенное решение задачи оптимального распределения ресурсов по работам при постоянных интенсивностях, когда работы проекта не допускают перерыва в их выполнении и когда работы допускают перерыв в своем выполнении.
51. Как применяется алгоритм нахождения приближенного решения задачи оптимального распределения ресурсов по работам при постоянных интенсивностях к случаю, когда учитываются несколько видов ресурсов.
52. Описать алгоритм уплотнения ресурсов для случая, когда работы проекта не допускают перерыва в их выполнении и когда работы допускают перерыв в своем выполнении.
53. Сформулировать постановку задачи при переменных интенсивностях.
54. Что такое фронт работ? Максимальный фронт работ?
55. Описать алгоритм, позволяющий находить приближенное решение задачи оптимального распределения ресурсов по работам при переменных интенсивностях.
56. Что такое минимальная задержка выполнения проекта?
57. В чем заключается понятие функции поставок?
58. Дать определение интегрального графика потребности.
59. Что такое ресурсно-допустимое время окончания проекта?
60. Описать алгоритм решения задачи отыскания минимального ресурсно-допустимого времени окончания проекта при заданных поставках ресурсов.
61. Что такое среднее квадратичное отклонение потребляемого в момент ресурса от его среднего ежедневного потребления?
62. Что такое наибольшее по абсолютной величине отклонение потребляемого в момент ресурса от его среднего ежедневного потребления?
63. Что такое наибольшее ежедневное потребление?
64. Дать несколько определений оптимального плана в соответствии с введенными понятиями и сформулировать соответствующие различные постановки задачи оптимального распределения ресурсов при заданном времени.
65. Описать алгоритм решения задачи нахождения оптимального плана, где под оптимальным планом понимается план, выполненный за данное время и минимизирующий среднего квадратичного отклонения потребляемого в момент t ресурса $R(t)$ от его среднего ежедневного потребления, т.е. алгоритм минимизации среднеквадратичного отклонения.
66. Как применяется алгоритм решения задачи нахождения оптимального плана, где под оптимальным планом понимается план, выполненный за данное время и минимизирующий среднего квадратичного отклонения потребляемого в момент t ресурса $R(t)$ от его среднего ежедневного потребления для случая наличия нескольких видов ресурсов?
67. Как применяется алгоритм решения задачи нахождения оптимального плана, где под оптимальным планом понимается план, выполненный за данное время и

минимизирующий среднего квадратичного отклонения потребляемого в момент t ресурса $R(t)$ от его среднего ежедневного потребления для случая нескольких проектов?

68. Описать алгоритм решения задачи нахождения оптимального плана, где под оптимальным планом понимается план, выполненный за данное время и минимизирующий максимальное потребление ресурса, т.е. алгоритм минимизации максимального потребления ресурса.

69. Как применяется алгоритм решения задачи нахождения оптимального плана, где под оптимальным планом понимается план, выполненный за данное время и минимизирующий максимальное потребление ресурса для случая наличия нескольких видов ресурсов?

70. Как применяется алгоритм решения задачи нахождения оптимального плана, где под оптимальным планом понимается план, выполненный за данное время и минимизирующий максимальное потребление ресурса для случая нескольких проектов

Краткие методические указания

Для лучшей подготовки к опросу, освоения материала и систематизации знаний по дисциплине необходимо разобрать материалы лекций по теме. Во время проработки лекционного материала особое внимание следует уделять возникшим вопросам, непонятным определениям, формулировкам, доказательствам.

Шкала оценки

Оценка	Баллы	Описание
5	20	ставится, если студент полностью освоил материал
4	16–19	ставится, если студент допускает 1-2 ошибки
3	13–15	ставится, если студент излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил, излагает материал непоследовательно и допускает ошибки
2	0–12	ставится, если студент обнаруживает незнание ответа на соответствующие вопросы, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал

5.2 Примеры заданий для выполнения контрольных работ

Контрольная работа №1

Построить сетевой график.

Работы	Каким работам предшествует
1	3,6
2	3,4
3	5
4	7,8,9
5	7,8
6	9,10
7	10
8	-
9	-
10	-

Контрольная работа №2

Построить сетевой график. Вычислить минимальные и максимальные времена наступления событий, критическое время выполнения проекта, найти критический путь.

Работы	Продолжительность работ
I,A	2
I,B	1
I,E	3
A,H	1
B,M	6
B,E	1
E,K	4
H,M	3
M,K	1
K,C	2

Контрольная работа №3

Построить сетевой график. Найти свободный, полный и независимый резервы времени.

Работы	Продолжительность работ
I,A	2
I,B	1
I,E	3
A,H	1
B,M	6
B,E	1
E,K	4
H,M	3
M,K	1
K,C	2

Контрольная работа №4

Построить сетевой график. Решить задачу оптимального распределения ресурсов по работам при постоянных интенсивностях. Наличие ресурса $R=12$. Работы не допускают перерыва в их выполнении.

