

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Задорожная Людмила Ивановна  
Должность: Проректор по учебной работе  
Дата подписания: 2021.06.25  
Уникальный программный ключ:  
faa404d1aeb2a023b5f4a331ee5ddc540496512d

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Майкопский государственный технологический университет»**

Факультет \_\_\_\_\_ инженерный \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_ математики, физики и системного анализа \_\_\_\_\_



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по научной работе  
и инновационному развитию

А. Овсянникова

« 25 июня 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

***Основы математического моделирования***

(наименование дисциплины)

Направление подготовки

***19.06.01 Промышленная экология и биотехнологии***

(шифр, название направления)

Направленность (профиль) подготовки

***Процессы и аппараты пищевых производств***

(шифр, наименование направленности (профиля) программы)

Квалификация (степень) выпускника

***Исследователь. Преподаватель-исследователь***

Форма обучения

Очная, заочная

Майкоп, 2021

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО и учебного плана МГТУ по направлению подготовки 19.06.01 Промышленная экология и биотехнологии

Составитель рабочей программы:  
канд. физ.-мат. наук, доцент  
(должность, ученое звание, степень)

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Дёмина Т.И.  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры  
Математики, физики и системного анализа  
(наименование кафедры)

Заведующая кафедрой  
Математики, физики и системного анализа,  
канд. физ.-мат. наук, доцент

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Дёмина Т.И.

Программа утверждена на заседании  
НТС ФГБОУ ВО «МГТУ»  
Протокол №     от 25.08. 20 21 г.

Согласовано:  
Начальник управления аспирантуры  
и докторантуры

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Цеева З.А.  
(Ф.И.О.)

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

**Целью дисциплины** «Основы математического моделирования» является изучение аспирантами основ современных методов математического моделирования и исследования экономических, технических процессов, а также методов и способов использования математического моделирования в управлении производственными структурами.

**Задачи дисциплины.** В результате освоения дисциплины аспиранты должны иметь представление о возможностях использования математических моделей для решения прикладных задач; понимать теоретические основы моделирования.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры

Дисциплина «Основы математического моделирования» входит в перечень дисциплин по выбору вариативной части Блока 1 подготовки аспирантов по направлению 19.06.01 – Промышленная экология и биотехнологии.

Дисциплина «Основы математического моделирования» базируется на знаниях в области математики и техники.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

**универсальные компетенции (УК):**

- готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно- образовательных задач (УК-3);

**общепрофессиональные компетенции (ОПК):**

- способность и готовность к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований (ОПК-1);

- способность и готовность к анализу, обобщению и публичному представлению результатов выполненных научных исследований (ОПК-2);

**профессиональные компетенции (ПК):**

способность к приобретению с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий (ПК-7).

Планируемые результаты обучения по дисциплине.

В результате освоения дисциплины бакалавр должен:

**знать:** методы критического анализа и оценки современных научных достижений; методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; методы научно-исследовательской деятельности (УК-3); конкретные методы и приемы научно-исследовательской работы с использованием современных компьютерных технологий; сущность информационных технологий (ОПК-1); конкретные методы организации работы научных исследований (ОПК-2); основные особенности научного метода познания (ПК-7);

**уметь:** анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов (УК-3); ставить задачу и выполнять фундаментальные и прикладные научные исследования при решении конкретных задач по направлению подготовки (ОПК-1); обобщать и представлять результаты выполненных научных исследований (ОПК-2); самостоятельно использовать информационные и компьютерные технологии для решения научно-исследовательских и технических задач (ПК-7);

**владеть:** технологиями планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований (УК-3); практическими навыками организации и проведения фундаментальных и прикладных научных исследований (ОПК-1); навыками организации публичного представления результатов выполненных научных исследований (ОПК-2); навыками самостоятельного использования современных образовательных и информационных технологий (ПК-7).

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы. Общая трудоёмкость дисциплины

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы по очной форме обучения

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

Вид учебной работы	Всего часов/ з.е.	Семестры
		2
<b>Контактные часы (всего)</b>	<b>24/0,66</b>	<b>24/0,66</b>
В том числе:		
Лекции (Л)	8/0,22	8/0,22
Практические занятия (ПЗ)	16/0,44	16/0,44
Семинарские занятия (С)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СР) (всего)</b>	<b>84/2,34</b>	<b>84/2,34</b>
В том числе:		
Курсовой проект (работа)	-	-
Расчетно-графические работы	42/1,17	42/1,17
Составление плана-конспекта, подбор и анализ примеров	42/1,17	42/1,17
<b>Контроль (всего)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Форма промежуточной аттестации: <b>зачет</b>		зачет
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>108/3,0</b>	<b>108/3,0</b>

##### 4.2. Объем дисциплины и виды учебной работы по заочной форме обучения

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

Вид учебной работы	Всего часов/ з.е.	Семестры
		2
<b>Контактные часы (всего)</b>	<b>10/0,28</b>	<b>10/0,28</b>
В том числе:		
Лекции (Л)	4/0,11	4/0,11
Практические занятия (ПЗ)	6/0,17	6/0,17
Семинарские занятия (С)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СР) (всего)</b>	<b>94/2,61</b>	<b>94/2,61</b>
В том числе:		
Курсовой проект (работа)	-	-
Составление плана-конспекта, решение типовых задач	94/2,61	94/2,61
<b>Контроль (всего)</b>	<b>4/0,11</b>	<b>4/0,11</b>
Форма промежуточной аттестации: <b>зачет</b>		зачет
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>108/3,0</b>	<b>108/3,0</b>

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Структура дисциплины для очной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включающая самостоятельную и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Л	С/ПЗ	ЛР	СРС	
2 семестр							
1.	Графический метод решения ЗЛП	1,2	2	2	-	10	Расчетно-графическая работа
2.	Симплексный метод, двойственные задачи	3-5	2	4	-	20	
3.	Задачи целочисленного программирования	6,7	2	2	-	10	
4.	Транспортная задача	8,9	2	2	-	10	Индивидуальное задание
5.	Элементы теории игр	10		2	-	10	Индивидуальное задание
6.	Задачи нелинейного программирования.	11,12		4	-	24	Тестирование
7.	Промежуточная аттестация	17		-	-	-	Зачет
	<b>ИТОГО</b>		<b>8</b>	<b>16</b>		<b>84</b>	

### 5.2. Структура дисциплины для заочной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную и трудоемкость (в часах)			
			Л	С/ПЗ	ЛР	СРС
2 семестр						
1.	Графический метод решения ЗЛП	1,2	2	-	-	10
2.	Симплексный метод, двойственные задачи	3,4	2	2	-	14
3.	Задачи целочисленного программирования	5,6	-	-	-	12
4.	Транспортная задача	7,8	-	2	-	20
5.	Элементы теории игр	9,10	-	2	-	18
6.	Задачи нелинейного программирования.	11,12	-	-	-	20
7.	Промежуточная аттестация		-	-	-	Зачет
	<b>ИТОГО</b>		<b>4</b>	<b>6</b>		<b>94</b>

