



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института

И. Ю. Мезин

«30» октября 2018 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математические модели экономического роста

Направление подготовки

01.03.02 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Направленность (профиль) программы

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*наименование направленности (профиля) подготовки (специализации)*

Уровень высшего образования - бакалавриат

Программа подготовки – прикладной бакалавриат

Форма обучения

Очная

Институт  
Кафедра  
Курс  
Семестр

Институт естествознания и стандартизации  
Прикладной математики и информатики  
3  
6

Магнитогорск  
2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом МОиН РФ от 12.03.2015 г. № 228.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Прикладной математики и информатики «9» октября 2018 г., протокол № 2.

Зав. кафедрой  / С. И. Кадченко /

Рабочая программа одобрена методической комиссией Института естественных и стандартизации «29» октября 2018 г., протокол № 2.

Председатель  / И. Ю. Мезгин /

Рабочая программа составлена: доцент кафедры Прикладной математики и информатики, канд. физ.-мат. наук, доцент

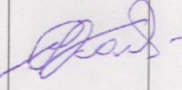

 / Л. В. Смирнова /

Рецензент:

доцент кафедры Уравнений математической физики ЮУрГУ, канд. физ.-мат. наук, доцент

 / Е. А. Закирова /  


**Лист регистрации изменений и дополнений**

№ п/п	Раздел программы	Краткое содержание изменения/дополнения	Дата, № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой
1	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	11.09.2019, протокол 1	
2	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	01.09.2020, протокол 1	

**1. Цели освоения дисциплины:** Подготовка студентов по курсу «Математические модели экономического роста» в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика». Данный курс направлен на формирование способности понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат.

**2. Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки магистра**

Дисциплина курсу «Математические модели экономического роста» входит в раздел Б 1.В. ДВ. 07 дисциплин по выбору образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания и умения, сформированные в результате изучения функционального анализа, комплексного анализа, дискретной математики, численных методов.

Знания и умения, полученные при изучении данной дисциплины, будут необходимы при написании выпускной квалификационной работы и при выполнении научно-исследовательской работы.

**3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины «Математические модели экономического роста» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ПК – 2 Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат</b>	
<b>Знать</b>	различные виды математических моделей экономического роста, их свойства, особенности.
<b>Уметь</b>	правильно выбирать математическую модель и решать задачи, возникающие в прикладных вопросах, связанных экономическими вопросами.
<b>Владеть</b>	методами решения типовых задач с использованием математических моделей экономического роста

**4. Структура и содержание дисциплины для очной формы обучения**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 единиц ЗЕТ часов: 216

- контактная работа – 101,5 акад. часов:
  - аудиторная – 96 акад. часов;
  - внеаудиторная – 5,5 часа;
- самостоятельная работа – 78,8 акад. часов.

Раздел/ тема Дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная ра- бота (в акад. ча- сах)			Самостоятель- ная работа (в акад. часах)	Вид самостоя- тельной рабо- ты	Формы текущего и промежуточного контроля успеваемо- сти	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. Занятия	практич. занятия				
1. Задачи линейного программирования и методы их реше- ния.	6	8/4	4		10	Подготовка к выполнению лабораторных работ	Устный опрос	ПК - 2
2. Транспортная зада- ча. Методы нахож- дения опорного пла- на транспортной за- дачи	6	8/4	4		10	Подготовка к выполнению лабораторных работ	Устный опрос. Про- верка алгоритма	ПК - 2
3. Методы определе- ния оптимального плана транспорт- ной задачи.	6	8/2	4		10	Подготовка к выполнению лабораторных работ	Устный опрос. Про- верка алгоритма	ПК - 2
4. Социально- экономические мо- дели, формулиру- емые в виде транс- портной задачи.	6	8	4		10	Подготовка к выполнению лабораторных работ	Устный опрос. Про- верка алгоритма	ПК - 2
5. Задачи оптималь- ного управления. Принцип максиму- ма Понтрягина	6	8	4		10	Подготовка к выполнению лабораторных работ	Устный опрос. Про- верка алгоритма	ПК - 2
6. Математическая мо- дель роста прибыли предприятия.	6	8/2	4		10	Подготовка к выполнению лабораторных работ	Устный опрос. Про- верка алгоритма	ПК - 2
7. Доказательства принципа макси- мума Понтрягина		8/2	4		10	Подготовка к выполнению лабораторных работ	Устный опрос. Про- верка алгоритма	ПК - 2
8. Методы решения	6	8	4		8,8	Подготовка к	Устный опрос. Про-	ПК - 2