Работы	Продолжительность работ	Интенсивности выполнения работ
I,A	2	3
I,B	1	4
I,E	3	5
A,H	1	3
B,M	6	5
B,E	1	6
E,K	4	7
H,M	3	5
M,K	1	4
K,C	2	5

Краткие методические указания

При подготовке к контрольной работе особое внимание необходимо обратить на практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов по соответствующей теме. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого теоретического материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в методах решения задач.

Шкала оценки

Для всех контрольных работ

Оценка	Баллы	Описание
5	24	Задания выполнены полностью и правильно
4	17-23	Задания выполнены полностью, с несущественными ошибками, но подход к решению, идея решения, метод правильны
3	13-16	Задания выполнены полностью, с существенными ошибками, но подход к решению, идея решения, метод правильны
2	0-12	Задания не выполнены или выполнены неправильно

5.3 Варианты индивидуальных домашних заданий

Индивидуальное домашнее задание №1

Построить сетевой график. Найти подкритические работы и коэффициенты напряженности ($\delta = 1$).

Работы	Продолжительность работ
I,A	2
I,B	1
I,E	3

A,H	1
B,M	6
B,E	1
E,K	4
H,M	3
M,K	1
K,C	2

Индивидуальное домашнее задание №2

Построить сетевой график. Решить задачу оптимального распределения ресурсов по работам при переменных интенсивностях. Наличие ресурса $R=12$.

Работы	Максимальные интенсивности выполнения работ	Продолжительность работ при заданных максимальных интенсивностях
I,A	3	2
I,B	4	1
I,E	5	3
A,H	3	1
B,M	5	6
B,E	6	1
E,K	7	4
H,M	5	3
M,K	4	1
K,C	5	2

Краткие методические указания

При выполнении индивидуальных домашних заданий необходимо использовать теоретический материал, делать ссылки на соответствующие теоремы, свойства, формулы и др. Решение ИДЗ выполняется подробно и содержит необходимые пояснительные ссылки.

Шкала оценки

Для всех индивидуальных домашних работ

Оценка	Баллы	Описание
5	16	Задания выполнены полностью и правильно, работа оформлена согласно требованиям, решение может содержать некоторые неточности и несущественные ошибки
4	11-15	Задания выполнены полностью, с несущественными ошибками, но подход к решению, идея решения, метод правильны, работа оформлена согласно требованиям
3	8-10	Задания выполнены полностью, с существенными ошибками, но подход к решению, идея решения, метод правильны, работа оформлена не по требованиям
2	0-7	Задания не выполнены или выполнены неправильно

5.4 Примеры тестовых заданий

Итоговый тест

1. В системе сетевого анализа и планирования используются:

- 1) экономико-математические модели
- 2) динамические модели
- 3) экономико-графические модели

2. На сетевых графиках сплошными стрелками обозначаются

- 1) действительные работы
- 2) фиктивные работы
- 3) ожидания

3. При расчете вероятностной оценки продолжительности работ используются:

- 1) две оценки ее продолжительности
- 2) наиболее вероятностные оценки
- 3) три оценки ее продолжительности

4. На сетевом графике может быть критических путей

- 1) несколько
- 2) один
- 3) ни одного

5. Значение полного резерва времени работы по отношению к частному резерву времени работы может быть

- 1) больше
- 2) меньше
- 3) равно

6. При оптимизации сетевых графиков по времени, снижение продолжительности критического пути достигается путем сокращения:

- 1) любых работ сетевого графика
- 2) только критических работ
- 3) критических и близким к ним по продолжительности работ

7. Значение раннего срока свершения события сетевого графика показывает:

- 1) от исходного события до данного события по любому направлению стрелок
- 2) от данного события до завершающего события
- 3) максимальной продолжительности от исходного до данного события

8. Не требуют затрат ресурсов

- 1) ожидания
- 2) фиктивные работы
- 3) действительные работы

9. Если из события сетевого графика не выходит ни одна стрелка, то это событие:

- 1) тупиковое
- 2) завершающее
- 3) конечное

10. Корректировка сетевого графика производится путем перехода:

- 1) всех работ на ранние сроки выполнения
- 2) всех работ на поздние сроки выполнения
- 3) некритических работ на поздние сроки выполнения

Краткие методические указания

Тест содержит задания с выбором одного или нескольких ответов.

При подготовке к промежуточной аттестации особое внимание следует уделить теоретическому материалу, примерам решения задач, методам решения задач. При необходимости следует обратиться к преподавателю.

Шкала оценки

Оценка	Баллы	Описание
5	20	Задание выполнено полностью и абсолютно правильно.
4	14–19	Задание выполнено полностью и правильно, но решение содержит некоторые неточности и несущественные ошибки.
3	11–13	Задание выполнено не полностью, с существенными ошибками, но подход к решению, идея решения, метод правильны.
2	0–10	Задание выполнено частично, имеет ошибки, осуществлена попытка решения на основе правильных методов и идей решения.