### 5.3. Содержание разделов дисциплины «Основы математического моделирования, образовательные технологии»

#### 5.3.1. Лекционный курс для очной формы обучения

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы/ зач. ед.)	Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
1.	Графический метод решения ЗЛП	2/0,05	<p>Понятие линейного программирования. Примеры задач линейного программирования.</p> <p>Геометрическая интерпретация и графическое решение задач линейного программирования с двумя переменными.</p> <p>Свойства решений задач линейного программирования.</p>	УК-3 ОПК-1 ОПК-2 ПК-7	<p><b>Знать:</b> основные математические модели.</p> <p><b>Уметь:</b> адаптировать основные математические модели к конкретным практическим задачам; строить базовые математические модели исследуемых систем, проводить их аналитическое исследование и оптимизацию.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками решения типовых задач.</p>	Проблемная лекция
2.	Симплексный метод, двойственные задачи	2/0,05	<p>Общая идея симплексного метода.</p> <p>Построение начального опорного плана при решении задачи линейного программирования симплексным методом.</p> <p>Признак оптимальности опорного плана. Симплексные таблицы.</p> <p>Переход к не худшему опорному плану при решении задачи линейного программирования симплексным методом. Метод искусственного базиса (М - метод).</p> <p>Понятие двойственности для симметричных задач линейного программирования.</p> <p>Несимметричные двойственные</p>	УК-3 ОПК-1 ОПК-2 ПК-7	<p><b>Знать:</b> основные математические модели.</p> <p><b>Уметь:</b> адаптировать основные математические модели к конкретным практическим задачам; строить базовые математические модели исследуемых систем, проводить их аналитическое исследование и оптимизацию.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками решения типовых задач.</p>	Проблемная лекция

			задачи. Геометрическая интерпретация двойственных задач. Теоремы двойственности и их экономическое содержание.			
3.	Задачи целочисленного программирования	2/0,06	Постановка задачи целочисленного программирования. Графическое решение задачи целочисленного программирования. Решение задачи целочисленного программирования методом Гомори.	УК-3 ОПК-1 ОПК-2 ПК-7	<b>Знать:</b> основные математические модели. <b>Уметь:</b> адаптировать основные математические модели к конкретным практическим задачам; строить базовые математические модели исследуемых систем, проводить их аналитическое исследование и оптимизацию. <b>Владеть:</b> навыками решения типовых задач.	Проблемная лекция
4.	Транспортная задача	2/0,06	Постановка транспортной задачи по критерию стоимости в матричной форме. Построение исходного опорного плана транспортной задачи методами «северо-западного» угла, минимального элемента, аппроксимации Фогеля. Понятие цикла. Метод потенциалов. Алгоритм решения транспортной задачи методом потенциалов. Решение транспортной задачи распределительным методом.	УК-3 ОПК-1 ОПК-2 ПК-7	<b>Знать:</b> основные математические модели. <b>Уметь:</b> адаптировать основные математические модели к конкретным практическим задачам; строить базовые математические модели исследуемых систем, проводить их аналитическое исследование и оптимизацию. <b>Владеть:</b> навыками решения типовых задач.	Метод малых групп
	<b>ИТОГО</b>	<b>8/0,22</b>				

### 5.3.2. Лекционный курс для заочной формы обучения

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы/ зач. ед.)	Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
1	2	3	4	5	6	7
1.	Графический метод решения ЗЛП	2/0,05	<p>Понятие линейного программирования. Примеры задач линейного программирования.</p> <p>Геометрическая интерпретация и графическое решение задач линейного программирования с двумя переменными.</p> <p>Свойства решений задач линейного программирования.</p>	УК-3 ОПК-1 ОПК-2 ПК-7	<p><b>Знать:</b> основные математические модели.</p> <p><b>Уметь:</b> адаптировать основные математические модели к конкретным практическим задачам; строить базовые математические модели исследуемых систем, проводить их аналитическое исследование и оптимизацию.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками решения типовых задач.</p>	Проблемная лекция
2.	Симплексный метод, двойственные задачи	2/0,05	<p>Общая идея симплексного метода.</p> <p>Построение начального опорного плана при решении задачи линейного программирования симплексным методом.</p> <p>Признак оптимальности опорного плана. Симплексные таблицы.</p> <p>Переход к не худшему опорному плану при решении задачи линейного программирования симплексным методом. Метод искусственного базиса (М - метод).</p> <p>Понятие двойственности для симметричных задач линейного программирования.</p> <p>Несимметричные двойственные</p>	УК-3 ОПК-1 ОПК-2 ПК-7	<p><b>Знать:</b> основные математические модели.</p> <p><b>Уметь:</b> адаптировать основные математические модели к конкретным практическим задачам; строить базовые математические модели исследуемых систем, проводить их аналитическое исследование и оптимизацию.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками решения типовых задач.</p>	Проблемная лекция



			задачи. Геометрическая интерпретация двойственных задач. Теоремы двойственности и их экономическое содержание			
	<b>ИТОГО</b>	<b>4/0,11</b>				

#### 5.4. Практические занятия, их наименование, содержание и объем в часах

##### 5.4.1. Практические занятия для очной формы обучения

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических и семинарских занятий	Объем в часах/ трудоемкость в з.е.
1.	Графический метод решения ЗЛП	Формы записи задач линейного программирования. Способы преобразования моделей задач линейного программирования. Геометрическая интерпретация и графическое решение задач линейного программирования.	2/0,05
2.	Симплексный метод, двойственные задачи	Решение ЗЛП симплексным методом. Двойственность в линейном программировании.	4/0,11
3.	Задачи целочисленного программирования	Решение задач целочисленного программирования.	2/0,05
4.	Транспортная задача	Решение транспортной задачи методом потенциалов и распределительным методом. Решение транспортной задачи с открытой моделью. Транспортная задача с ограничениями на пропускную способность.	2/0,06
5.	Элементы теории игр	Решение матричных антагонистических игр, игр с ненулевой суммой, кооперативных игр.	2/0,06
6.	Задачи нелинейного программирования.	Методы решения задач нелинейного программирования.	4/0,11
	<b>ИТОГО</b>		<b>16/0,44</b>

##### 5.4.2. Практические занятия для заочной формы обучения

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических и семинарских занятий	Объем в часах/ трудоемкость в з.е.
1.	Симплексный метод, двойственные задачи.	Решение ЗЛП симплексным методом. Двойственность в линейном программировании.	2/0,06
2.	Транспортная задача	Решение транспортной задачи методом потенциалов и распределительным методом. Решение транспортной задачи с открытой моделью. Транспортная задача с ограничениями на пропускную способность.	2/0,05

3.	Элементы теории игр	Решение матричных антагонистических игр, игр с ненулевой суммой, кооперативных игр.	2/0,06
	<b>ИТОГО</b>		<b>6/0,17</b>

### 5.5. Самостоятельная работа аспирантов

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине преподавателю рекомендуется использовать следующие ее формы:

- конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
- изучение учебного материала, перенесённого с аудиторных занятий на самостоятельную проработку;
- выполнение расчетно-графических домашних заданий;
- подготовку к тестированию, зачету.