Раздел/ тема Дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная ра- бота (в акад. ча- сах)			Самостоятель- ная работа (в акад. часах)	Вид самостоя- тельной рабо- ты	Формы текущего и промежуточного контроля успеваемо- сти	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. Занятия	практич. занятия				
задач оптимального управления						выполнению лабораторных работ	верка алгоритма	
<b>Итого по курсу</b>	<b>104 ,5</b>	<b>64/ 14</b>	<b>32</b>		<b>78,8</b>		<b>Экзамен</b>	

### Расширенная программа курса

#### Тема 1. Задачи линейного программирования и методы их решения.

- 1.1. Постановки задач линейного программирования. Сведение общей задачи линейного программирования к канонической форме.
- 1.2. Графический метод решения задач линейного программирования Симплекс-метод решения задач линейного программирования.
- 1.3. Применение пакета прикладных программ Mathcad200 для решения задач линейного программирования.
- 1.4. Создание комплекса программ, решающих задачи линейного программирования симплекс-методом.
- 1.5. Постановки экономических моделей, формулируемых в виде задачи линейного программирования.

#### Тема 2. Транспортная задача. Методы нахождения опорного плана транспортной задачи.

- 1.1. Постановка транспортной задачи. Сведение транспортной задачи к задаче линейного программирования.
- 1.2. Метод северо-западного угла, метод Фогеля нахождения опорного плана.

#### Тема 3. Методы определения оптимального плана транспортной задачи.

- 3.1. Метод потенциалов.
- 3.2. Метод дифференциальных рент.
- 3.3. Применение mathcad200 для решения транспортной задачи.
- 3.4. Создание пакета программ, решающего транспортную задачу.

#### Тема 4. Социально-экономические задачи, формулируемые в форме транспортной задачи.

- 4.1. Задача оптимизации рынка труда.
- 4.2. Задача минимизации расходов при перераспределении материальных средств.

#### Тема 5. Задачи оптимального управления.

- 5.1. Постановки задач оптимального управления с интегральным критерием качества.
- 5.2. Принцип максимума Понтрягина для линейной задачи оптимального управления с ограничениями на управление.
- 5.3. Принцип максимума для нелинейной задачи оптимального управления.

#### Тема 6. Математическая модель роста прибыли предприятия.

- 6.1. Постановка задачи роста прибыли предприятия.
- 6.2. Постановки задач, связанных с данной моделью

#### Тема 7. Доказательства принципа максимума

- 7.1. Доказательство необходимых условий экстремума (принцип Максимума) для задачи роста прибыли предприятия на конечном отрезке времени.
- 7.2. Доказательство принципа максимума для задачи роста прибыли предприятия на бесконечном отрезке времени.
- 7.3. Доказательство принципа максимума для задачи оптимального управления с подвижными концами.

#### **Тема 8. Методы решения задач оптимального управления.**

- 8.1. Метод условного градиента.
- 8.2. Метод возможного направления

### **5 Образовательные и информационные технологии**

В ходе изучения дисциплины рекомендуется использовать образовательные и информационные технологии:

1. Традиционные технологии обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу лабораторных занятий.

Использование традиционных технологий обеспечивает ориентирование студента в потоке информации, связанной с различными подходами к определению сущности, содержания, методов, форм развития и саморазвития личности; самоопределение в выборе оптимального пути и способов личностно-профессионального развития; систематизацию знаний, полученных студентами в процессе аудиторной и самостоятельной работы. Лабораторные занятия обеспечивают развитие и закрепление умений и навыков определения целей и задач саморазвития, а также принятия наиболее эффективных решений по их реализации. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах вычислительного центра ФГБОУ ВПО «МГТУ».

