

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гнатюк Сергей Иванович  
Должность: Первый проректор  
Дата подписания: 07.08.2025 10:56:21  
Уникальный программный ключ:  
5ede28fe5b714e680817c5c132d4ba793a6b442

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ К.Е. ВОРОШИЛОВА»**

«Утверждаю»  
Декан инженерного факультета

Фесенко А.В. \_\_\_\_\_  
«20» июня 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

учебной дисциплины «Моделирование в агроинженерии»  
для направления подготовки 35.04.06 Агроинженерия  
направленность (программа): Технологии и средства механизации сельского хозяйства

Год начала подготовки - 2024

Квалификация выпускника – магистр

Рабочая программа составлена с учетом требований:

- порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245;
- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 26.07.2017 № 709.

Преподаватели, подготовившие рабочую программу:

канд. техн. наук, доцент  
доцент кафедры механизации  
производственных процессов  
в животноводстве

\_\_\_\_\_

**В.В. Лангазов**

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры механизации производственных процессов в животноводстве (протокол № 9 от «24» мая 2024).

**Заведующий кафедрой**

\_\_\_\_\_

**А.В. Фесенко**

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией инженерного факультета (протокол № 10 от «19» июня 2024).

**Председатель методической комиссии**

\_\_\_\_\_

**А.В. Шовкопляс**

**Руководитель основной профессиональной образовательной программы**

\_\_\_\_\_

**В.Е. Зубков**

## **1. Предмет. Цели и задачи дисциплины, её место в структуре образовательной программы**

**Предметом дисциплины** «Моделирование в агроинженерии» являются математические модели рабочих процессов технологического оборудования и средств механизации в агропромышленном комплексе.

**Целью дисциплины** является изучение эффективных методов построения математических моделей и навыков их анализа при исследовании рабочих процессов технологического оборудования и средств механизации в агропромышленном комплексе

**Основными задачами изучения дисциплины** являются: обучение эффективным методам построения математических моделей рабочих процессов технологического оборудования и средств механизации в агропромышленном комплексе, а также их последующему анализу в практических задачах. В результате также достигается развитие логического, математического и алгоритмического мышления.

Значительная часть материала выносится на самостоятельную проработку, что способствует развитию навыков самостоятельного изучения математической и прикладной литературы по направлению подготовки.

**Место дисциплины в структуре образовательной программы.** Дисциплина «Моделирование в агроинженерии» относится к *обязательной* части (Б1.О.10) основной профессиональной образовательной программы высшего образования (далее – ОПОП ВО). Дисциплина основывается на базе дисциплины «Информационные технологии в профессиональной деятельности».

Дисциплина читается во 2 семестре и предшествует блоку 3 Государственная итоговая аттестация «Выполнение и защита выпускной квалификационной работы» (Б3.01).

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

Коды компетенций	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-3	Способен осуществлять проектирование машин, их рабочих органов, средств механизации, средств технического обслуживания, диагностирования и ремонта для инженерного обеспечения производства сельскохозяйственной продукции	ПК-3.2 Способен проектировать технологические процессы сельскохозяйственных машин и оборудования для животноводства при производстве сельскохозяйственной продукции	<b>Знать:</b> основные положения теории подобия моделирования; технические и программные средства моделирования; <b>уметь:</b> строить математические модели проводить необходимый объём экспериментов для этого; <b>Иметь навыки:</b> навыки использования современных программных средств для построения математических моделей; моделирования сложных технологических объектов.
		ПК-3.3 Способен проводить инженерные расчеты для проектирования систем и объектов при производстве сельскохозяйственной продукции	<b>Знать:</b> методы научных исследований в области создания и использования машин и оборудования в агропромышленном комплексе; <b>Уметь:</b> проводить системный анализ объекта исследования; планировать многофакторный эксперимент, оценивать надежность технических систем; <b>Иметь навыки:</b> оценки эффективности инженерных решений и использования моделей для описания и прогнозирования различных явлений механизированных процессов, а также осуществления их качественного и количественного анализа.

## 3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Виды работ	Очная форма обучения		Заочная форма обучения	Очно-заочная форма обучения
	всего зач.ед./ часов	объём часов	всего	всего
		2 семестр		
Общая трудоёмкость дисциплины, зач.ед./часов, в том числе:	4/144	4/144	4/144	
Контактная работа:	48	48	14	
Лекции	20	20	6	
Практические занятия				
Лабораторные работы	28	28	8	
Другие виды аудиторных занятий	-	-	-	
Контроль, часов	9	9	-	
Самостоятельная работа обучающихся, час	87	87	130	
Вид промежуточной аттестации (зачёт, экзамен)	экзамен	экзамен	экзамен	

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план).

№ п/п	Раздел дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС
Очная форма обучения					
	<b>Раздел 1. Введение в теорию моделирования. Линейное и нелинейное программирование</b>	<b>12</b>		<b>16</b>	<b>41</b>
1.	Введение в теорию моделирования	2			5
2.	Линейное программирование	4		8	12
3.	Теория игр	4		4	12
4	Нелинейное программирование. Нахождение улового экстремума методом Лагранжа	2		4	12
	<b>Раздел 2. Динамическое программирование, сетевое планирование и системы массового обслуживания</b>	<b>8</b>		<b>12</b>	<b>46</b>
5.	Динамическое программирование	4		4	16
6.	Сетевое планирование	2		4	15
7.	Системы массового обслуживания (СМО)	2		4	15
	<b>Всего</b>	<b>20</b>		<b>28</b>	<b>87</b>
заочная форма обучения					
	<b>Раздел 1. Введение в теорию моделирования. Линейное и нелинейное программирование.</b>	<b>6</b>		<b>8</b>	<b>40</b>
1.	Введение в теорию моделирования	2			10
2.	Линейное программирование	4		8	10
3.	Теория игр				10
4	Нелинейное программирование. Нахождение улового экстремума методом Лагранжа				10
	<b>Раздел 2. Динамическое программирование, сетевое планирование и системы массового обслуживания</b>				<b>90</b>
5.	Динамическое программирование				30
6.	Сетевое планирование				30
7.	Системы массового обслуживания (СМО)				30
	<b>Всего</b>	<b>6</b>		<b>8</b>	<b>130</b>

### 4.2. Содержание разделов учебной дисциплины

**Раздел 1. Введение в теорию моделирования. Линейное и нелинейное программирование.**

**Тема 1. Введение в теорию моделирования.**

Характеристика сложных систем и задачи их исследования. Виды моделей и уровни моделирования сложных систем. Характеристика проблемы и методов моделирования сложных систем

**Тема 2. Линейное программирование**

Задачи линейного программирования. Алгоритм решения задач симплекс-методом. Транспортная задача линейного программирования. Метод потенциалов.