#### 5.5.1. Содержание и объем самостоятельной работы аспирантов для ОФО

Разделы и темы рабочей программы для самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения	Объем в часах/трудоемкость в з.е.
1. Графический метод решения ЗЛП	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение расчетно-графической работы.	1-3 недели	10/0,28
2. Симплексный метод, двойственные задачи	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение расчетно-графической работы.	4-5 недели	20/0,56
3. Задачи целочисленного программирования	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение расчетно-графической работы.	6-7 недели	10/0,28
4. Транспортная задача	Решение типовых задач	8-10 недели	10/0,28
5. Элементы теории игр	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров	11-12 недели	10/0,28
6. Задачи нелинейного программирования.	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров	13-16 недели	24/0,66
<b>ИТОГО</b>			<b>84/2,34</b>

### 5.5.2. Содержание и объем самостоятельной работы аспирантов для ЗФО

Разделы и темы рабочей программы для самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения	Объем в часах/трудоемкость в з.е.
1. Графический метод решения ЗЛП	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение типовых задач.	1-3 недели	10/0,28
2. Симплексный метод, двойственные задачи	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение типовых задач.	4-5 недели	14/0,39
3. Задачи целочисленного программирования	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение типовых задач.	6-7 недели	12/0,34
4. Транспортная задача	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение типовых задач.	8-10 недели	20/0,55
5. Элементы теории игр	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение типовых задач.	11-12 недели	18/0,50
6. Задачи нелинейного программирования.	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение типовых задач.	13-16 недели	20/0,55
<b>ИТОГО</b>			<b>94/2,61</b>

## **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

### **6.1. Методические указания (собственные разработки)**

1. Беданов, М.К. Математическое и имитационное моделирование: учебно-методическое пособие / М.К. Беданов, Л.Н. Мамадалиева. - Майкоп: Кучеренко В.О., 2014. - 99 с. - Режим доступа: <http://lib.mkgtu.ru:8002/libdata.php?id=2100024905>

2. Беданов, М.К. Основы математического моделирования [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для аспирантов / М.К. Беданов, С.А. Лебедев, О.П. Шевякова. - Майкоп: Кучеренко В.О., 2018. - 134 с. - Режим доступа: <http://lib.mkgtu.ru:8002/libdata.php?id=2100048758>

### **6.2 Литература для самостоятельной работы**

1. Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем: учебное пособие / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец. — Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012. — 271 с. - ЭБС «IPRBooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7003.html>

2. Математическое моделирование и проектирование: учеб. пособие / А.С. Коломейченко, И.Н. Кравченко, А.Н. Ставцев, А.А. Полухин ; под ред. А.С. Коломейченко. — Москва : ИНФРА-М, 2018. — 181 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/product/884599>

3. Введение в математическое моделирование: учебно-методическое пособие / Б. А. Вороненко, А. Г. Крысин, В. В. Пеленко, О. А. Цуранов. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2014. — 45 с. - ЭБС «IPRBooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65810.html>

4. Алексеев, В. М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. М. Алексеев, Э. М. Галеев, В. М. Тихомиров. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 256 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=544748>

5. Иванец, Г. Е. Математическое моделирование: учебное пособие / Г. Е. Иванец, О. А. Ивина. — Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2014. — 102 с. - ЭБС «IPRBooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61267.html>

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Основы математического моделирования»

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Этапы формирования компетенции (номер семестра согласно учебному плану)		Наименование учебных дисциплин, формирующих компетенции в процессе освоения образовательной программы
ОФО	ЗФО	
<b>УК-3 Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно- образовательных задач</b>		
1,2	1,2	Иностранный язык
2	2	Научное сопровождение развития машин и оборудования пищевых производств
2	2	Математические методы статистической обработки экспериментальных данных
2	2	<b>Основы математического моделирования</b>
3	3	Методы научных исследований
3	3	Библиография
3	3	Современное технологическое оборудование
3	3	Практика (по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)
4	4	Процессы и аппараты пищевых производств
4	4	Работоспособность, надежность и диагностика процессов и оборудования
4	4	Педагогика и психология высшей школы
2,4	2,4	Научно-исследовательская деятельность (концентрированная)
5	5	Педагогическая практика
1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6,7	Научно-исследовательская (рассредоточенная)
8	9	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
8	9	Представление научного доклада об основных результатах подготовленной НКР (диссертации)
<b>ОПК-1 Способность и готовность к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований</b>		
1,2	1,2	Иностранный язык
2	2	История и философия науки
2	2	Научное сопровождение развития машин и оборудования пищевых производств
2	2	Математические методы статистической обработки экспериментальных данных
2	2	<b>Основы математического моделирования</b>
3	3	Методы научных исследований
3	3	Библиография
3	3	Современное технологическое оборудование
3	3	Практика (по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)
4	4	Процессы и аппараты пищевых производств
2,4	2,4	Научно-исследовательская деятельность (концентрированная)

4	4	Работоспособность, надежность и диагностика процессов и оборудования
5	5	Педагогическая практика
1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6,7	Научно-исследовательская (рассредоточенная)
7,8	8,9	Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук
8	9	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
8	9	Представление научного доклада об основных результатах подготовленной НКР (диссертации)
<b>ОПК-2 Способность и готовность к анализу, обобщению и публичному представлению результатов выполненных научных исследований</b>		
1,2	1,2	Иностранный язык
2	2	Научное сопровождение развития машин и оборудования пищевых производств
2	2	Математические методы статистической обработки экспериментальных данных
2	2	<b>Основы математического моделирования</b>
3	3	Методы научных исследований
3	3	Патентование
3	3	Библиография
3	3	Практика (по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)
4	4	Процессы и аппараты пищевых производств
4	4	Педагогика и психология высшей школы
2,4	2,4	Научно-исследовательская деятельность (концентрированная)
5	5	Педагогическая практика
1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6,7	Научно-исследовательская (рассредоточенная)
7,8	8,9	Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук
8	9	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
8	9	Представление научного доклада об основных результатах подготовленной НКР (диссертации)
<b>ПК-7 Способность к приобретению с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий</b>		
1,2	1,2	Иностранный язык
2	2	История и философия науки
2	2	Научное сопровождение развития машин и оборудования пищевых производств
2	2	<b>Основы математического моделирования</b>
3	3	Методы научных исследований
3	3	Программное обеспечение НИР
3	3	Патентование
3	3	Библиография
3	3	Практика (по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)
4	4	Процессы и аппараты пищевых производств
4	4	Педагогика и психология высшей школы
2,4	2,4	Научно-исследовательская деятельность (концентрированная)
5	5	Педагогическая практика
1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6,7	Научно-исследовательская (рассредоточенная)