В ходе проведения лабораторных занятий предусматривается использование средств вычислительной техники при выполнении индивидуальных заданий и тестирования.

2. Интерактивные формы обучения, предполагающие организацию обучения как продуктивной творческой деятельности в режиме взаимодействия студентов друг с другом и с преподавателем

Использование интерактивных образовательных технологий способствует повышению интереса и мотивации учащихся, активизации мыслительной деятельности и творческого потенциала студентов, делает более эффективным усвоение материала, позволяет индивидуализировать обучение и ввести экстренную коррекцию знаний.

При проведении лабораторных занятий используются групповая работа, технология коллективной творческой деятельности, технология сотрудничества, ролевая игра, обсуждение проблемы в форме дискуссии, дебаты, круглый стол. Данные технологии обеспечивают высокий уровень усвоения студентами знаний, эффективное и успешное овладение умениями и навыками в предметной области, формируют познавательную потребность и необходимость дальнейшего самообразования, позволяют активизировать исследовательскую деятельность, обеспечивают эффективный контроль усвоения знаний.

3. Возможности образовательного портала ФГБОУ ВПО «МГТУ» для предоставления студентам графика самостоятельной работы, расписания консультаций, заданий для самостоятельного выполнения и рекомендуемых тем для самостоятельного изучения.

Используемые образовательные технологии позволяют активно применять в учебном процессе интерактивные формы проведения занятий (компьютерная симуляция, разбор конкретных ситуаций), что способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся. Применяемые в процессе изучения дисциплины поисковый и исследовательский методы в полной мере соответствуют требованиям ФГОС по реализации компетентностного подхода.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Раздел/ тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов	Формы контроля
1.Задачи теории массового обслуживания при наиболее простых условиях.	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой	10	Текущий контроль (проведение опроса)
2.Марковские процессы и теория массового обслуживания.	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой	10	Текущий контроль (проведение опроса)
3.Задачи линейного программирования и методы их решения.	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой	10	Проверка конспекта
4.Транспортная задача. Методы нахождения опорного плана транспортной задачи	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой	10	Текущий контроль (проведение опроса): 1. Постановки задач линейного программирования. Сведения различных форм представления задач линейного программирования к канонической форме 2. Графический метод решения задач линейного программирования. Симплекс-метод. Метод искусственного базиса



5. Методы определения оптимального плана транспортной задачи.	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой	10	Текущий контроль (проведение опроса): 1. Нахождение опорного плана транспортной задачи методом северо-западного угла, методом Фогеля. 2. Определение оптимального управления для задачи оптимального управления без ограничений на управление.
6. Социально-экономические модели, формулируемые в виде транспортной задачи.	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой	10	Текущий контроль (проведение опроса): 1. Нахождение опорного плана транспортной задачи методом северо-западного угла, методом Фогеля. 2. Определение оптимального управления для задачи оптимального управления без ограничений на управление.
7. Задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой	10	Проверка конспекта

8. Доказательства принципа макси- мума Понтрягина	Работа над учебным мате- риалом с основной и до- полнительной литерату- рой	8,8	Текущий контроль (проведение опроса): 1. Определения объема капиталов- ложений для мак- симальной прибы- ли предприятия без ограничения на ка- питаловложения. 2. Построение чис- ленного алгоритма решения задачи максимизации прибыли предпри- ятия. 3. Создание пакета прикладных про- грамм решения за- дачи максимиза- ции прибыли предприятия.
<b>Итого по курсу</b>		<b>78,8</b>	

***Задания для самостоятельной работы.***

1. Решение задач линейного программирования симплекс-методом и методом искусственного базиса. Решение транспортной задачи методом дифференциальных рент и методом потенциалов. Применить пакет прикладных программ Mathcad для решения данных задач.
2. Создание пакета прикладных программ для решения задач линейного программирования и транспортной задачи с удобным интерфейсом.
3. Найти решение задачи оптимального управления. Пример задачи оптимального управления

$$\dot{x} = -x + u, x(0) = 1$$

$$J(u) = \int_0^1 \{x^2(t) + u^2(t)\} dt \rightarrow \min$$

4. Построить алгоритм численного решения задачи роста прибыли предприятия замкнутого типа с функцией производства Кобба-Дугласа на конечном отрезке времени.
  1. Определить класс СМО по следующим основаниям: а) по характеру поступления заявок на обслуживание; б) по характеру поведения заявки в системе; в) по ограничению потока заявок; г) по числу каналов обслуживания.
  2. В районной налоговой инспекции в отделе по налогообложению физических лиц работают 3 инспектора. Ежедневно декларации о доходах принимаются с 16 до 18 часов. Если плательщик заходит в отдел, когда все работники заняты, но до