**Тема 3. Теория игр**

1. Оптимальное решение игры двух лиц с нулевой суммой.

2. Решение матричных игр в смешанных стратегиях.

3. Графическое решение игр

4. Решение матричных игр методами линейного программирования.

**Тема 4. Нелинейное программирование. Нахождение улового экстремума методом Лагранжа**

1. Компромиссные задачи.
2. Методы нелинейного программирования.
3. Задача на условный экстремум.
4. Метод исключения.
5. Метод множителей Лагранжа.

**Раздел 2. Динамическое программирование, сетевое планирование и системы массового обслуживания**

**Тема 5. Динамическое программирование.**

1. Основные понятия о задачах динамического программирования
2. Решение задачи динамического программирования.
3. Динамическая задача о загрузке

**Тема 6. Сетевое планирование.**

1. Основные понятия о сетевых моделях.
2. Принцип построения сетевого графика.
3. Основные понятия о сетевом планировании механизированных работ.
4. Параметры сетевого графика.

**Тема 7. Системы массового обслуживания (СМО).**

1. Основные компоненты моделей массового обслуживания.
2. Экспоненциальное распределение в системах массового обслуживания.
3. Свойство отсутствия последствия.
4. Определение экспоненциального распределения.
5. Обобщенная модель системы массового обслуживания.
6. Специализированные системы обслуживания с пуассоновским распределением.
7. Функциональные характеристики стационарных систем обслуживания.
8. Модели с одним сервисом.

**4.3. Перечень тем лекций**

№ п/п	Тема лекции	Объём, ч		
		форма обучения		
		очная	заочная	очно- заочная
<b>Раздел 1. Введение в теорию моделирования. Линейное и нелинейное программирование</b>		<b>12</b>	<b>6</b>	
1.	Тема лекционного занятия 1. Введение в теорию моделирования	2	2	
2.	Тема лекционного занятия 2. Линейное программирование	4	4	
3.	Тема лекционного занятия 3. Теория игр	4		
4.	Тема лекционного занятия 4. Нелинейное программирование. Нахождение условного экстремума методом Лагранжа	2		
<b>Раздел 2. Динамическое программирование, сетевое планирование и системы массового обслуживания</b>		<b>8</b>		
5.	Тема лекционного занятия 5. Динамическое программирование	4		
6.	Тема лекционного занятия 6. Сетевое планирование	2		
7.	Тема лекционного занятия 7. Системы массового обслуживания (СМО)	2		
<b>Всего</b>		<b>20</b>	<b>6</b>	

#### 4.4. Перечень тем практических занятий (семинаров)

Не предусмотрены.

#### 4.5. Перечень тем лабораторных работ

№ п/п	Тема лабораторного занятия	Объём, ч		
		форма обучения		
		очная	заочная	очно- заочная
	<b>Раздел 1. Введение в теорию моделирования. Линейное и нелинейное программирование</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	
1.	Симплексный метод решения задач линейного программирования.	4	-	
2.	Транспортная задача линейного программирования. Метод потенциалов.	4	4	
3.	Численное дифференцирование и линейная аппроксимация	2	4	
4.	Нелинейное программирование. Нахождение условного экстремума методом Лагранжа	4	-	
5.	Теория игр	2	-	
	<b>Раздел 2</b> Динамическое программирование, сетевое планирование и системы массового обслуживания	<b>12</b>	<b>-</b>	
6.	Динамическое программирование	4	-	
7.	Сетевое планирование	4	-	
8.	Системы массового обслуживания	4	-	
<b>Всего</b>		<b>28</b>	<b>8</b>	

#### 4.6. Виды самостоятельной работы студентов и перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

##### 4.6.1. Подготовка к аудиторным занятиям

Учебная дисциплина «Моделирование в агроинженерии» является теоретической, дает студентам комплексное представление о сложной системе методов и способов моделирования технологических систем и процессов на производстве и в научной деятельности с учетом специфики агропромышленного комплекса. Аудиторные занятия проводятся в виде лабораторных занятий - это одна из важнейших форм обучения студентов. Проводится с целью закрепления и углубления знаний по моделированию в

агроинженерии. В ходе лекций раскрываются основные вопросы в рамках рассматриваемой темы, делаются акценты на наиболее сложные и интересные положения изучаемого материала, которые должны быть приняты студентами во внимание. Материалы лекций являются основой для подготовки студента к лабораторным занятиям. Проведение активных форм лабораторных занятий позволяет увязать теоретические методики анализа технологических систем с практической деятельностью.

При подготовке к занятиям студент должен:

- изучить рекомендуемую литературу;
- просмотреть самостоятельно дополнительную литературу по изучаемой теме;
- знать вопросы, предусмотренные планом лабораторного занятия и принимать активное участие в их обсуждении;
- без затруднения отвечать на контрольные вопросы к каждой теме.

Основной целью лабораторных занятий является контроль за степенью усвоения пройденного материала, ходом выполнения студентами самостоятельной работы и рассмотрение наиболее сложных и спорных вопросов в рамках темы.

#### 4.6.2. Перечень тем курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены.

#### 4.6.3. Перечень тем рефератов, расчетно-графических работ

Не предусмотрены.

#### 4.6.4. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объём, ч	
			форма обучения	
			очная	заочная
<b>Раздел 1. Введение в теорию моделирования. Линейное и нелинейное программирование</b>			<b>41</b>	<b>40</b>
1.	Введение в теорию моделирования	Гордеев, А. С. Моделирование в агроинженерии : учебник / А. С. Гордеев. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1572-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/211415">https://e.lanbook.com/book/211415</a> (дата обращения: 20.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	5	10

№	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое	Объём, ч	
2.	Линейное программирование	Гордеев, А. С. Моделирование в агроинженерии : учебник / А. С. Гордеев. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1572-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/211415">https://e.lanbook.com/book/211415</a> (дата обращения: 20.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	12	10
3.	Теория игр	Гордеев, А. С. Моделирование в агроинженерии : учебник / А. С. Гордеев. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1572-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/211415">https://e.lanbook.com/book/211415</a> (дата обращения: 20.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	12	10
4.	Нелинейное программирование. Нахождение улового экстремума методом Лагранжа	Гордеев, А. С. Моделирование в агроинженерии : учебник / А. С. Гордеев. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1572-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/211415">https://e.lanbook.com/book/211415</a> (дата обращения: 20.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	12	10
<b>Раздел 2. Динамическое программирование, сетевое планирование и системы массового обслуживания</b>			<b>46</b>	<b>90</b>
5.	Динамическое программирование	Гордеев, А. С. Моделирование в агроинженерии : учебник / А. С. Гордеев. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1572-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/211415">https://e.lanbook.com/book/211415</a> (дата обращения: 20.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	16	30
6.	Сетевое планирование	Гордеев, А. С. Моделирование в агроинженерии : учебник / А. С. Гордеев. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. —	15	30

№	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое	Объём, ч	
		384 с. — ISBN 978-5-8114-1572-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/211415">https://e.lanbook.com/book/211415</a> (дата обращения: 20.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.		
7	Системы массового обслуживания (СМО)	Гордеев, А. С. Моделирование в агроинженерии : учебник / А. С. Гордеев. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1572-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/211415">https://e.lanbook.com/book/211415</a> (дата обращения: 20.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	15	30
<b>Всего</b>			<b>87</b>	<b>130</b>

#### 4.6.5. Другие виды самостоятельной работы студентов

Не предусмотрены.

#### 4.7. Перечень тем и видов занятий, проводимых в интерактивной форме

Не предусмотрены.

### 5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Полное описание фонда оценочных средств текущей и промежуточной аттестации обучающихся с перечнем компетенций, описанием показателей и критериев оценивания компетенций, шкал оценивания, типовые контрольные задания и методические материалы представлены в приложении 3 к настоящей программе.

### 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, изд-во, год издания, количество страниц	Кол-во экз. в библи.
1.	Гордеев, А. С. Моделирование в агроинженерии : учебник / А. С. Гордеев. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1572-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/211415">https://e.lanbook.com/book/211415</a> (дата обращения: 20.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	электронный ресурс
2.	Акулич, И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах : учебное пособие / И. Л. Акулич. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-0916-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/210680">https://e.lanbook.com/book/210680</a> (дата обращения: 20.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	электронный ресурс

### 6.1.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, изд-во, год издания, количество страниц
1.	Благодатских, А. И. Сборник задач и упражнений по теории игр : учебное пособие / А. И. Благодатских, Н. Н. Петров. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-1665-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/211583">https://e.lanbook.com/book/211583</a> (дата обращения: 20.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2.	Кузнецов, Ю. А. Методы оптимизации: линейное программирование : учебно-методическое пособие / Ю. А. Кузнецов, А. В. Семенов. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2022. — 43 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/283076">https://e.lanbook.com/book/283076</a> (дата обращения: 20.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Скопировать в буфер
3.	Кузнецов, Ю. А. Основы нелинейного программирования : учебно-методическое пособие / Ю. А. Кузнецов, А. В. Семенов. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2022. — 48 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/283082">https://e.lanbook.com/book/283082</a> (дата обращения: 20.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 6.1.3. Периодические издания

Не предусмотрены.

### 6.1.4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

№ п/п	Автор, название, место издания, изд-во, год издания, количество страниц
1.	Лангазов В.В. Моделирование в агроинженерии. Курс лекций / В.В. Лангазов, Н.П. Семилетова. – Луганск: Кафедра МППЖ ГОУ ВО ЛНР ЛГАУ. – 2020. – 124 с.
2.	Лангазов В.В. Моделирование в агроинженерии. Лабораторные работы / В.В. Лангазов, Н.П. Семилетова. – Луганск: Кафедра МППЖ ГОУ ВО ЛНР ЛГАУ. – 2019. – 94 с.

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

№ п/п	Название интернет-ресурса, адрес и режим доступа
1.	Википедия – свободная энциклопедия. [Электронный ресурс]. URL: <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki">https://ru.wikipedia.org/wiki</a> (дата обращения: 20.08.2022).

### 6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

#### 6.3.1. Компьютерные обучающие и контролирующие программы

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного обеспечения	Функция программного обеспечения		
			контроль	моделирующая	обучающая
1	Лабораторные	Программа для тестовой оценки знаний студентов КТС-2; учебная компьютерная программа “LP1” (определение оптимального состава машинно-тракторного парка с помощью методов линейного	+	+	+

2	Лекционные, лабораторные	Система дистанционного обучения Moodle	+	+	+
---	--------------------------	--	---	---	---

### 6.3.2. Аудио- и видеопособия

Не предусмотрены.

### 6.3.3. Компьютерные презентации учебных курсов

Не предусмотрены.

## 7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий	Перечень основного оборудования, приборов и материалов
1.	1М-210 – компьютерный класс, учебная аудитория для проведения практических занятий и самостоятельной работы	Сканер 4200 – 1 шт., электрон. проектор LCD – 1 шт., стол аудиторный – 11 шт., стул – 19 шт., стол компьютерный – 1 шт., компьютер Pentium-300 – 1 шт., компьютер Celeron – 9 шт.
2.	1М-213 – учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций и самостоятельной работы	Шкаф кн. – 2 шт., стул мягкий – 2 шт., вешалка – 1 шт., стол приставной – 1 шт., стол письменный – 1 шт., багет – 1 шт., стол одностумбовый – 1 шт.

## 8. Междисциплинарные связи

### Протокол согласования рабочей программы с другими дисциплинами

Наименование дисциплины, с которой проводилось согласование	Кафедра, с которой проводилось согласование	Предложения об изменениях в рабочей программе. Заключение об итогах согласования
Оптимизация технологических процессов	Механизация производственных процессов в животноводстве	согласовано





МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К.Е. ВОРОШИЛОВА»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине (модулю) Моделирование в агроинженерии

Направление подготовки 35.04.06 Агроинженерия

Программа Технологии и средства механизации сельского хозяйства

Уровень профессионального образования - магистратура

Год начала подготовки: 2024

Луганск, 2024

**1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ, СООТНЕСЕННЫХ С ИНДИКАТОРАМИ ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Наименование модулей и (или) разделов дисциплины	Наименование оценочного средства	
						Текущий контроль	Промежуточная аттестация
<b>ПК-3</b>	Способен осуществлять проектирование машин, их рабочих органов, средств механизации, средств технического обслуживания, диагностирования и ремонта для инженерного обеспечения производства сельскохозяйственной продукции	<b>ПК-3.2</b> Способен проектировать технологические процессы сельскохозяйственных машин и оборудования для животноводства при производстве сельскохозяйственной продукции	Первый этап (пороговый уровень)	<b>Знать:</b> основные положения теории подбора моделирования; технические и программные средства моделирования.	Раздел 1. Введение в теорию моделирования. Линейное и нелинейное программирование. Раздел 2. Динамическое программирование, сетевое планирование и системы массового обслуживания.	Тесты закрытого типа	Экзамен
			Второй этап (продвинутый уровень)	<b>Уметь:</b> строить математические модели проводить необходимый объём экспериментов для этого.	Раздел 1. Введение в теорию моделирования. Линейное и нелинейное программирование. Раздел 2. Динамическое программирование, сетевое планирование и системы массового обслуживания.	Тесты открытого типа (вопросы для опроса)	Экзамен
			Третий этап (высокий уровень)	<b>Иметь навыки:</b> использования современных программных средств для построения математических моделей; моделирования сложных технологических объектов	Раздел 1. Введение в теорию моделирования. Линейное и нелинейное программирование. Раздел 2. Динамическое программирование, сетевое планирование и системы массового обслуживания.	Практические задания	Экзамен
		<b>ПК-3.3</b> Способен проводить	Первый этап (пороговый)	<b>Знать:</b> методы научных исследований в области	Раздел 1. Введение в теорию моделирования.	Тесты закрытого	Экзамен

Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Наименование модулей и (или) разделов дисциплины	Наименование оценочного средства	
						Текущий контроль	Промежуточная аттестация
		инженерные расчеты для проектирования систем и объектов при производстве сельскохозяйственной продукции	уровень)	создания и использования машин и оборудования в агропромышленном комплексе	Линейное и нелинейное программирование. Раздел 2. Динамическое программирование, сетевое планирование и системы массового обслуживания.	типа	
			Второй этап (продвинутый уровень)	<b>Уметь:</b> проводить системный анализ объекта исследования; планировать многофакторный эксперимент, оценивать надежность технических систем;	Раздел 1. Введение в теорию моделирования. Линейное и нелинейное программирование. Раздел 2. Динамическое программирование, сетевое планирование и системы массового обслуживания.	Тесты открытого типа (вопросы для опроса)	Экзамен
			Третий этап (высокий уровень)	<b>Иметь навыки:</b> оценки эффективности инженерных решений и использования моделей для описания и прогнозирования различных явлений механизированных процессов, а также осуществления их качественного и количественного анализа.	Раздел 1. Введение в теорию моделирования. Линейное и нелинейное программирование. Раздел 2. Динамическое программирование, сетевое планирование и системы массового обслуживания.	Практические задания	Экзамен



## 2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1.	<b>Тест (экзамен)</b>	Система стандартизированных заданий, позволяющая измерить уровень знаний.	Тестовые задания к экзамену	В тесте набрано 90-100 баллов	Оценка «Отлично» (5)
				В тесте набрано 75-85 баллов	Оценка «Хорошо» (4)
				В тесте выполнено 60-70% заданий	Оценка «Удовлетворительно» (3)
				В тесте выполнено менее 60% заданий	Оценка «Неудовлетворительно» (2)
2.	<b>Опрос</b>	Форма работы, которая позволяет оценить кругозор, умение логически построить ответ, умение продемонстрировать монологическую речь и иные коммуникативные навыки. Устный опрос обладает большими возможностями воспитательного воздействия, создавая условия для неформального общения.	Вопросы к опросу	Продемонстрированы предполагаемые ответы; правильно использован алгоритм обоснований во время рассуждений; есть логика рассуждений.	Оценка «Отлично» (5)
				Продемонстрированы предполагаемые ответы; есть логика рассуждений, но неточно использован алгоритм обоснований во время рассуждений и не все ответы полные.	Оценка «Хорошо» (4)
				Продемонстрированы предполагаемые ответы, но неправильно использован алгоритм обоснований во время рассуждений; отсутствует логика рассуждений; ответы не полные.	Оценка «Удовлетворительно» (3)
				Ответы не представлены.	Оценка «Неудовлетворительно» (2)
5.	<b>Экзамен</b>	Контрольное мероприятие, которое проводится по окончании изучения дисциплины.	Вопросы к экзамену	Показано знание теории вопроса, понятийно-терминологического аппарата дисциплины; умение анализировать проблему, содержательно и стилистически грамотно излагать суть вопроса; глубоко понимать материал; владение аналитическим способом изложения вопроса, научных идей; навыками аргументации и анализа фактов, событий, явлений, процессов. Выставляется обучающемуся, полно, подробно и грамотно ответившему на вопросы билета и вопросы экзаменатора.	Оценка «Отлично» (5)
				Показано знание основных теоретических положений	Оценка «Хорошо» (4)

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Критерии оценивания	Шкала оценивания
				<p>вопроса; умение анализировать явления, факты, действия в рамках вопроса; содержательно и стилистически грамотно излагать суть вопроса, но имеет место недостаточная полнота ответов по излагаемому вопросу. Продемонстрировано владение аналитическим способом изложения вопроса и навыками аргументации. Выставляется обучающемуся, полностью ответившему на вопросы билета и вопросы экзаменатора, но допустившему при ответах незначительные ошибки, указывающие на наличие несистемности и пробелов в знаниях.</p>	
				<p>Показано знание теории вопроса фрагментарно (неполнота изложения информации; оперирование понятиями на бытовом уровне); умение выделить главное, сформулировать выводы, показать связь в построении ответа не продемонстрировано. Владение аналитическим способом изложения вопроса и владение навыками аргументации не продемонстрировано. Обучающийся допустил существенные ошибки при ответах на вопросы билетов и вопросы экзаменатора.</p>	<p>Оценка «Удовлетворительно» (3)</p>
				<p>Знание понятийного аппарата, теории вопроса, не продемонстрировано; умение анализировать учебный материал не продемонстрировано; владение аналитическим способом изложения вопроса и владение навыками аргументации не продемонстрировано. Обучающийся не ответил на один или два вопроса билета и дополнительные вопросы экзаменатора.</p>	<p>Оценка «Неудовлетворительно» (2)</p>

### **3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

#### **Оценочные средства для проведения текущего контроля**

Текущий контроль осуществляется преподавателем дисциплины при проведении занятий в форме устного опроса.

**ПК-3.** Способен осуществлять проектирование машин, их рабочих органов, средств механизации, средств технического обслуживания, диагностирования и ремонта для инженерного обеспечения.

**ПК-3.2.** Способен проектировать технологические процессы сельскохозяйственных машин и оборудования для животноводства при производстве сельскохозяйственной продукции

**Первый этап (пороговой уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «знать»:** основные положения теории подобия моделирования; технические и программные средства моделирования..

#### **Задачи закрытого типа (вопросы для опроса)**

**1. Транспортная задача – это особенная задача (выберите один вариант ответа):**

- а) линейного программирования
- б) нелинейного программирования
- в) динамического программирования
- г) сетевого планирования
- д) все ответы правильны

**2. Методы безусловной оптимизации – это (выберите один вариант ответа):**

- а) методы поиска минимума функции многих переменных при отсутствии ограничений
- б) целеустремленный перебор вершин  $n$ -гранника, при котором целевая функция монотонно возрастает или убывает
- в) абстрактная модель, представленная на языке математических отношений
- г) проведение исследований на реальном объекте с последующей обработкой результатов эксперимента на основе теории подобия

**3. Матрица называется транспонированной по отношению к исходной если (выберите один вариант ответа):**

- а) если умножить матрицу на вектор
- б) строки матрицы заменить ее столбцами
- в) если умножить матрицу на другую матрицу)
- г) если умножить матрицу на ноль
- д) если разделить матрицу на вектор

**4 Сенсуальные модели (определение) (выберите один вариант ответа):**

- а) выявляют набор причинно-следственных связей, учет которых необходим для получения требуемых результатов
- б) направлены на изучение объективных законов природы
- в) описывают поведение объекта-оригинала, но не копируют его

- г) модели каких-то чувств, эмоций, либо модели, оказывающие воздействие на чувства человека  
 д) абстрактные модели, представленные на языке математических отношений

**5. Критерий эффективности – это** (выберите один вариант ответа):

- а) мера эффективности системы в целом  
 б) мера одного свойства (характеристики) системы в численном выражении  
 в) степень соответствия системы своему назначению  
 г) правило получения результатов, предписанных целью (назначением) системы  
 д) правило получения результатов, предписанных целью (назначением) системы)

Ключи

1.	а
2.	а
3.	б
4.	г
5.	а

**6. Прочитайте текст и установите соответствие**

В настоящее время при проектировании сложных систем применяют следующие методы.  
**Соотнесите методы моделирования соответственно их характерным особенностям:**

Методы моделирования	Характерная особенность метода
1. Аналитические	а) построение конечной последовательности действий над числами, приводящей к получению требуемых результатов
2. Численные	б) преобразование символьной информации, записанной на языке математического анализа
3. Имитационные	в) проведение исследований на реальном объекте с последующей обработкой результатов эксперимента на основе теории подобия
4. Натурные	г) моделирование объектов осуществляют с использованием их комбинированных моделей
5. Полунатурные	д) моделирование объекта основывается на основании отвлеченных философских понятий
	е) содержательное описание объектов исследования в форме алгоритмов

Запишите в таблицу выбранные буквы под соответствующими цифрами

1	2	3	4	5
б	а	е	в	г

**Второй этап (продвинутый уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «уметь»:** строить математические модели и проводить необходимый объём экспериментов для этого.

### Задания открытого типа (вопросы для опроса):

1. Какие свойства скалярного произведения получить непосредственно из его определения?.
2. Что произойдет при умножении матрицы на вектор?
3. Как перейти от одной формы записи задачи линейного программирования к другой?
4. После выбора точки начального приближения какие решения следует принять?
5. Что представляет собой множество решений линейной системы неравенств при симплекс-методе?

### Ключи

1.	Коммутативность и дистрибутивность.
2.	Вектор, число координат которого равно числу строк матрицы
3.	Перейти от произвольной задачи линейного программирования к основной форме можно с помощью введения дополнительных переменных.
4.	Необходимо определиться с направлением движения (спуска) и величиной шага, с которым происходит движение
5.	Многогранник.

**Третий этап (высокий уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «иметь навыки»:** использования современных программных средств для построения математических моделей; моделирования сложных технологических объектов.

### Практические задания:

1. Вычислите определитель матрицы

$$\Delta = \begin{vmatrix} 2 & -4 & 3 \\ -5 & 6 & 1 \\ 7 & 8 & 4 \end{vmatrix}$$

2. Рацион коров состоит из четырех компонентов - П<sub>1</sub>, П<sub>2</sub>, П<sub>3</sub> и П<sub>4</sub>, стоимость каждого компонента, соответственно с<sub>1</sub>, с<sub>2</sub>, с<sub>3</sub> и с<sub>4</sub>. Рацион должен содержать: белков – не менее b<sub>1</sub> единиц; углеводов – не менее b<sub>2</sub> единиц; жиров – не менее b<sub>3</sub> единиц. Содержание белков, углеводов и жиров приведено в таблице.

Компоненты рациона	Элементы		
	Белки	Углеводы	Жиры
П <sub>1</sub>	a <sub>11</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>13</sub>
П <sub>2</sub>	a <sub>21</sub>	a <sub>22</sub>	a <sub>23</sub>
П <sub>3</sub>	a <sub>31</sub>	a <sub>32</sub>	a <sub>33</sub>
П <sub>4</sub>	a <sub>41</sub>	a <sub>42</sub>	a <sub>43</sub>

Необходимо составить математическую модель для определения такого качественного и количественного состава пищевого рациона коров, чтобы условия по питательным веществам были выполнены и при этом стоимость рациона была минимальной.

3. Найдите точку пересечения прямых:

$$3x_1 - x_2 - 13 = 0,$$

$$2x_1 + 5x_2 = 20.$$

4. В условиях повышенной гололедно-ветровой нагрузки в регионе происходит массовое отключение фидеров воздушных линий электропередачи. Поток аварийных отключений в районе электрических сетей достиг 11 штук за смену (8 ч). Средняя продолжительность устранения повреждения 2 ч. Необходимо определить количество ремонтных бригад, при котором очередь не будет расти до бесконечности.

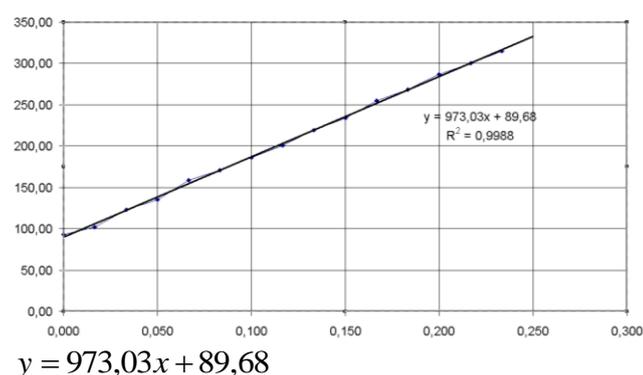
5. По результатам эксперимента определить зависимость движения свободно падающего шарика:

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
y	0,0	1,5	3,2	5,3	7,5	10,2	13,0	16,1	19,1	23,1	27,0	31,3	35,7	40,5	45,5	50,8

### Ключи

1.	<p>Определитель матрицы вычисляется по правилу Саррюса. Со знаком (+) берутся произведения элементов по главной диагонали, а также произведения элементов, лежащих на параллелях к ней с присоединением третьего сомножителя из противоположного угла таблицы; со знаком (-) – аналогичным образом построенные произведения относительно второй диагонали.</p> $\Delta = 2 \cdot 6 \cdot 4 + (-4) \cdot 1 \cdot 7 + 3 \cdot (-5) \cdot 8 - 3 \cdot 6 \cdot 7 - 1 \cdot 8 \cdot 2 - 4 \cdot (-5) \cdot (-4) = -322.$
2.	<p>Математическая модель определения состава рациона представляет собой набор ограничений из трех неравенств:</p> $a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + a_{31}x_3 + a_{41}x_4 \geq b_1;$ $a_{12}x_1 + a_{22}x_2 + a_{32}x_3 + a_{42}x_4 \geq b_2;$ $a_{13}x_1 + a_{23}x_2 + a_{33}x_3 + a_{43}x_4 \geq b_3;$ <p>и целевой функции L (стоимости рациона):</p> $L = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + c_4x_4 \rightarrow \min.$
3.	<p>Чтобы найти точку пересечения прямых (<math>x_1</math>; <math>x_2</math>) нужно решить совместно систему их уравнений. Перенеся свободные члены уравнений в правую сторону, имеем:</p> $3x_1 - x_2 = 13,$ $2x_1 + 5x_2 = 20.$ <p>Отсюда</p> $x_1 = \frac{\begin{vmatrix} 13 & -1 \\ 20 & 5 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 3 & -1 \\ 2 & 5 \end{vmatrix}} = \frac{65 + 20}{15 + 2} = 5; \quad x_2 = \frac{\begin{vmatrix} 3 & 13 \\ 2 & 20 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 3 & -1 \\ 2 & 5 \end{vmatrix}} = \frac{34}{17} = 2.$
4.	<p>По условию задачи имеем:</p> <p>интенсивность потока заявок</p> $\lambda = 11 / 8 = 1,38 \text{ 1/ч}$ <p>интенсивность обслуживания</p> $\mu = 1/t_{\text{обсл}} = 1/2 = 0,5 \text{ 1/ч}$ $\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{1,38}{0,5} = 2,76$ <p>Известно, что очередь не будет возрастать до бесконечности при условии <math>\rho/n &lt; 1</math>. То есть <math>n &gt; \rho = 2,76</math>. Следовательно, минимальное количество ремонтных бригад <b>n</b> следует принять равным 3.</p>
5.	<p>Используя исходные данные эксперимента, вносим их в рабочий лист программы Excel.</p> <p>С помощью <b>Мастера диаграмм</b> строится диаграмма <b>Точечная</b>.</p> <p>В соответствии с исходными данными надо рассчитать линию регрессии для скорости свободного падения шарика. Для этого используется пакет для</p>

регрессионного анализа программы Excel. По результатам расчетов строится кривая для линейной аппроксимации данных и наносится линия тренда



**ПК-3. Способен осуществлять проектирование машин, их рабочих органов, средств механизации, средств технического обслуживания, диагностирования и ремонта для инженерного обеспечения.**

**ПК-3.3. Способен проводить инженерные расчеты для проектирования систем и объектов при производстве сельскохозяйственной продукции**

**Первый этап (пороговой уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «знать»: методы научных исследований в области создания и использования машин и оборудования в агропромышленном комплексе.**

#### **Тестовые задания закрытого типа**

**1. В зависимости от степени детализации описания сложных систем и их элементов можно выделить следующие основные уровни моделирования (выберите один вариант ответа):**

- а) все перечисленные уровни
- б) уровень структурного или имитационного моделирования сложных систем
- в) уровень логического моделирования функциональных схем элементов и узлов сложных систем
- г) уровень количественного моделирования (анализа) принципиальных схем элементов сложных систем)

**2. В настоящее время при проектировании сложных систем применяют следующие методы (выберите один вариант ответа):**

- а) натурального и полунатурного моделирования
- б) аналитического моделирования
- в) численного моделирования
- г) имитационного моделирования
- д) все перечисленные методы

**3. Векторы называются ортогональными, если (выберите один вариант ответа):**

- а) скалярное произведение равно нулю
- б) скалярное произведение меньше нуля
- в) скалярное произведение больше нуля
- г) скалярное произведение невозможно
- д) скалярное произведение приводит к противоречивому результату

**4. В задаче линейного программирования система ограничений может содержать (выберите один вариант ответа):**

- а) неравенства
- б) равенства
- в) равенства и неравенства
- г) отрицательные скалярные произведения векторов
- д) нелинейные неравенства

**5. Алгоритм симплекс-метода применяют только к стандартной форме задач (выберите один вариант ответа):**

- а) нелинейного программирования
- б) линейного программирования
- в) динамического программирования
- г) сетевого планирования;
- д) все ответы правильны

Ключи

1.	а
2.	д
3.	а
4.	в
5.	б

**6. Прочитайте текст и установите последовательность**

**Реализация методов линейного программирования включает проведение значительного объема работ в такой последовательности основных этапов:**

- а) анализ полученного результата и принятие решения;
- б) расчет числовых значений коэффициентов
- в) составление модели задачи линейного программирования в матричной форме
- г) решение задачи линейного программирования с использованием компьютера
- д) разработка математической модели задачи линейного программирования

Ключ

б	дбвга
---	-------

**Второй этап (продвинутый уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «уметь»: математические методы для анализа решения задач оптимизации средств автоматизации и систем автоматического управления.**

**Задания открытого типа (вопросы для опроса):**

1. На чем основан симплекс-метод?
2. Почему при вычислении производных от функций, представленных набором данных, следует соблюдать определенную осторожность?
3. Какой из способов вычисления производной применяется наиболее часто.
4. Каким видом распределения описывается время между последовательными поступлениями клиентов и время их обслуживания, будучи случайными, при моделировании систем массового обслуживания количественно?
5. Какие методы используются при Решении матричных игр в смешанных стратегиях.

Ключи

1.	Метод основан на целеустремленном переборе вершин $n$ -гранника, при котором целевая функция монотонно возрастает или убывает
2.	Поскольку ошибки измерений могут существенным образом влиять на значения производных
3.	Чаще всего используется метод центральных разностей
4.	Используется экспоненциальное распределение.

5.	Решение матричных игр в смешанных стратегиях может быть найдено либо графически, либо методами линейного программирования
----	---

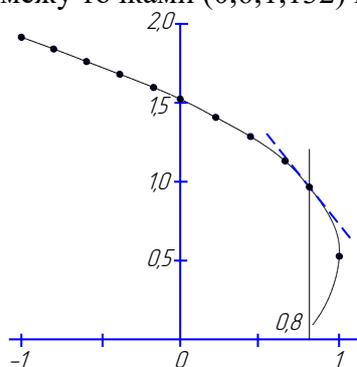
**Третий этап (высокий уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «иметь навыки»: оценки эффективности инженерных решений и использования моделей для описания и прогнозирования различных явлений механизированных процессов, а также осуществления их качественного и количественного анализа.**

**Практические задания:**

1. В результате экспериментального измерения некоторого параметра получены следующие значения:  $X_i = 9,77; 9,76; 9,79; 9,78; 9,82; 9,77; 9,78$ .

Вычислите среднее значение, дисперсию и среднее квадратическое отклонение величины  $X$

2. В результате моделирования получена графическая зависимость  $y=f(x)$ . Вычислите приблизительно величину углового коэффициента  $k$  в точке  $(0,8; 0,947)$ , находящейся между точками  $(0,6; 1,132)$  и  $(1; 0,5)$ .



3. Определите с помощью диагонального метода оптимальный вариант обслуживания птицеводческих ферм, при котором будет выполнен план перевозки и пробег грузовиков будет минимальным. На трех зернохранилищах  $A_1...A_3$  есть соответственно 100; 200; 100 тыс. т зерна, которое доставляется на грузовиках 4 птицеводческим фермам  $П_1...П_4$ . Их потребность в зерне составляет соответственно 80; 140; 100; 80 тыс. т. Стоимость загрузки зерна в грузовик на обоих зернохранилищах одинакова. Удельное расстояние перевозки (км) от  $i$ -го зернохранилища до  $j$ -й птицеводческой фермы составляют:

$$C = \begin{vmatrix} 2 & 5 & 4 & 6 \\ 8 & 4 & 3 & 8 \\ 5 & 1 & 4 & 5 \end{vmatrix}$$

4. Вычислите моду следующего вариационного ряда

$x_i$	37	38	39	40	41	42	43	44	45
$n_i$	0,8	6,1	10,1	20,1	27,6	22,8	10,1	2,2	0,2

5. Определите медиану вариационного ряда

$x_i$	2	3	4	5	6
$n_i$	12	41	54	77	15

**Ключи**

1.	Среднее значение $\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N} = \frac{9,77 + 9,76 + 9,79 + 9,78 + 9,82 + 9,77 + 9,78}{7} = 9,78$ Дисперсия
----	--

	$S^2 = \frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{N - 1} = \frac{0,01^2 + 0,02^2 + 0,01^2 + 0,04^2 + 0,01^2}{6} = 0,383$ <p>Среднее квадратическое отклонение</p> $S = \sqrt{0,383} = 0,196$																																					
2.	<p>Угловой коэффициент можно вычислить с помощью центрально-разностного приближения по формуле:</p> $k_y \approx \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{0,5 - 1,132}{1,0 - 0,6} = -1,58.$ <p>где <math>\Delta y</math> и <math>\Delta x</math> – разница координат точек, соседствующих с искомой точкой.</p>																																					
3.	<p>Построение опорного плана с помощью диагонального метода начинается с заполнения левой верхней ячейки и последовательно выполняется по диагонали опорного плана.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>2</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>6</td> <td><math>a_1 = 100</math></td> <td rowspan="6" style="vertical-align: middle;">Зернохранилища (поставщик)</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>20</td> <td></td> <td></td> <td><math>a_2 = 200</math></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>4 –</td> <td>3 +</td> <td>8</td> <td><math>a_3 = 100</math></td> </tr> <tr> <td></td> <td>120</td> <td>80</td> <td></td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1 +</td> <td>4 –</td> <td>5</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td><math>b_1 = 80</math></td> <td><math>b_2 = 140</math></td> <td><math>b_3 = 100</math></td> <td><math>b_4 = 80</math></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Птицеводческие фермы (потребитель)</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p><math>Z(\hat{x}_1) = 80 \cdot 2 + 20 \cdot 5 + 4 \cdot 120 + 3 \cdot 80 + 4 \cdot 20 + 5 \cdot 80 = 1460</math> (ден. единиц)</p>	2	5	4	6	$a_1 = 100$	Зернохранилища (поставщик)	80	20			$a_2 = 200$	8	4 –	3 +	8	$a_3 = 100$		120	80		400	5	1 +	4 –	5	400	$b_1 = 80$	$b_2 = 140$	$b_3 = 100$	$b_4 = 80$		Птицеводческие фермы (потребитель)					
2	5	4	6	$a_1 = 100$	Зернохранилища (поставщик)																																	
80	20			$a_2 = 200$																																		
8	4 –	3 +	8	$a_3 = 100$																																		
	120	80		400																																		
5	1 +	4 –	5	400																																		
$b_1 = 80$	$b_2 = 140$	$b_3 = 100$	$b_4 = 80$																																			
Птицеводческие фермы (потребитель)																																						
4.	<p>Модой <math>M_0</math> называют варианту, которая имеет наибольшую частоту. Для заданного вариационного ряда мода <math>M_0 = 41</math>.</p>																																					
5.	<p>Медианой <math>M_e</math> называют варианту, которая делит вариационный ряд на равные по числу вариант части. При нечетном объеме выборки <math>n = 2k + 1</math> медиана равна <math>M_e = x_{k+1}</math>.</p> <p>Для заданного вариационного ряда <math>M_e = x_{100} = 4</math>.</p>																																					

### Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме устного экзамена.

#### Вопросы для экзамена

1. Алгоритм графического метода решения задач линейного программирования.
2. Алгоритм решения задач симплекс-методом.
3. Алгоритм решения задачи на условный экстремум методом множителей Лагранжа.
4. Аппроксимирующая кривая и дифференцирование.
5. Виды моделей.
6. Графический метод решения задач линейного программирования.
7. Графическое решение игр.
8. Двойственность в линейном программировании.
9. Динамическое программирование (ДП). Что рассматривает динамическое программирование?
10. Динамическое программирование. Многоэтапные процессы принятия решений.
11. Задача динамического программирования о загрузке.
12. Линейное программирование (ЛП). Задачи ЛП.

13. Линейное программирование. Основные понятия и обозначения.
14. Метод множителей Лагранжа. Функция Лагранжа.
15. Методы безусловной оптимизации.
16. Методы линейного программирования. Задача линейного программирования в стандартной форме.
17. Методы моделирования.
18. На чем основывается пошаговая схема решения задач динамического программирования?
19. На чем основывается пошаговая схема решения задач динамического программирования?
20. Нелинейное программирование. Задачи с линейными ограничениями.
21. Нелинейное программирование. Задачи с нелинейными ограничениями. Построение начального приближения.
22. Нелинейное программирование. Методы нелинейного программирования.
23. Необходимые и достаточные условия условного экстремума при решении задач нелинейного программирования.
24. Область применения динамического программирования.
25. Обобщенная модель системы массового обслуживания.
26. Основные задачи исследования сложных систем. Задачи анализа.
27. Основные задачи исследования сложных систем. Задачи синтеза.
28. Основные компоненты моделей массового обслуживания.
29. Основные понятия и определения в теории систем.
30. Основные формы записи задачи линейного программирования.
31. Практическая реализация методов нелинейного программирования.
32. Практическое применение линейного программирования.
33. Принцип оптимальности и уравнение Р. Беллмана.
34. Проблема моделирования.
35. Решение матричных игр в смешанных стратегиях.
36. Решение матричных игр методами линейного программирования.
37. Симплекс-метод. Алгоритм поиска опорного плана.
38. Симплекс-метод. Алгоритм поиска оптимального плана на  $\max$  и  $\min$ .
39. Симплексный метод решения задач линейного программирования.
40. Системы массового обслуживания.
41. Системы массового обслуживания. Модели с одним сервисом.
42. СМО. Определение экспоненциального распределения.
43. СМО. Свойство отсутствия последствия.
44. Специализированные системы обслуживания с пуассоновским распределением.
45. Теория игр. Оптимальное решение игры двух лиц с нулевой суммой.
46. Теория систем. Элементы и подсистемы.
47. Транспортная задача ЛП. Метод потенциалов.
48. Уровни моделирования.
49. Формулировка задач нелинейного программирования и их классификация.
50. Функциональные характеристики стационарных систем обслуживания.
51. Функция системы и ее структура.
52. Характеристики сложных систем.
53. Целочисленное линейное программирование.
54. Численное дифференцирование. Геометрический смысл производной.
55. Численное дифференцирование. Неточности, вносимые в метод конечных разностей ошибками измерений.
56. Численное дифференцирование. Общепринятые формы разностных уравнений.
57. Численное дифференцирование. Отсеивание шума.
58. Численное дифференцирование. Точность вычислений и ошибки измерений.

59. Что называется решением или оптимальным решением задачи, или оптимальным управлением?
60. Что понимаем под математическим моделированием? Специфика исследовательской работы.
61. Экспоненциальное распределение в системах массового обслуживания.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Для выполнения практических заданий студенту необходимы ручка, листы для черновых подсчетов, калькулятор.

### **Текущий контроль**

Тестирование для проведения текущего контроля проводится с помощью Системы дистанционного обучения или компьютерной программы КТС-2,0. На тестирование отводится 10 минут. Каждый вариант тестовых заданий включает 10 вопросов. Количество возможных вариантов ответов – 4 или 5. Студенту необходимо выбрать один правильный ответ. За каждый правильный ответ на вопрос присваивается 10 баллов. Шкала перевода: 9-10 правильных ответов – оценка «отлично» (5), 7-8 правильных ответов – оценка «хорошо» (4), 6 правильных ответов – оценка «удовлетворительно» (3), 1-5 правильных ответов – оценка «не удовлетворительно» (2).

Опрос как средство текущего контроля проводится в форме устных ответов на вопросы. Студент отвечает на поставленный вопрос сразу, время на подготовку к ответу не предоставляется.

Практические задания как средство текущего контроля проводятся в письменной форме. Студенту выдается задание и предоставляется 10 минут для подготовки к ответу.

### **Промежуточная аттестация**

Экзамен проводится в устной форме. Из экзаменационных вопросов составляется 25 экзаменационных билетов. Каждый билет состоит из трех вопросов, два из которых являются теоретическими и один – практическим заданием.

Комплект экзаменационных билетов представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.

На подготовку к ответу студенту предоставляется 20 минут.