7,8	8,9	Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук
8	9	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
8	9	Представление научного доклада об основных результатах подготовленной НКР (диссертации)



**7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания**

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
<b>УК-3 Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</b>					
знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений; методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; методы научно-исследовательской деятельности;	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Расчетно-графическая работа, тесты, письменный и устный опрос, зачет
уметь: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов;	Частичные умения	Неполные умения	Учения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
владеть: технологиями планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	
<b>ОПК-1 Способность и готовность к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований</b>					
знать: конкретные методы и приемы научно-исследовательской работы с использованием современных компьютерных технологий; - сущность информационных технологий;	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Расчетно-графическая работа, тесты, письменный и устный опрос, зачет
уметь: ставить задачу и выполнять фундаментальные и прикладные научные исследования при решении конкретных задач по направлению подготовки;	Частичные умения	Неполные умения	Учения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	

<b>владеть:</b> практическими навыками и организации и проведения фундаментальных и прикладных научных исследований.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	
<b>ОПК-2 Способность и готовность к анализу, обобщению и публичному представлению результатов выполненных научных исследований</b>					
<b>знать:</b> конкретные методы организации работы научных исследований;	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Расчетно-графическая работа, тесты, письменный и устный опрос, зачет
<b>уметь:</b> обобщать и представлять результаты выполненных научных исследований;	Частичные умения	Неполные умения	Учения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
<b>владеть:</b> навыками организации публичного представления результатов выполненных научных исследований.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	
<b>ПК-7 Способность к приобретению с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий</b>					
<b>знать:</b> основные особенности научного метода познания;	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Расчетно-графическая работа, тесты, письменный и устный опрос, зачет
<b>уметь:</b> самостоятельно использовать информационные и компьютерные технологии для решения научно-исследовательских и технических задач;	Частичные умения	Неполные умения	Учения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
<b>владеть:</b> навыками самостоятельного использования современных образовательных и информационных технологий.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

**7.3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Расчётно-графическая работа (по темам дисциплины)**

**Тема «Транспортная задача»**

**Задание 1.** Составить начальный опорный план методом наименьшей стоимости и найти оптимальный план перевозок, при котором транспортные издержки были бы минимальными, методом потенциалов или распределительным методом. Стоимость перевозки единицы груза, его запасы и потребности в нем указаны в таблице.

Поставщики	Потребители				Запасы
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	
$A_1$	9	10	11	12	20
$A_2$	8	4	3	5	60
$A_3$	7	6	1	2	20
Потребности	40	20	10	30	100

**Задание 2.** Решить ТЗ открытого типа.

В трех хранилищах  $A_1, A_2, A_3$  имеется соответственно 70, 90 и 50 т топлива. Требуется спланировать перевозку топлива четырем потребителям  $B_1, B_2, B_3, B_4$ , спрос которых равен соответственно 50, 70, 40 и 40 т так, чтобы затраты на транспортировку были минимальны. Стоимость перевозки 1 т указана в таблице.

Хранилища	Потребители				Запас топлива, т
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	
	Стоимость перевозки 1т топлива, ден. ед.				
$A_1$	5	2	3	6	70
$A_2$	4	3	5	7	90
$A_3$	2	4	1	5	50
Потребность в топливе, т	50	70	40	40	210 > 200

**Задание 3.** Решить ТЗ, исходные данные которой приведены в таблице, при дополнительных условиях: из пункта  $A_1$  в пункт  $B_2$  необходимо перевезти ровно 100 ед. груза, из  $A_3$  в пункт  $B_1$  не более 200 ед. груза.

	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$a_i$
$A_1$	1	5	6	200
$A_2$	2	6	7	300
$A_3$	3	7	8	500
$b_j$	500	400	100	1000

## Тема «Задачи линейного программирования»

**Задание 1.** Составить математическую модель задачи и решить графически.

На изготовление двух видов продукции  $P_1$  и  $P_2$  требуется три вида сырья  $S_1$ ,  $S_2$  и  $S_3$ . Запасы каждого вида сырья ограничены и составляют соответственно 10, 10 и 4 усл. ед.

При заданной технологии известно количество сырья, необходимое для изготовления единицы каждого из видов продукции, а также прибыль, получаемая при реализации единицы продукции.

Сырье	Продукция		Запасы сырья
	$P_1$	$P_2$	
$S_1$	1	2	10
$S_2$	2	1	10
$S_3$	1	0	4
Прибыль	4	1	

Составить такой план выпуска продукции видов  $P_1$  и  $P_2$ , при котором прибыль от реализации всей продукции была бы максимальной.

**Задание 2.** Решить графически ЗЛП.

$$\max(\min) Z = 2x_1 + x_2 - 3;$$

$$\begin{cases} x_1 - x_2 \geq -2, \\ x_1 - 3x_2 \geq -18, \\ x_1 + 2x_2 \geq 22, \\ x_1 \leq 12, \\ x_2 \geq 6. \end{cases}$$

**Задание 3.** Решить графически ЗЛП.

$$\max(\min) Z = 8x_1 + x_2 - 3x_3;$$

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 + x_3 + 2x_4 + x_5 = 4, \\ 2x_1 + x_3 - 3x_4 + 5x_5 = 3, \\ 3x_1 - x_3 + 6x_4 + x_5 = 6; \\ x_j \geq 0, \quad j = \overline{1,5}. \end{cases}$$

**Задание 4.** 1) Решить ЗЛП симплексным методом:

$$\max Z = 2x_1 - x_2 + x_3;$$

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 + 3x_3 \leq 2, \\ x_2 - 2x_3 \leq 4, \\ 2x_1 + 3x_2 - x_3 \leq 3; \\ x_j \geq 0, \quad j = \overline{1,3}. \end{cases}$$

2) Для данной задачи записать двойственную задачу.

3) Используя решение исходной задачи и соответствие между переменными прямой и двойственной задач, найти оптимальное решение двойственной задачи.