- конца приема есть время, то он становится в очередь и ожидает приема. Если время приема закончено, то плательщик покидает отдел.
3. В мастерской бытового обслуживания работают 4 мастера. Если клиент заходит в мастерскую, когда все мастера заняты, то он уходит из мастерской, не ожидая обслуживания. Среднее число клиентов, обращающихся в мастерскую в течение часа, равно 25, а среднее время обслуживания одного клиента мастером равно 6 минутам. Определить 1) вероятность того, что клиент получит отказ; 2) вероятность того, что клиент будет обслужен; 3) среднее число клиентов, обслуживаемых мастерской в течение часа; 4) среднее число занятых мастеров.
  4. Таможенный пропускной пункт обслуживает погранзаезда из 7 пограничников. Время, которое каждый пограничник тратит на досмотр груза в среднем равно 20 минутам. Количество машин, прибывающих к таможенному пункту за час, в среднем равно 15.
  5. Определить основные характеристики СМО (вероятность того, что все пограничники свободны, вероятность того, что в очереди находится k машин, среднее число заявок, находящихся в очереди, среднее время пребывания заявки в очереди, среднее время пребывания заявки в системе, среднее время обслуживания одной заявки).
  6. Два рабочих обслуживают группу из 8 станков. В среднем каждый станок останавливается раз в час. Обслуживание 1 станка занимает у рабочего в среднем 10 минут. Найти среднее число неисправных автоматов, среднее число автоматов в очереди, ожидающих ремонта, среднее число свободных рабочих. Какова вероятность того, что не менее 3 станков находятся в рабочем состоянии.
  7. Транспортная фирма, имеющая в своем распоряжении 6 машин, принимает заявки на перевозку урожая различных культур. В среднем, за рабочий день (12 часов) поступает 4 заявки. Время погрузки, доставки к хранилищу и разгрузки для одной машины, в среднем, занимает 10 часов. Контора не принимает заявок на перевозку от хозяйств, пока не выполнит текущий заказ. Найти 1) вероятность того, что очередная заявка получит отказ; 2) вероятность того, что заявка будет обслужена; 3) среднее число заявок, которые фирма может обслужить за день.
  8. Ремонтная бригада на трубопроводе состоит из 6 человек работает по плану, в котором установлена очередность объектов, нуждающихся в профилактике и ремонте. Бригада выезжает на объект в полном составе и переходит на следующий объект только после окончания работ на предыдущем. В среднем за неделю поступает одна заявка. Одни рабочий мог бы выполнить полный объем работ, в среднем, за две недели. Найти среднее время, необходимое бригаде для проведения работ на одном объекте.

### **Контрольная работа № 1**

#### **Вариант 1**

1. Определить класс СМО по следующим основаниям: а) по характеру поступления заявок на обслуживание; б) по характеру поведения заявки в системе; в) по ограничению потока заявок; г) по числу каналов обслуживания.

В районной налоговой инспекции в отделе по налогообложению физических лиц

работают 3 инспектора. Ежедневно декларации о доходах принимаются с 16 до 18 часов. Если плательщик заходит в отдел, когда все работники заняты, но до конца приема есть время, то он становится в очередь и ожидает приема. Если время приема закончено, то плательщик покидает отдел.

2. В мастерской бытового обслуживания работают 4 мастера. Если клиент заходит в мастерскую, когда все мастера заняты, то он уходит из мастерской, не ожидая обслуживания. Среднее число клиентов, обращающихся в мастерскую в течение часа, равно 25, а среднее время обслуживания одного клиента мастером равно 6 минутам. Определить 1) вероятность того, что клиент получит отказ; 2) вероятность того, что клиент будет обслужен; 3) среднее число клиентов, обслуживаемых мастерской в течение часа; 4) среднее число занятых мастеров.

### **Вариант 2**

1. Определить класс СМО по следующим основаниям: а) по характеру поступления заявок на обслуживание; б) по характеру поведения заявки в системе; в) по ограничению потока заявок; г) по числу каналов обслуживания.

Частная компания имеет 5 вертолетов для коммерческих перевозок. Эти вертолеты обслуживаются двумя инженерами-техниками. Профилактические осмотры осуществляются раз в неделю в порядке очередности. В случае поломки какого-либо вертолета сначала выполняются ремонтные работы по устранению его неполадок и только потом плановый профилактический осмотр.

2. В парикмахерской работают 3 мастера. Если клиент заходит в парикмахерскую, когда все мастера заняты, то он уходит из мастерской, не ожидая обслуживания. Среднее число клиентов, обращающихся в парикмахерскую в течение часа, равно 12, а среднее время обслуживания одного клиента мастером равно 15 минутам. Определить 1) вероятность того, что клиент получит отказ; 2) вероятность того, что клиент будет обслужен; 3) среднее число клиентов, обслуживаемых парикмахерской в течение часа; 4) среднее число занятых мастеров.

## **Контрольная работа № 2**

### **Вариант 1**

1. Таможенный пропускной пункт обслуживает погранзастава из 7 пограничников. Время, которое каждый пограничник тратит на досмотр груза в среднем равно 20 минутам. Количество машин, прибывающих к таможенному пункту за час, в среднем равно 15.

Определить основные характеристики СМО (вероятность того, что все пограничники свободны, вероятность того, что в очереди находится  $k$  машин, среднее число заявок, находящихся в очереди, среднее время пребывания заявки в очереди, среднее время пребывания заявки в системе, среднее время обслуживания одной заявки).

2. Два рабочих обслуживают группу из 8 станков. В среднем каждый станок останавливается раз в час. Обслуживание 1 станка занимает у рабочего в среднем 10 минут. Найти среднее число неисправных автоматов, среднее число автоматов в очереди, ожидающих ремонта, среднее число свободных рабочих. Какова вероятность того, что не менее 3 станков находятся в рабочем состоянии.

### **Вариант 2**

1. В железнодорожной кассе имеются 3 окна. Время, которое тратит кассир на обслуживание одной пассажира, равно 5 минутам, пассажиры подходят к кассе, в

среднем, по 15 человек в час. Найти 1) вероятность того, что все кассиры свободны; 2) среднее число занятых кассиров; 3) среднее число пассажиров в очереди; 4) среднее число пассажиров у касс; 5) среднее время, которое пассажир проводит в очереди; 6) среднее время, которое пассажир тратит на приобретение билета.

В кооперативе по ловле рыбы имеется 7 катеров, для ремонта которых используется два дока. Док может принять для ремонта только один катер. В среднем на ремонт 1 катера уходит 10 дней (1/3 месяца). Каждый функционирующий катер выходит из строя в среднем 2 раза в месяц. Найти 1) вероятность того, что оба дока свободны; 2) среднее число занятых доков; 3) среднее число катеров в очереди на ремонт; 4) среднее время, которое катер проводит в очереди; 5) среднее время от выхода катера из строя до завершения ремонта. Какова вероятность того, что не менее 4 катеров находятся в рабочем состоянии.

### **Контрольная работа № 3**

#### **Вариант 1.**

Транспортная фирма, имеющая в своем распоряжении 6 машин, принимает заявки на перевозку урожая различных культур. В среднем, за рабочий день (12 часов) поступает 4 заявки. Время погрузки, доставки к хранилищу и разгрузки для одной машины, в среднем, занимает 10 часов. Контора не принимает заявок на перевозку от хозяйств, пока не выполнит текущий заказ. Найти 1) вероятность того, что очередная заявка получит отказ; 2) вероятность того, что заявка будет обслужена; 3) среднее число заявок, которые фирма может обслужить за день.