**Задание 5.** Решить ЗЛП методом искусственного базиса:

$$\max Z = 8x_1 + x_2 - 3x_3;$$

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 + x_3 + 2x_4 + x_5 = 4, \\ 2x_1 + x_3 - 3x_4 + 5x_5 = 3, \\ 3x_1 - x_3 + 6x_4 + x_5 = 6; \\ x_j \geq 0, \quad j = \overline{1,5}. \end{cases}$$

## Тема «Задачи нелинейного и динамического программирования»

**Задание 1.** Решить задачу многокритериальной оптимизации методом последовательных уступок:

$$\begin{aligned} \max Z_1 &= -x_1 + 2x_2; \\ \max Z_2 &= 2x_1 + x_2; \\ \max Z_3 &= x_1 - 3x_2; \\ \begin{cases} x_1 + x_2 \leq 6, \\ 1 \leq x_1 \leq 3, \\ 1 \leq x_2 \leq 4. \end{cases} \end{aligned}$$

Допустимые уступки по первым двум критериям:  $\delta_1 = 3; \delta_2 = 5/3$ .

**Задание 2.** Решить графически задачу нелинейного программирования:

$$\begin{aligned} \max (\min) Z &= x_1^2 + x_2^2; \\ \begin{cases} x_1 x_2 \leq 4, \\ x_1 + x_2 \geq 5, \\ x_1 \leq 7, \\ x_2 \leq 6, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases} \end{aligned}$$

**Задание 3.** Методом множителей Лагранжа решить задачу:

$$\begin{aligned} \max Z &= x_1 x_2 + x_2 x_3; \\ \begin{cases} x_1 + x_2 = 2, \\ x_2 + x_3 = 5. \end{cases} \end{aligned}$$

**Задание 4.** Методом рекуррентных соотношений решить задачу динамического программирования:

$$\begin{aligned} \max Z &= 3x_1^2 - 4x_2 + 3x_3^3; \\ \begin{cases} 4x_1 + 3x_2 + 2x_3 \leq 8, \\ x_j \geq 0, \\ x_j - \text{целые}, j = 1, 2, 3. \end{cases} \end{aligned}$$

## Тема «Целочисленное программирование»

На приобретение оборудования для нового производственного участка выделено 30 млн. руб. Оборудование должно быть размещено на площади в 850 кв. м. Предприятие может заказать машины типа А стоимостью 5 млн. руб., занимающие площадь (с учетом проходов) 85 кв. м и выпускающие 9 ед. продукции за смену, и машины типа Б стоимостью 3 млн. руб., занимающие площадь 111 кв. м и обеспечивающие выпуск 7 ед. продукции за смену. При этом следует учесть, что машин типа А можно заказать не более 4 штук. Требуется:

- 1) составить математическую модель задачи, пользуясь которой можно найти план приобретения машин, учитывающий возможности предприятия и обеспечивающий наивысшую производительность участка;
- 2) используя графический метод, найти оптимальный план приобретения оборудования;
- 3) используя метод Гомори, найти оптимальный план приобретения оборудования.

### Тест для контроля остаточных знаний

**Задание 1.** Как называется форма ЗЛП, в которой все ограничения кроме ограничений, связанных с неотрицательностью переменных, записаны в виде уравнений?

- 1) Классическая    2) Каноническая    3) Гауссовская    4) Стандартная

**Задание 2.** Входят ли планы  $x = (1,1)$  и  $x = (4,7)$  в множество допустимых планов ЗЛП с системой ограничений:

$$\begin{cases} -2x_1 + x_2 \leq 2, \\ x_1 - 3x_2 \geq -9, \\ 4x_1 + 3x_2 \leq 24, \\ x_1 \geq 0, \\ x_2 \geq 0. \end{cases}$$

- 1) Только  $x = (1,1)$   
2) Только  $x = (4,7)$   
3) И тот и другой  
4) Ни тот ни другой

**Задание 3.** Каков градиент целевой функции для ЗЛП:

$$\max Z = 3x_1 - x_2;$$

$$\begin{cases} -2x_1 + x_2 \leq 2, \\ x_1 - 3x_2 \geq -9, \\ 4x_1 + 3x_2 \leq 24, \\ x_1 \geq 0, \\ x_2 \geq 0. \end{cases}$$

- 1)  $(-9,24)$                       2)  $(1,-3)$                       3)  $(-2,1)$                       4)  $(3,-1)$

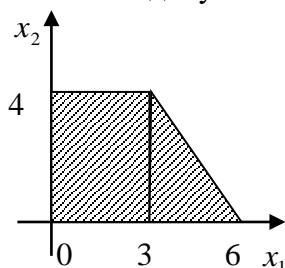
**Задание 4.** Каков оптимальный план, если при решении ЗЛП на  $\max$  линия уровня при движении в направлении градиента выходит из множества допустимых планов в точке пересечения прямых  $3x_1 + x_2 = 6$  и  $-2x_1 + x_2 = 1$ ?

- 1)  $(3,1)$                       2)  $(1,3)$                       3)  $(1,2)$                       4)  $(2,0)$

**Задание 5.** Максимальное значение функции  $Z = x_1 + x_2$  при ограничениях  $x_1 + x_2 \leq 2$ ,  $x_1 \geq 0$ ,  $x_2 \geq 0$  равно ...

- 1) 2                      2) 4                      3) 1                      4) 0

**Задание 6.** Область допустимых решений ЗЛП имеет вид



Тогда максимальное значение функции  $Z = 2x_1 + 6x_2$  равно...

- 1) 30                      2) 24                      3) 32                      4) 26

**Задание 7.** Какие должны быть значения  $\Delta_j$  в симплекс таблице для того, чтобы рассматриваемый план ЗЛП был оптимальным при решении задачи на  $\max$ ?

- 1) Все неотрицательные  
2) Все неположительные  
3) Все отрицательные  
4) Все положительные

**Задание 8.** Сколько дополнительных переменных вводится при решении симплекс-методом ЗЛП с системой ограничений

$$\begin{cases} 5x_1 - 2x_2 - 3x_3 = 3, \\ x_1 + 3x_2 + x_3 \geq 4, \\ 3x_1 - x_2 + x_3 \leq 12, \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad x_3 \geq 0. \end{cases}$$

- 1) 4            2) 3            3) 2            4) 1

**Задание 9.** В процессе решения симплекс-методом ЗЛП на min получено:  $\Delta_1 = -\frac{14}{3}$ ,

$\Delta_2 = 0$ ,  $\Delta_3 = \frac{31}{12}$ ,  $\Delta_4 = 0$ ,  $\Delta_5 = 0$ . Какую переменную нужно ввести в базис?

- 1) Никакую            2)  $x_1$             3)  $x_2$             4)  $x_3$

**Задание 10.** Транспортная задача будет закрытой, если...

	50	$60+b$	200
$100+a$	7	2	4
200	3	5	6

- 1)  $a=30; b=10$             2)  $a=30; b=20$             3)  $a=30; b=40$             4)  $a=30; b=5$

**Задание 11.** Максимум – это...

- 1) цена игры  
2) матрица игры  
3) нижняя цена игры  
4) верхняя цена игры

**Задание 12.** Игра имеет седловую точку, если...

- 1)  $\alpha > \beta$             2)  $\alpha = \beta$             3)  $\alpha \neq \beta$             4)  $\alpha < \beta$

### Вопросы к зачету

1. Модели и моделирование.
2. Виды моделей и моделирования.
3. Построение математических моделей.
4. Этапы математического моделирования.
5. Виды математических моделей.
6. Понятие линейного программирования. Примеры задач линейного программирования.
7. Формы записи задач линейного программирования.
8. Способы преобразования моделей задач линейного программирования.
9. Геометрическая интерпретация и графическое решение задач линейного программирования с двумя переменными.
10. Анализ модели на чувствительность.
11. Геометрическая интерпретация задач линейного программирования с  $n$  переменными.
12. Свойства решений задач линейного программирования.
13. Общая идея симплексного метода.
14. Построение начального опорного плана при решении задачи линейного программирования симплексным методом.
15. Признак оптимальности опорного плана. Симплексные таблицы.
16. Переход к нехудшему опорному плану при решении задачи линейного программирования симплексным методом.

17. Альтернативный оптимум: признак бесконечности множества оптимальных планов.
18. Понятие о вырожденности. Зацикливание.
19. Метод искусственного базиса (М - метод).
20. Понятие двойственности для симметричных задач линейного программирования.
21. Несимметричные двойственные задачи.
22. Геометрическая интерпретация двойственных задач.
23. Теоремы двойственности и их экономическое содержание.
24. Анализ решения задачи линейного программирования.
25. Постановка задачи целочисленного программирования.
26. Графическое решение задачи целочисленного программирования.
27. Решение задачи целочисленного программирования методом Гомори.
28. Метод ветвей и границ.
29. Постановка транспортной задачи по критерию стоимости в матричной форме.
30. Построение исходного опорного плана транспортной задачи методами «северо-западного» угла, минимального элемента, аппроксимации Фогеля.
31. Понятие цикла.
32. Метод потенциалов. Алгоритм решения транспортной задачи методом потенциалов.
33. Решение транспортной задачи распределительным методом.
34. Решение транспортной задачи с открытой моделью.
35. Транспортная задача с ограничениями на пропускную способность.
36. Транспортная задача по критерию времени.
37. Основные понятия теории игр, классификация игр.
38. Формальное представление игр.
39. Антагонистические игры.
40. Игры с ненулевой суммой и кооперативные игры.
41. Позиционные игры.
42. Рисковые ситуации.
43. Портфельный анализ.
44. Постановка задачи нелинейного программирования.
40. Графоаналитическое решение задачи нелинейного программирования.
41. Метод множителей Лагранжа.
42. Градиентные методы.

#### **7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

##### **Требования к расчетно-графической работе**

Расчетно-графическая работа представляет собой один из видов самостоятельной работы обучающихся. По сути – это изложение ответов на определенные теоретические вопросы по учебной дисциплине, а также решение практических задач. Расчетно-графическая проводится для того, чтобы развить у обучающихся способности к анализу научной и учебной литературы, умение обобщать, систематизировать и оценивать практический и научный материал, укреплять навыки овладения понятиями определенной науки и т. д.

При оценке расчетно-графической работы преподаватель руководствуется следующими критериями:

- работа была выполнена автором самостоятельно;
- обучающийся подобрал достаточный список литературы, который необходим для осмысления темы контрольной;
- автор сумел составить логически обоснованный план, который соответствует поставленным задачам и сформулированной цели;
- обучающийся проанализировал материал;



- расчетно-графическая работа отвечает всем требованиям четкости изложения и аргументированности, объективности и логичности, грамотности и корректности;
- обучающийся сумел обосновать свою точку зрения;
- расчетно-графическая работа оформлена в соответствии с требованиями;
- автор защитил расчетно-графическую работу и успешно ответил на все вопросы преподавателя.

Расчетно-графическая работа, выполненная небрежно, не по своему варианту, без соблюдения правил, предъявляемых к ее оформлению, возвращается без проверки с указанием причин, которые доводятся до обучающегося. В этом случае расчетно-графическая работа выполняется повторно.

Вариант расчетно-графической работы выдается в соответствии с порядковым номером в списке аспирантов.

### **Критерии оценки знаний при написании расчетно-графической работы**

Отметка «отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопросов контрольной работы и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Отметка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Отметка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными понятиями выносимых на контрольную работу тем, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Отметка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания выносимых на контрольную работу вопросов тем дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий и не умеет использовать полученные знания.

### **Требования к выполнению тестового задания**

Тестирование является одним из основных средств формального контроля качества обучения. Это метод, основанный на стандартизированных заданиях, которые позволяют измерить психофизиологические и личностные характеристики, а также знания, умения и навыки испытуемого.

Основные принципы тестирования, следующие:

- связь с целями обучения - цели тестирования должны отвечать критериям социальной полезности и значимости, научной корректности и общественной поддержки;
- объективность - использование в педагогических измерениях этого принципа призвано не допустить субъективизма и предвзятости в процессе этих измерений;
- справедливость и гласность - одинаково доброжелательное отношение ко всем обучающимся, открытость всех этапов процесса измерений, своевременность ознакомления обучающихся с результатами измерений;
- систематичность – систематичность тестирований и самопроверок каждого учебного модуля, раздела и каждой темы; важным аспектом данного принципа является требование репрезентативного представления содержания учебного курса в содержании теста;
- гуманность и этичность - тестовые задания и процедура тестирования должны исключать нанесение какого-либо вреда обучающимся, не допускать ущемления их по национальному, этническому, материальному, расовому, территориальному, культурному и другим признакам;

Важнейшим является принцип, в соответствии с которым тесты должны быть построены по методике, обеспечивающей выполнение требований соответствующего федерального государственного образовательного стандарта.