#### **Вариант 2.**

1. Бригада грузчиков из 7 человек работает на разгрузке грузовиков, прибывающих на овощную базу. Разгрузка одной машины производится всей бригадой, а машина, прибывающая в момент разгрузки, ставится в очередь. В среднем на базу за 2 часа прибывают три машины. Работая один, грузчик разгружает машину за 5 часов. Оценить эффективность такой организации разгрузки с точки зрения времени, затрачиваемого на разгрузку одной машины.

### **Контрольная работа № 4, вариант 1**

1. Ремонтная бригада на трубопроводе состоит из 6 человек работает по плану, в котором установлена очередность объектов, нуждающихся в профилактике и ремонте. Бригада выезжает на объект в полном составе и переходит на следующий объект только после окончания работ на предыдущем. В среднем за неделю поступает одна заявка. Один рабочий мог бы выполнить полный объем работ, в среднем, за две недели. Найти среднее время, необходимое бригаде для проведения работ на одном объекте.

#### **Вариант 2.**

1. Транспортная фирма, имеющая в своем распоряжении 6 машин, принимает заявки на перевозку урожая различных культур. В среднем, за рабочий день (12 часов) поступает 4 заявки. Время погрузки, доставки к хранилищу и разгрузки для одной машины, в среднем, занимает 10 часов. Контора, помимо текущего заказа принимает 2 заявки на перевозку от хозяйств и обслуживает их по очереди. Найти 1) вероятность того, что очередная заявка получит отказ; 2) вероятность того, что заявка будет обслужена; 3) среднее число заявок, которые фирма может обслужить за день.

## 7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОПК-3: Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности</b>		
ОПК-3.1	Разрабатывает математические модели и производит их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Простейший поток требований. Вывод уравнений простейшего потока. Распределение моментов событий потока.</li> <li>2. Обслуживание с ожиданием. Вывод уравнений и определение стационарного решения соответствующего потока. Средняя длительность ожидания.</li> <li>3. Процессы гибели и размножения. Теорема Феллера. Теория резервирования.</li> <li>4. Приложения процессов гибели и размножения: системы с потерями, системы с ограниченным временем ожидания, дублирование с восстановлением.</li> <li>5. Приоритетное обслуживание.</li> <li>5. Однородный марковский процесс и общая схема построения марковской модели системы массового обслуживания.</li> <li>6. Система с ограниченным временем ожидания и составление интегро-дифференциальных уравнений данной задачи.</li> <li>7. Система с ограниченным временем пребывания, ее стационарное распределение.</li> <li>8. Многоканальная СМО с отказами.</li> <li>9. Многоканальная СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди.</li> <li>10. Многоканальная СМО с ожиданием.</li> <li>11. Многоканальная СМО с ограничением на длину очереди.</li> <li>12. Постановки задач линейного программирования. Сведения различных форм представления задач линейного программирования к канонической форме</li> <li>13. Графический метод решения задач линейного программирования. Симплекс-метод. Метод искусственного базиса.</li> <li>14. Нахождение опорного плана транспортной задачи методом северо-западного угла, методом Фогеля.</li> <li>15. Определение оптимального управления для задачи оптимального управления без ограничений на управление.</li> <li>16. Определения объема капиталовложений для максимальной прибыли предприятия без ограничения на капиталовложения.</li> <li>17. Численный алгоритм решения задачи максимизации прибыли предприятия.</li> </ol>

		<p>18. Прикладные программы решения задачи максимизации прибыли предприятия.</p>																																																																	
<p>ОПК-3.2</p>	<p>Составляет и оформляет отчеты, выполняет требования нормоконтроля по результатам профессиональной деятельности</p>	<p>Правильно выбирает математическую модель и решает задачи, возникающие в прикладных вопросах, связанных экономическими вопросами. Решает задачи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Решение задач линейного программирования с помощью симплекс-метода</li> </ul> <p>Вариант №1</p> $-x + 3y + 5z + v \rightarrow \min$ $x + 4y + 4z + v = 5$ $x + 7y + 8z + 2v = 9$ $x, y, z, v \geq 0,$ <p>Вариант №2</p> $-x - y - z - v - r \rightarrow \min$ $2x + 3y + 5z + 7v + 9r = 19$ $x - y + z + 2r = 2$ $x, y, z, v, r \geq 0$ <ul style="list-style-type: none"> <li>решение транспортной задачи</li> </ul> <p>Вариант №1</p> <p>Решить данную транспортную задачу с запасами <math>a_1, a_2, a_3</math> и потребностями <math>b_1, b_2, b_3, b_4, b_5</math></p> <table border="1" data-bbox="695 869 1469 1003"> <thead> <tr> <th></th> <th>B1</th> <th>B2</th> <th>B3</th> <th>B4</th> <th>B5</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1</td> <td>7</td> <td>12</td> <td>4</td> <td>8</td> <td>5</td> <td>180</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>1</td> <td>8</td> <td>6</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>350</td> </tr> <tr> <td>A3</td> <td>6</td> <td>13</td> <td>8</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td></td> <td>110</td> <td>90</td> <td>120</td> <td>80</td> <td>150</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Решить транспортную задачу с запасами <math>a_1, a_2, a_3</math>, потребностями <math>b_1, b_2, b_3, b_4</math> и указанными в таблице тарифами</p> <table border="1" data-bbox="708 1151 1469 1285"> <thead> <tr> <th></th> <th>B1</th> <th>B2</th> <th>B3</th> <th>B4</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>A3</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td></td> <td>120</td> <td>40</td> <td>60</td> <td>80</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		B1	B2	B3	B4	B5		A1	7	12	4	8	5	180	A2	1	8	6	5	3	350	A3	6	13	8	6	4	20		110	90	120	80	150			B1	B2	B3	B4		A1	2	3	4	3	90	A2	5	3	1	2	60	A3	2	1	4	2	150		120	40	60	80	
	B1	B2	B3	B4	B5																																																														
A1	7	12	4	8	5	180																																																													
A2	1	8	6	5	3	350																																																													
A3	6	13	8	6	4	20																																																													
	110	90	120	80	150																																																														
	B1	B2	B3	B4																																																															
A1	2	3	4	3	90																																																														
A2	5	3	1	2	60																																																														
A3	2	1	4	2	150																																																														
	120	40	60	80																																																															
<p>ОПК-3.3</p>	<p>Выполняет обзоры научной информации, подготавливает публикации по теме профессиональной деятельности</p>	<p>Владеет методами решения типовых задач с использованием математических моделей экономического роста</p> <p>Построить алгоритм метода проекции градиента численного решения следующей задачи оптимального управления</p> $\dot{x} = x + y + u$ $\dot{y} = -x + 2u$ $x(0) = 1, y(0) = 0$ $1 \leq u(t) \leq 2$ $J(x, y, u) = \int_0^1 x^2 + y^2 + 2xy + u^2 dt \rightarrow \min$ <p>Вариант №2</p> <p>Построить алгоритм численного решения следующей задачи оптимального управления методом условного градиента</p>																																																																	

		$\dot{x} = xy + u$ $\dot{y} = -2xu$ $x(0) = 1, y(0) = 1$ $1 \leq u(t) \leq 2$ $J(x, y, u) = \int_0^1 x^2 + y^2 + 2xy + u^2 dt \rightarrow \min$
--	--	---

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «**Математические модели экономического роста**» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена

**Показатели и критерии оценивания:**

– на оценку «**отлично**» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку «**хорошо**» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку «**удовлетворительно**» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку «**неудовлетворительно**» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку «**неудовлетворительно**» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

**Перечень вопросов для подготовки к экзамену:**

1. Постановки задач линейного программирования. Сведение общей задачи линейного программирования к канонической форме.
2. Графический метод решения задач линейного программирования Симплекс-метод решения задач линейного программирования.
3. Применение пакета прикладных программ Mathcad200 для решения задач линейного программирования.
4. Создание комплекса программ, решающих задачи линейного программирования симплекс-методом.
5. Постановки экономических моделей, формулируемых в виде задачи линейного программирования.
6. Постановка транспортной задачи. Сведение транспортной задачи к задаче линейного программирования.
7. Метод северо-западного угла, метод Фогеля нахождения опорного плана.
8. Метод потенциалов.
9. Метод дифференциальных рент.