В тестовых заданиях используются четыре типа вопросов:

– закрытая форма - является наиболее распространенной и предлагает несколько альтернативных ответов на поставленный вопрос. Например, обучающемуся задается вопрос, требующий альтернативного ответа «да» или «нет», «является» или «не является», «относится» или «не относится» и т.п. Тестовое задание, содержащее вопрос в закрытой форме, включает в себя один или несколько правильных ответов и иногда называется выборочным заданием. Закрытая форма вопросов используется также в тестах-задачах с выборочными ответами. В тестовом задании в этом случае сформулированы условие задачи и все необходимые исходные данные, а в ответах представлены несколько вариантов результата решения в числовом или буквенном виде. Обучающийся должен решить задачу и показать, какой из представленных ответов он получил.

– открытая форма - вопрос в открытой форме представляет собой утверждение, которое необходимо дополнить. Данная форма может быть представлена в тестовом задании, например, в виде словесного текста, формулы (уравнения), графика, в которых пропущены существенные составляющие - части слова или буквы, условные обозначения, линии или изображения элементов схемы и графика. Обучающийся должен по памяти вставить соответствующие элементы в указанные места («пропуски»).

– установление соответствия - в данном случае обучающемуся предлагают два списка, между элементами которых следует установить соответствие;

– установление последовательности - предполагает необходимость установить правильную последовательность предлагаемого списка слов или фраз.

#### **Критерии оценки знаний при проведении тестирования**

Отметка «отлично» выставляется при условии правильного ответа не менее чем 85% тестовых заданий;

Отметка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа не менее чем 70 % тестовых заданий;

Отметка «удовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа не менее 50 %;

Отметка «неудовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа менее чем на 50 % тестовых заданий.

Результаты текущего контроля используются при проведении промежуточной аттестации.

#### **Критерии оценки знаний на зачете.**

Зачет - форма проверки знаний, умений и навыков, приобретенных обучающимися в процессе усвоения учебного материала лекционных и практических занятий по дисциплине.

Зачет может проводиться в форме устного опроса по билетам (вопросам) или без билетов, с предварительной подготовкой или без подготовки, по усмотрению преподавателя. Экзаменатор вправе задавать вопросы сверх билета, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи по программе данного курса.

Экзаменатор может проставить зачет без опроса или собеседования тем аспирантам, которые активно участвовали в практических занятиях.

#### **Критерии оценки знаний при проведении зачета.**

«**Зачтено**» - выставляется при условии, если студент показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично, последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

«**Не зачтено**» - выставляется при наличии серьезных упущений в процессе изложения учебного материала; в случае отсутствия знаний основных понятий и определений курса или присутствии большого количества ошибок при интерпретации основных определений; если студент показывает значительные затруднения при ответе на предложенные основные и дополнительные вопросы; при условии отсутствия ответа на основной и дополнительный вопросы.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Основная литература

1. Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем: учебное пособие / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец. — Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012. — 271 с. - ЭБС «IPRBooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7003.html>

2. Математическое моделирование и проектирование: учеб. пособие / А.С. Коломейченко, И.Н. Кравченко, А.Н. Ставцев, А.А. Полухин ; под ред. А.С. Коломейченко. — М.: ИНФРА-М, 2018. — 181 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/product/884599>

### 6.2. Дополнительная литература

3. Введение в математическое моделирование: учебно-методическое пособие / Б. А. Вороненко, А. Г. Крысин, В. В. Пеленко, О. А. Цуранов. — СПб: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2014. — 45 с. - ЭБС «IPRBooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65810.html>

4. Алексеев, В. М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. М. Алексеев, Э. М. Галеев, В. М. Тихомиров. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 256 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=544748>

5. Иванец, Г. Е. Математическое моделирование: учебное пособие / Г. Е. Иванец, О. А. Ивина. — Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2014. — 102 с. - ЭБС «IPRBooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61267.html>

6. Беданоков, М.К. Основы математического моделирования [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для аспирантов / М.К. Беданоков, С.А. Лебедев, О.П. Шевякова. - Майкоп: Кучеренко В.О., 2018. - 134 с. - Режим доступа: <http://lib.mkgtu.ru:8002/libdata.php?id=2100048758>

7. Беданоков, М.К. Математическое и имитационное моделирование: учебно-методическое пособие / М.К. Беданоков, Л.Н. Мамадалиева. - Майкоп: Кучеренко В.О., 2014. - 99 с. - Режим доступа: <http://lib.mkgtu.ru:8002/libdata.php?id=2100024905>

### 8.3. Информационно-телекоммуникационные ресурсы сети «Интернет»

- Образовательный портал ФГБОУ ВО «МГТУ» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://mkgtu.ru/>

- Единое окно доступа к образовательным ресурсам: Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

- <http://www.mathprofi.ru/> - ресурс предназначен для студентов технических, экономических и гуманитарных специальностей. Каждый, кто осваивает высшую математику, найдет немало полезных учебных материалов, изложенных в доступной форме.

<https://www.webmath.ru/> - математические онлайн сервисы для помощи школьникам и студентам с решением задач по математике, физике, теории вероятности и многим другим предметам. На сайте представлено много онлайн калькуляторов.

<https://math.semestr.ru/> - онлайн калькуляторы по различным разделам математики.

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Совершенствование методов управления и планирования хозяйственной деятельности в значительной мере связано с применением математических методов исследования.

*Цель курса «Основы математического моделирования» в системе подготовки аспиранта* – изучение основ современных методов математического моделирования и исследования экономических, технических и технологических процессов, а также методов и способов использования математического моделирования в управлении производственными структурами.

*Задачи* изучения курса «Основы математического моделирования» состоят в развитии логического и алгоритмического мышления, в выработке умения моделировать реальные технологические процессы, адаптировать основные математические модели к конкретным практическим задачам.

*Целью лекций* является изложение теоретического материала и иллюстрация его примерами и задачами; истории появления наиболее важных понятий и результатов. Основным теоретическим результатам должны сопутствовать пояснения об их приложениях к конкретным задачам управления.

*Целью практических занятий* является закрепление теоретического материала лекций и выработка умения решать примеры и задачи для последующего применения математических методов и моделей в экономических, технических и социальных приложениях.

*Задачи изучения дисциплины* состоят в реализации требований, установленных в ФГОС ВО к подготовке аспирантов по направлению «Промышленная экология и биотехнологии».

### Методические указания по подготовке к занятиям

Раздел / Тема с указанием основных учебных элементов	Формируемые компетенции	Методы обучения	Способы (формы) обучения	Средства обучения
1. Графический метод решения ЗЛП	УК-3 ОПК-1 ОПК-2 ПК-7	По источнику получения знаний – лекция, практические задания; по назначению - приобретение знаний, формирование умений и навыков, закрепление, проверка знаний, умений и навыков; по типу познавательной деятельности - объяснительно-иллюстративный	Аудиторная (изучение нового учебного материала, формирование и совершенствование умений и навыков, обобщение и систематизация знаний, контроль). Индивидуально-групповой и коллективный	Устная речь, письмо, схемы, рисунки, чертежи, учебники, учебные пособия, дидактические материалы
2. Симплексный метод, двойственные задачи	УК-3 ОПК-1 ОПК-2 ПК-7	По источнику получения знаний – лекция, практические задания; по назначению - приобретение знаний, формирование умений и навыков, закрепление, проверка знаний, умений и навыков; по типу познавательной деятельности - объяснительно-иллюстративный	Аудиторная (изучение нового учебного материала, формирование и совершенствование умений и навыков, обобщение и систематизация знаний, контроль). Индивидуально-групповой и коллективный	Устная речь, письмо, схемы, рисунки, чертежи, учебники, учебные пособия, дидактические материалы

3. Задачи целочисленного программирования	УК-3 ОПК-1 ОПК-2 ПК-7	По источнику получения знаний – лекция, практические задания; по назначению - приобретение знаний, формирование умений и навыков, закрепление, проверка знаний, умений и навыков; по типу познавательной деятельности - объяснительно-иллюстративный	Аудиторная (изучение нового учебного материала, формирование и совершенствование умений и навыков, обобщение и систематизация знаний, контроль). Индивидуально-групповой и коллективный	Устная речь, письмо, схемы, рисунки, чертежи, учебники, учебные пособия, дидактические материалы
4. Транспортная задача	УК-3 ОПК-1 ОПК-2 ПК-7	По источнику получения знаний – лекция, практические задания; по назначению - приобретение знаний, формирование умений и навыков, закрепление, проверка знаний, умений и навыков; по типу познавательной деятельности - объяснительно-иллюстративный	Аудиторная (изучение нового учебного материала, формирование и совершенствование умений и навыков, обобщение и систематизация знаний, контроль). Индивидуально-групповой и коллективный	Устная речь, письмо, схемы, рисунки, чертежи, учебники, учебные пособия, дидактические материалы
5. Элементы теории игр	УК-3 ОПК-1 ОПК-2 ПК-7	По источнику получения знаний – лекция, практические задания; по назначению - приобретение знаний, формирование умений и навыков, закрепление, проверка знаний, умений и навыков; по типу познавательной деятельности - объяснительно-иллюстративный	Аудиторная (изучение нового учебного материала, формирование и совершенствование умений и навыков, обобщение и систематизация знаний, контроль). Индивидуально-групповой и коллективный	Устная речь, письмо, схемы, рисунки, чертежи, учебники, учебные пособия, дидактические материалы
6. Задачи нелинейного программирования.	УК-3 ОПК-1 ОПК-2 ПК-7	По источнику получения знаний – лекция, практические задания; по назначению - приобретение знаний, формирование умений и навыков, закрепление, проверка знаний, умений и навыков; по типу познавательной деятельности - объяснительно-иллюстративный	Аудиторная (изучение нового учебного материала, формирование и совершенствование умений и навыков, обобщение и систематизация знаний, контроль). Индивидуально-групповой и коллективный	Устная речь, письмо, схемы, рисунки, чертежи, учебники, учебные пособия, дидактические материалы

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

### **10.1. Перечень необходимого программного обеспечения**

1. 7-Zip Свободная лицензия
2. Adobe Reader DC Свободная лицензия
3. Антивирус kaspersky endpoint security
4. Операционная система Windows Договор от 17.01.2019 № 31908696765
5. Офисный пакет Microsoft office 2016 Договор от 17.01.2019 № 31908696765

### **10.2. Перечень необходимых информационных справочных систем**

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам:

1. [IPRBooks. Базовая коллекция](http://www.iprbookshop.ru/586.html): электронно-библиотечная система: сайт / Общество с ограниченной ответственностью Компания "Ай Пи Ар Медиа". – Саратов, 2010. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/586.html> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. [Znanium.com](http://znanium.com/catalog). Базовая коллекция: электронно-библиотечная система: сайт / ООО "Научно-издательский центр Инфра-М". – Москва, 2011 - URL: <http://znanium.com/catalog> . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

Для обучающихся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:

1. [eLIBRARY.RU](https://elibrary.ru/defaultx.asp): научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000. - URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. [CYBERLENINKA](https://cyberleninka.ru/): научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2014. URL: <https://cyberleninka.ru/> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. [Национальная электронная библиотека \(НЭБ\)](https://нэб.рф/): федеральная государственная информационная система: сайт / Министерство культуры Российской Федерации, Российская государственная библиотека. – Москва, 2004. - URL: <https://нэб.рф/>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
4. Естественно-научный образовательный портал: сайт / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. – Москва, 2002. – URL: [http://www.en.edu.ru/#\\_blank](http://www.en.edu.ru/#_blank).
5. [Единое окно доступа к информационным ресурсам](http://window.edu.ru/): сайт / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. – Москва, 2005. - URL: <http://window.edu.ru/>

**11. Описание материально-технической базы необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Наименования специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<b>Специальные помещения</b>		
<p>Аудитория для проведения лекционных и практических занятий, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации ауд. 2-11, адрес: г. Майкоп, ул. Первомайская, 210.</p>	<p>Учебное оборудование: проектор, экран, доска.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 7-Zip Свободная лицензия</li> <li>2. Adobe Reader DC Свободная лицензия</li> <li>3. Антивирус kaspersky endpoint security</li> <li>4. Операционная система Windows Договор от 17.01.2019 № 31908696765</li> <li>5. Офисный пакет Microsoft office 2016 Договор от 17.01.2019 № 31908696765</li> </ol>
<b>Помещения для самостоятельной работы</b>		
<p>Аудитория для проведения лекционных и практических занятий, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации ауд. 2-11, адрес: г. Майкоп, ул. Первомайская, 210. В качестве помещений для самостоятельной работы: читальный зал: ул. Первомайская ,191, 3 этаж.</p>	<p>Переносное мультимедийное оборудование, доска, мебель для аудиторий, компьютерный класс на 15 посадочных мест, оснащенный компьютерами Pentium с выходом в Интернет</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 7-Zip Свободная лицензия</li> <li>2. Adobe Reader DC Свободная лицензия</li> <li>3. Антивирус kaspersky endpoint security</li> <li>4. Операционная система Windows Договор от 17.01.2019 № 31908696765</li> <li>5. Офисный пакет Microsoft office 2016 Договор от 17.01.2019 № 31908696765.pdf «Adobe reader».</li> </ol>

**Дополнения и изменения в рабочей программе  
на \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ учебный год**

В рабочую программу \_\_\_\_\_

---

(наименование дисциплины)

для направления (специальности) \_\_\_\_\_

---

(номер направления (специальности))

вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес \_\_\_\_\_

(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

---

(наименование кафедры)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(Ф.И.О.)