10. Применение mathcad200 для решения транспортной задачи.
11. Создание пакета программ, решающего транспортную задачу.
12. Задача оптимизации рынка труда.
13. Задача минимизации расходов при перераспределении материальных средств.
14. Постановки задач оптимального управления с интегральным критерием качества.
15. Принцип максимума Понтрягина для линейной задачи оптимального управления с ограничениями на управление.
16. Принцип максимума для нелинейной задачи оптимального управления.
17. Постановка задачи роста прибыли предприятия.
18. Постановки задач, связанных с данной моделью
19. Доказательство необходимых условий экстремума (принцип максимума) для задачи роста прибыли предприятия на конечном отрезке времени.
20. Доказательство принципа максимума для задачи роста прибыли предприятия на бесконечном отрезке времени.
21. Доказательство принципа максимума для задачи оптимального управления с подвижными концами.
22. Метод условного градиента.
23. Метод возможного направления.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Кундышева, Е. С. Математические методы и модели в экономике : учебник для бакалавров / Е. С. Кундышева ; под науч. ред. проф. Б. А. Сулакова. — 2-е изд. — Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2020. — 286 с. - ISBN 978-5-394-03138-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1091164> (дата обращения: 28.10.2020). – Режим доступа: по подписке.
2. Ващекин, А. Н. Математические методы и модели в экономике : учебное пособие / А. Н. Ващекин, В. Ю. Квачко, Е. В. Царькова ; под ред. Е. В. Царьковой. - Москва : РГУП, 2019. - 158 с. - ISBN 978-5-93916-716-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1194065> (дата обращения: 28.10.2020). – Режим доступа: по подписке.
3. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятий : учебник / под ред. В. Я. Позднякова. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 617 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009655-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/547957> (дата обращения: 28.10.2020). – Режим доступа: по подписке.
4. Аскеров, П. Ф. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности организации: Учебное пособие / Аскеров П.Ф., Цветков И.А., Кибиров Х.Г.; Под общ. ред. Аскерова П.Ф.-Москва :НИЦ ИНФРА-М,2015-176с.(ВО: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-009793-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/457326> (дата обращения: 28.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

### **Б) Дополнительная литература:**

1. Шеремет, А. Д. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия : учебник / А.Д. Шеремет. — 2-е изд., доп. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 374 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015634-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1044028> (дата обращения: 28.10.2020). – Режим доступа: по подписке.
2. Чернышева, Ю. Г. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия (организации) : учебник / Ю.Г. Чернышева. — Москва : ИНФРА-М,

2021. — 421 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/24681. - ISBN 978-5-16-012750-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1209859> (дата обращения: 28.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

**в) Методические указания:**

1. Губина, О. В. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия : практикум / О. В. Губина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 192 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-8199-0906-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1060843> (дата обращения: 28.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Дайитбегов, Д. М. Компьютерные технологии анализа данных в эконометрике: Монография / Д.М. Дайитбегов. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Вузовский учебник: НИЦ Инфра-М, 2013. - XIV, 587 с. (Научная книга). ISBN 978-5-9558-0275-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/365692> (дата обращения: 28.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

**9. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

Программное обеспечение:

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 8.10.2018	11.10.2021
7zip	Свободно распространяемое	бессрочно
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	Свободно распространяемое	бессрочно

Интернет-ресурсы:

1. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). -- URL: [http://elibrary.ru/project\\_rick.asp](http://elibrary.ru/project_rick.asp).
2. Поисковая система Академия Google (Google Scholar). -- URL: <http://scholar.google.ru/>.
3. Информационная система – Единое окно доступа к информационным ресурсам. -- URL: <http://window.edu.ru/>
4. Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH – URL: <http://zbmath.org/>.
5. Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова – URL: <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp>.
6. Российская Государственная библиотека. Каталоги – URL: <https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/>

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: компьютерные классы	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещения для самостоятельной	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
работы обучающихся	в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, мультимедийный проектор, экран. Комплекс тестовых заданий для проверки промежуточных и рубежных контролей
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи для хранения учебно-методической документации Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования