

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ И. Т. ТРУБИЛИНА»**

**ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНИЗАЦИИ**



**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета механизации

 А.А. Титученко

« 19 » мая 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Моделирование в агроинженерии**

**Направление подготовки**  
**35.04.06 Агроинженерия**

**Направленность**  
**«Технологии и средства механизации сельского хозяйства»**

**Уровень высшего образования**  
**Магистратура**

**Форма обучения**  
**очная, заочная**

**Краснодар**  
**2022 г.**

Рабочая программа дисциплины «Моделирование в агроинженерии» разработана на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ 26.07.2017 г. № 709.

Автор:

к. техн. н., доцент



А.В. Огняник

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры «Процессы и машины в агробизнесе» от 16.05.2022 г., протокол № 14.

И.о. заведующего кафедрой,

к. техн. н., доцент



С.К. Папуша

Рабочая программа одобрена на заседании методической комиссии факультета механизации, протокол № 9 от 18.05.2022 г.

Председатель

методической комиссии,

к.техн.н., доцент



О.Н. Соколенко

Руководитель

основной профессиональной  
образовательной программы

д-р техн. наук, профессор



В.Ю. Фролов

## **1 Цель и задачи освоения дисциплины**

**Целью** освоения дисциплины «Моделирование в агроинженерии» является формирование комплекса знаний, умений и навыков по методам решения задач при разработке новых технологий, а также разработке физических и математических моделей, проведении теоретических и экспериментальных исследований процессов, явлений и объектов, относящихся к механизации, сельскохозяйственного производства

### **Задачи**

- сформировать знания основ теории и расчета рабочих и технологических процессов средств комплексной механизации производства продукции растениеводства;
- овладеть общими методологическими основами компьютерного моделирования и частными методиками, наиболее часто применяемыми в области механизации сельского хозяйства;
- сформировать знания, умения и владения основных методических подходов к планированию и обработке результатов моделирования.

## **2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

**В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:**

**УК-1** Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий;

**ОПК-3** Способен использовать знания методов решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности;

Профессиональные компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины «Моделирование в агроинженерии» и относящиеся к научно-исследовательскому типу профессиональной деятельности, сформированы на основе анализа требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам на рынке труда и обобщенного отечественного и зарубежного опыта в сфере профессиональной деятельности, на основании которого выделены обобщенные трудовые действия и трудовые функции.

Обобщенные трудовые действия:

- решение исследовательских задач в рамках реализации научного (научно-технического, инновационного) проекта под руководством более квалифицированного работника.

Трудовые функции:

- выполнение отдельных заданий в рамках решения исследовательских задач под руководством более квалифицированного работника;
- представление научных (научно-технических) результатов профессиональному сообществу.

### 3 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

«Моделирование в агроинженерии» является дисциплиной обязательной части ОПОП ВО подготовки обучающихся по направлению 35.04.06 «Агроинженерия» направленность «Технологии и средства механизации сельского хозяйства».

### 4 Объем дисциплины (216 часов, 6 зачетных единиц)

Виды учебной работы	Объем, часов	
	Очная	Заочная
<b>Контактная работа</b>	82	26
в том числе:		
— аудиторная по видам учебных занятий	78	22
— лекции	32	6
— лабораторные	46	16
— внеаудиторная	4	4
— зачет	1	1
— экзамен	3	3
— защита курсовых работ (проектов)		
<b>Самостоятельная работа</b>	134	190
в том числе:		
— курсовая работа (проект)		
— прочие виды самостоятельной работы		
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>216</b>	<b>216</b>

### 5 Содержание дисциплины

По итогам изучаемой дисциплины обучающиеся сдают зачет, экзамен.

Дисциплина изучается на 1 курсе, в 1,2 семестре по учебному плану очной формы обучения, на 1 курсе, в 1,2 семестре по учебному плану заочной формы обучения.

## Содержание и структура дисциплины по очной форме обучения

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	<b>Модели и моделирование.</b> - Определение и понятие системы и ее элементов. - Понятие «черного ящика». - Понятие модели и моделирования. - Классификация моделей. - Обработка вариационных рядов.	УК-1 ОПК-3	1	4		2	12
2	<b>Получение и обработка данных для моделирования.</b> - Получение данных. - Детерминированные и стохастические исходные данные. - Обработка результатов измерений одной случайной величины. - Обработка вариационных рядов. -Аппроксимация исходных данных. - Аппроксимация данных функциональными зависимостями. - Обработка вариационных рядов. - Функции роста. - Алгоритмические функции. - Обработка вариационных рядов. - Системы уравнений для описания моделей черного ящика. - Аппроксимация данных регрессионными зависимостями. - Моделирование корреляционных зависимостей.	УК-1 ОПК-3	1	8		8	16

№ п/ п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекци и	Практич еские занятия	Лабора торные занятия	Самосто ятельная работа
3	<b>Принципы построения математических моделей.</b> - Принципы выбора структуры модели. - Процедура построения математической модели и ее исследования. - Моделирование корреляционных зависимостей. - Обследование объекта, построения сценария его функционирования и концептуальной модели. - Численное представление модели. - Моделирование корреляционных зависимостей.	УК-1 ОПК-3	1	4		4	10
4	Зачёт						6
	Итого			16		14	44
5	<b>Планирование модельного эксперимента.</b> - Проверка и оценивание моделей. - Анализ чувствительности, ранжировка параметров и упрощение модели. - Моделирование смешанных задач. - Принципы оценки адекватности и точности модели. - Моделирование смешанных задач. - Планирование модельного эксперимента. - Обработка результатов спланированного эксперимента. - Моделирование оптимизационных задач.	УК-1 ОПК-3	2	6		6	30
6	<b>Математическое</b>	УК-1	2	2		2	10

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	<b>программирование.</b> - Основные понятия линейного программирования. - Динамическое программирование. - Сетевое представление процессов. - Моделирование оптимизационных задач	ОПК-3					
7	<b>Основы имитационного моделирования.</b> - Имитационное моделирование и его этапы. - Понятие моделирующего алгоритма процесса. - Построение моделей с минимизацией целевой функции - Элементы теории массового обслуживания. - Входящий поток требований. - Оптимальное использование ресурсов. - Генерация случайных чисел. - Элементы имитационной модели. - Моделирование транспортных задач. - Средства описания поведения объектов. - Имитационное моделирование стохастических объектов методом Монте-Карло. - Моделирование на основе метода Монте-Карло.	УК-1 ОПК-3	2	8		24	38
8	Экзамен						12
Итого				16		32	90
Всего				32		46	134

## Содержание и структура дисциплины по заочной форме обучения

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекции и	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	<p><b>Модели и моделирование.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Определение и понятие системы и ее элементов.</li> <li>- Понятие «черного ящика».</li> <li>- Понятие модели и моделирования.</li> <li>- Классификация моделей.</li> <li>- Обработка вариационных рядов.</li> </ul>	УК-1 ОПК-3	1	2			16
2	<p><b>Получение и обработка данных для моделирования.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Получение данных.</li> <li>- Детерминированные и стохастические исходные данные.</li> <li>- Обработка результатов измерений одной случайной величины.</li> <li>- Обработка вариационных рядов.</li> <li>-Аппроксимация исходных данных.</li> <li>- Аппроксимация данных функциональными зависимостями.</li> <li>- Обработка вариационных рядов.</li> <li>- Функции роста.</li> <li>- Алгоритмические функции.</li> <li>- Обработка вариационных рядов.</li> <li>- Системы уравнений для описания моделей черного ящика.</li> <li>- Аппроксимация данных регрессионными зависимостями.</li> <li>- Моделирование корреляционных зависимостей.</li> </ul>	УК-1 ОПК-3	1			4	28



№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
3	<b>Принципы построения математических моделей.</b> - Принципы выбора структуры модели. - Процедура построения математической модели и ее исследования. - Моделирование корреляционных зависимостей. - Обследование объекта, построения сценария его функционирования и концептуальной модели. - Численное представление модели. - Моделирование корреляционных зависимостей.	УК-1 ОПК-3	1				12
4	Зачёт						4
	Итого			2		6	60
5	<b>Планирование модельного эксперимента.</b> - Проверка и оценивание моделей. - Анализ чувствительности, ранжировка параметров и упрощение модели. - Моделирование смешанных задач. - Принципы оценки адекватности и точности модели. - Моделирование смешанных задач. - Планирование модельного эксперимента. - Обработка результатов спланированного эксперимента. - Моделирование оптимизационных задач	УК-1 ОПК-3	2	2		4	35
6	<b>Математическое</b>	УК-1	2				14

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	<b>программирование.</b> - Основные понятия линейного программирования. - Динамическое программирование. - Сетевое представление процессов. - Моделирование оптимизационных задач	ОПК-3					
7	<b>Основы имитационного моделирования.</b> - Имитационное моделирование и его этапы. - Понятие моделирующего алгоритма процесса. - Построение моделей с минимизацией целевой функции - Элементы теории массового обслуживания. - Входящий поток требований. - Оптимальное использование ресурсов - Генерация случайных чисел. - Элементы имитационной модели. - Моделирование транспортных задач. - Средства описания поведения объектов. - Имитационное моделирование стохастических объектов методом Монте-Карло. - Моделирование на основе метода Монте-Карло	УК-1 ОПК-3	2	2		6	62
8	Экзамен						9
Итого				4		10	130
Всего				6		16	190

## 6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические указания (для самостоятельной работы):

1. Припоров Е.В. Обработка вариационных рядов. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Моделирование в агроинженерии» для магистрантов, обучающихся по направлению 35.04.06 «Агроинженерия», профиль подготовки «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» Интернет ресурс. Образовательный портал КубГАУ. Режим доступа: [https://edu.kubsau.ru/file.php/115/01\\_obrabotka\\_variacionnykh\\_rjadov.pdf](https://edu.kubsau.ru/file.php/115/01_obrabotka_variacionnykh_rjadov.pdf)

2. Маслов Г. Г., Трубилин Е. И., Цыбулевский В. В. Моделирование в агроинженерии: Учебн. пособие для сельскохозяйственных ВУЗов. – Краснодар, 2019. – 271с., ил. Режим доступа: <https://kubsau.ru/upload/iblock/da1/da1c629e3a820fd7fdd15794faae1b1.pdf>

3. Моделирование в агроинженерии: практикум / сост. А.В. Огняник, Е.И. Трубилин, Е.Е. Самурганов, В.В. Цыбулевский – Краснодар: КубГАУ, 2019.- 61 с. Режим доступа: <https://kubsau.ru/upload/iblock/3c2/3c23f53dc82277f96f82ec6c5adf3306.pdf>

## 7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП ВО

Номер семестра	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
<b>УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий</b>	
1,2	Методика экспериментальных исследований
1,2	Моделирование в агроинженерии
2	Современные проблемы науки и производства в агроинженерии
1	Технологические комплексы машин в животноводстве
4	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
<b>ОПК-3. Способен использовать знания методов решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности</b>	
1,2	Моделирование в агроинженерии
3	Производственная практика
3	Технологическая (проектно-технологическая) практика
4	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

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

Планируемые результаты освоения компетенций (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно (минимальный не достигнут)	удовлетворительно (минимальный, пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
<b>УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий</b>					
ИД-2 <sub>УК-1</sub> Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации.	Не способен осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации по моделированию машинных технологий и систем машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства	Сформирована способность осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации по моделированию машинных технологий и систем машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства	С допущением незначительных ошибок осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации по моделированию машинных технологий и систем машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства	На высоком уровне осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации по моделированию машинных технологий и систем машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства	Тесты Реферат Дискуссия Кейс-задания
<b>ОПК-3. Способен использовать знания методов решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности</b>					
ИД-1 <sub>ОПК-3</sub> Анализирует методы и способы решения задач по	Не способен использовать методы и способов	Сформирована способность использовать с допущением	С допущением незначительных ошибок использует анализирован	На высоком уровне использует анализированные методы и способов	Тесты Реферат Дискуссия Контрольные Кейс-

Планируемые результаты освоения компетенций (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно (минимальный не достигнут)	удовлетворительно (минимальный, пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
разработке новых технологий в агроинженерии	решения задач по разработке новых технологий в агроинженерии	ошибок анализирование методов и способов решения задач по разработке новых технологий в агроинженерии	ие методов и способов решения задач по разработке новых технологий в агроинженерии	решения задач по разработке новых технологий в агроинженерии	задания Вопросы к зачету Вопросы к экзамену

**7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП ВО**

**7.3.1 Оценочные средства по компетенции «УК-1, Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий»**

*Для текущего контроля по компетенции «УК-1, Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий»*

#### **Кейс-задания**

Построить математическую модель задачи согласно вашему варианту.

Решить задачу с помощью средства MS Excel **Поиск решения**.

Сделать соответствующие выводы.

#### **Вариант 1**

Решить транспортную задачу со следующими условиями

Таблица 1

Пункты отправления	Пункты назначения				Запасы
	В1	В2	В3	В4	
А1	3	4	6	1	460
А2	5	1	2	3	340
А3	4	5	8	1	300
Потребности	350	200	450	100	

## Вариант 2

Решить транспортную задачу со следующими условиями:

Таблица 2

Поставщики	Мощность поставщиков	Потребители и их спрос			
		1	2	3	4
		50	50	40	60
1	30	5	4	6	3
2	70	4	5	5	8
3	70	7	3	4	7

## Вариант 3

Решить транспортную задачу со следующими условиями:

Таблица 3

Поставщики	Мощность поставщиков	Потребители и их спрос			
		1	2	3	4
		450	250	100	100
1	200	6	4	4	5
2	300	6	9	5	8
3	100	8	2	10	6

## Вариант 4

Решить транспортную задачу со следующими условиями

Таблица 4

Мощности поставщиков	Мощности потребителей			
	50	10	20	40
30	5	6	1	2
50	3	1	5	2
20	8	4	2	5
20	6	5	2	4

## Вариант 5

Решить транспортную задачу со следующими условиями:

Таблица 5

Мощности поставщиков	Мощности потребителей			
	15	25	8	12
95	5	4	13	9
35	2	7	9	8

55	9	7	11	7
75	1	6	1	1

### Вариант 6

Решить транспортную задачу со следующими условиями

Таблица 6

Мощности поставщиков	Мощности потребителей			
	250	100	150	50
80	6	6	1	4
320	8	30	6	5
100	5	4	3	30
50	9	9	9	9

### Вариант 7

Решить транспортную задачу.  $A$  – вектор мощностей поставщиков,  $B$  – вектор мощностей потребителей,  $C$  – матрица транспортных издержек на единицу груза:

$$A = (300; 350; 150; 200)$$

$$B = (400; 400; 200)$$

$$C = \begin{pmatrix} 4 & 1 & 2 \\ 3 & 4 & 2 \\ 1 & 3 & 1 \\ 1 & 4 & 3 \end{pmatrix}$$

### Вариант 8

Решить транспортную задачу.  $A$  – вектор мощностей поставщиков,  $B$  – вектор мощностей потребителей,  $C$  – матрица транспортных издержек на единицу груза:

$$A = (20; 30; 40; 20)$$

$$B = (40; 40; 20)$$

$$C = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 \\ 4 & 1 & 2 \\ 3 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

### Вариант 9

Решить транспортную задачу со следующими условиями

Таблица 9

Поставщики	Мощность поставщиков	Потребители и их спрос			
		1	2	3	4
		20	110	40	110
1	60	1	2	5	3
2	120	1	6	5	2
3	100	6	3	7	4

### Вариант 10

Решить транспортную задачу со следующими условиями :

Таблица 10

Поставщики	Мощность поставщиков	Потребители и их спрос		
		1	2	3
		60	60	50
1	50	2	3	2
2	70	2	4	5
3	60	6	5	7

### Задания для контрольной работы

#### Моделирование смешанных задач.

**Задача 1.** Завод-производитель высокоточных элементов для автомобилей выпускает два различных типа деталей: X и Y. Завод располагает фондом рабочего времени в 4000 чел.-ч. в неделю. Для производства одной детали типа X требуется 1 чел.-ч, а для производства одной детали типа Y — 2 чел.-ч. Производственные мощности завода позволяют выпускать максимум 2250 деталей типа X и 1750 деталей типа Y в неделю. Каждая деталь типа X требует 2 кг металлических стержней и 5 кг листового металла, а для производства одной детали типа Y необходимо 5 кг металлических стержней и 2 кг листового металла. Уровень запасов каждого вида металла составляет 10000 кг в неделю. Кроме того, еженедельно завод поставляет 600 деталей типа X своему постоянному заказчику. Существует также профсоюзное соглашение, в соответствии с которым общее число производимых в течение одной недели деталей должно составлять не менее 1500 штук.

Сколько деталей каждого типа следует производить, чтобы максимизировать общий доход за неделю, если доход от производства одной детали типа X составляет 30 ф. ст., а от производства одной детали типа Y — 40 ф. ст.?



**Задача 2.** На имеющихся у фермера 400 гектарах земли он планирует посеять кукурузу и сою. Сев и уборка кукурузы требует на каждый гектар 200 ден. ед. затрат, а сои – 100 ден. ед. На покрытие расходов, связанных с севом и уборкой, фермер получил ссуду в 60 тыс. ден. ед.. Каждый гектар, засеянный кукурузой, принесет 30 центнеров, а каждый гектар, засеянный соей – 60 центнеров. Фермер заключил договор на продажу, по которому каждый центнер кукурузы принесет ему 3 ден. ед., а каждый центнер сои – 6 ден. ед. Однако, согласно этому договору, фермер обязан хранить убранное зерно в течение нескольких месяцев на складе, максимальная вместимость которого равна 21 тыс. центнеров.

Фермеру хотелось бы знать, сколько гектар нужно засеять каждой из этих культур, чтобы получить максимальную прибыль.

**Задача 3.** Перед проектировщиком автомобиля поставлена задача сконструировать дешёвый кузов, используя листовой металл, стекло и пластмассу, стоимость которых соответственно составляет 25, 20, 40 р./м<sup>2</sup>; причём масса 1 м<sup>2</sup> листового металла, стекла и пластмассы равна соответственно 10, 15, 3 кг. Совместная общая поверхность кузова вместе с дверями и окнами должна составлять 14 м<sup>2</sup>; из них не менее 4 м<sup>2</sup> и не более 5 м<sup>2</sup> следует отвести под стекло. Масса кузова не должна превышать 150 кг. Сколько листового металла, стекла и пластмассы должен использовать наилучший план?

## Тесты:

### УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

№1

Показатель качества выполнения работы оценивается следующими величинами:

- 1  номинальное и допустимое значение показателя
- 2  среднее значение показателя
- 3  предельное допустимое значение показателя.

№2

Показатели качества вспашки оцениваются:

- 1  отклонением от заданной глубины вспашки
- 2  величина максимального значения вспашки
- 3  допустимое значение величины вспашки

№3

Необходимость установки допуска на технологическую операцию вызвана:

- 1  невозможностью поддержания технологических параметров
- 2  неровностью поля и вибрацией рабочих органов машины
- 3  неточностью проведения регулировок

№4

Допуск на качество посева должен обеспечивать:

- 1  получение максимальной урожайности при минимальных затратах

- 2  минимальными затратами на проведение работы
- 3  получение максимальной урожайности в заданных условиях

№5

Количественный критерий оценки качества работы ограничивается:

- 1  допустимой потерей урожая и качеством последующей работы
- 2  техническим состоянием машины и скоростью движения
- 3  физико – механическими свойствами почвы

№6

Отклонение фактического значения показателя качества от норматива оценивает:

- 1  среднеквадратическое отклонение показателя;
- 2  среднее арифметическое значение показателя;;
- 3  максимальное значение показателя.

№7

Однородность дисперсий в параллельных опытах проверяется по:

- 1  критерию Кохрена и Фишера
- 2  Стьюдента и Кохрена
- 3  Фишера и Кохрена

№8

Определите потребное число опытов необходимых для реализации эксперимента на двух уровнях для трех факторов

- 1  8
- 2  4
- 3  9

№9

Генеральная совокупность случайной величины подчиняется закону:

- 1  нормального распределения Гауса
- 2  распределения Вейбула
- 3  распределения арккосинуса

№10

Проверка модели на адекватность предусматривает

- 1  определение направления дальнейших опытов
- 2  определение параметра оптимизации
- 3  выбор параметра оптимизации

## Темы рефератов

- 1 **Модели и моделирование.** Определение и понятие системы и ее элементов.
- 2 **Модели и моделирование.** Понятие «черного ящика».
- 3 **Модели и моделирование.** Понятие модели и моделирования.
- 4 **Модели и моделирование.** Классификация моделей.
- 5 **Модели и моделирование.** Обработка вариационных рядов.
- 6 **Получение и обработка данных для моделирования.** Получение данных.
- 7 **Получение и обработка данных для моделирования.** Детерминированные и стохастические исходные данные.
- 8 **Получение и обработка данных для моделирования.** Обработка результатов измерений одной случайной величины.

- 9 **Получение и обработка данных для моделирования.** Аппроксимация исходных данных.
- 10 **Получение и обработка данных для моделирования.** Аппроксимация данных функциональными зависимостями.
- 11 **Получение и обработка данных для моделирования.** Функции роста.
- 12 **Получение и обработка данных для моделирования.** Алгоритмические функции.
- 13 **Получение и обработка данных для моделирования.** Системы уравнений для описания моделей черного ящика.
- 14 **Получение и обработка данных для моделирования.** Аппроксимация данных регрессионными зависимостями.
- 15 **Получение и обработка данных для моделирования.** Моделирование корреляционных зависимостей.
- 16 **Принципы построения математических моделей.** Принципы выбора структуры модели.
- 17 **Принципы построения математических моделей.** Процедура построения математической модели и ее исследования.
- 18 **Принципы построения математических моделей.** Моделирование корреляционных зависимостей.
- 19 **Принципы построения математических моделей.** Обследование объекта, построения сценария его функционирования и концептуальной модели.
- 20 **Принципы построения математических моделей.** Численное представление модели.

#### **Темы научных дискуссий (круглых столов)**

- 1 Методы обработки вариационных рядов.
- 2 Моделирование корреляционных зависимостей.
- 3 Процедура построения математической модели и ее исследования.
- 4 Принципы выбора структуры модели.
- 5 Проверка и оценивание моделей.

***Для промежуточного контроля по компетенции «УК-1, Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий»***

#### ***Вопросы к зачёту***

1. Категории научных знаний
2. Требования к моделям - адекватность, полнота, гибкость, трудоемкость.
3. Понятие математической модели.
4. Понятие «Имитационное моделирование».

5. Понятие «Критерий оптимальности».
6. Целевая функция и ее назначение.
7. Система ограничений.
8. Понятие «Аналитической модели».
9. Понятие «Алгоритмической модели».
10. Понятие «Детерминированной математической модели».
11. Понятие «Стахостатической математической модели».
12. Перечислите методы получения опытных данных.
13. Понятие «рандомизация уровня или варианта исследования».
14. Метод «Экспертных оценок».
15. Понятие вероятность распределения случайной величины.  
Понятие случайная величина.
16. Закон распределения случайной величины Вейбула.
17. Нормальный закон распределения случайной величины Гаусса.
18. Закон распределения случайной величины Пуассона.
19. Понятие аппроксимация исходных данных.
20. Понятие фактор. Требования к факторам.

### ***Вопросы к экзамену***

1. Определение и понятие системы и ее элементов.
2. Понятие метода «черного ящика».
3. Детерминированные и стохастические системы.
4. Понятие внешних факторов.
5. Свойства иерархических систем.
6. Понятие модели и моделирования.
7. Классификация моделей.
8. Получение и обработка данных для моделирования.
9. Принципы выборочного исследования.
10. Метод Дельфи – как метод экспертной оценки.
11. Детерминированные и стохастические исходные данные.
12. Обработка результатов измерений одной случайной величины.
13. Закон распределения вероятностей случайной величины.
14. Аппроксимация исходных данных.
15. Представление данных в виде временных рядов.
16. Понятие тренда временных рядов.
17. Аппроксимация данных функциональными зависимостями.
18. Экспоненциальные полиномы.
19. Аллометрические зависимости.
20. Функции роста.

### ***Тесты для проведения промежуточной аттестации***

**УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий**

№1

Эксперименты при планировании экспериментов необходимы для:

- 1  определения коэффициентов уравнения регрессии
- 2  определения функции отклика
- 3  для определения факторов и интервалов

№2

Уровни варьирования факторов устанавливаются:

- 1  путем определения максимального и минимального значения
- 2  в области экстремума
- 3  в области наибольшего значения параметра оптимизации

№3

Факторное пространство для полинома факторного эксперимента при двух факторах изменяющихся на двух уровнях задается

- 1  задается квадратом
- 2  кубом
- 3  неправильным многоугольником

№4

Получение данных осуществляется следующими путями

- 1  всеобщего контроля, выборочного исследования, планирования эксперимента
- 2  контроля, метода исследования, планирования эксперимента
- 3  анализ данных, планирование эксперимента, обработка данных

№5

Рандомизация опытных данных представляет

- 1  случайный выбор объекта исследования и уровня их варьирования
- 2  закономерный выбор объекта исследования и параметра оптимизации
- 3  выбор объекта исследования влияющего на параметр

№6

Исходные данные об объекте исследования могут быть заданы:

- 1  отдельными числами, вектором или матрицей чисел, временным рядом
- 2  числами, матрицами, интегральными рядами
- 3  отдельными значениями, матрицами чисел, дифференциальным значением

№7

Метод Дельф основан на

- 1  последовательном анкетировании мнений экспертов по интересующим вопросам
- 2  последовательном анкетировании исследователей
- 3  последовательном анкетировании

№8

Оценка мнений специалистов по методу Дельф основан

- 1  на логическом анализе полученных мнений
- 2  на математическом анализе мнений
- 3  учете мнений специалистов в разной области

№9

Планирование эксперимента – метод при котором

- 1  параметры изучаемого объекта устанавливаются с помощью планов имеющих линейный характер
- 2  параметры изучаемого объекта задаются с помощью планов имеющих квадратичный характер
- 3  параметры изучаемого объекта задаются с помощью линейных моделей

**7.3.2 Оценочные средства по компетенции «ОПК-3, Способен использовать знания методов решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности»**

*Для текущего контроля по компетенции «ОПК-3, Способен использовать знания методов решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности»*

**Кейс-задания**

Варианты кейс-заданий к методу Монте-Карло

Построить математическую модель задачи согласно вашему варианту.

Решить задачу с помощью средства MS Excel.

Сделать соответствующие выводы.

№ варианта	Вид схемы соединения приборов в системе контроля качества продукции	Значение <i>P1</i>	Точное значение вероятности <i>P</i> отказа системы (используется для контроля правильности расчетов)
1, 19		0,1	0,109
2, 20		0,2	0,0232
3, 21		0,3	0,363
4		0,3	0,027
5		0,4	0,064
6		0,5	0,125
7, 22		0,3	0,1719
8, 23		0,2	0,0719
9, 24		0,4	0,2944
10, 25		0,4	0,4384
11, 26		0,3	0,3189
12, 27		0,2	0,2064
13, 28		0,1	0,1981
14, 29		0,2	0,3859

15, 30		0,3	0,5541
16	<div style="text-align: center;"> <pre> graph LR     A[Вход] --&gt; B[П1]     B --&gt; C[П2]     C --&gt; D[П3]     D --&gt; E[П4]     E --&gt; F[Выход] </pre> </div>	0,1	0,3439
17		0,2	0,5904
18		0,05	0,1855

### **Задания для контрольной работы**

#### **Моделирование смешанных задач.**

**Задача 1.** Завод-производитель высокоточных элементов для автомобилей выпускает два различных типа деталей: X и Y. Завод располагает фондом рабочего времени в 4000 чел.-ч. в неделю. Для производства одной детали типа X требуется 1 чел.-ч, а для производства одной детали типа Y — 2 чел.-ч. Производственные мощности завода позволяют выпускать максимум 2250 деталей типа X и 1750 деталей типа Y в неделю. Каждая деталь типа X требует 2 кг металлических стержней и 5 кг листового металла, а для производства одной детали типа Y необходимо 5 кг металлических стержней и 2 кг листового металла. Уровень запасов каждого вида металла составляет 10000 кг в неделю. Кроме того, еженедельно завод поставляет 600 деталей типа X своему постоянному заказчику. Существует также профсоюзное соглашение, в соответствии с которым общее число производимых в течение одной недели деталей должно составлять не менее 1500 штук.

Сколько деталей каждого типа следует производить, чтобы максимизировать общий доход за неделю, если доход от производства одной детали типа X составляет 30 ф. ст., а от производства одной детали типа Y — 40 ф. ст.?

**Задача 2.** На имеющихся у фермера 400 гектарах земли он планирует посеять кукурузу и сою. Сев и уборка кукурузы требует на каждый гектар 200 ден. ед. затрат, а сои — 100 ден. ед. На покрытие расходов, связанных с севом и уборкой, фермер получил ссуду в 60 тыс. ден. ед.. Каждый гектар, засеянный кукурузой, принесет 30 центнеров, а каждый гектар, засеянный соей — 60 центнеров. Фермер заключил договор на продажу, по которому каждый центнер кукурузы принесет ему 3 ден. ед., а каждый центнер сои — 6 ден. ед. Однако, согласно этому договору, фермер обязан хранить убранное зерно в течение нескольких месяцев на складе, максимальная вместимость которого равна 21 тыс. центнеров.

Фермеру хотелось бы знать, сколько гектар нужно засеять каждой из этих культур, чтобы получить максимальную прибыль.

**Задача 3.** Перед проектировщиком автомобиля поставлена задача сконструировать дешёвый кузов, используя листовой металл, стекло и пластмассу, стоимость которых соответственно составляет 25, 20, 40 р./м<sup>2</sup>; причём масса 1 м<sup>2</sup> листового металла, стекла и пластмассы равна

соответственно 10, 15, 3 кг. Совместная общая поверхность кузова вместе с дверями и окнами должна составлять 14 м<sup>2</sup>; из них не менее 4 м<sup>2</sup> и не более 5 м<sup>2</sup> следует отвести под стекло. Масса кузова не должна превышать 150 кг. Сколько листового металла, стекла и пластмассы должен использовать наилучший план?

### *Тесты*

#### **ОПК-3 Способен использовать знания методов решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности**

№1

Свойство рототабельности характеризуется значение параметра находящегося от центра:

- 1  на одинаковом расстоянии
- 2  на разных расстояниях
- 3  на определенном значении

№2

Условия нормировки факторов:

- 1  сумма квадратов элементов столбцов равно числу опытов
- 2  сумма элементов столбцов равно числу опытов
- 3  сумма всех столбцов одинаково

№3

Свойство матрицы планирования эксперимента:

- 1  симметричность, нормирование факторов
- 2  сумма столбцов одинаково
- 3  симметричность и ортогональность

№4

Психологический эксперимент необходим для:

- 1  сокращения объема экспериментальной работы
- 2  выбора пределов варьирования
- 3  выбора параметра оптимизации

№5

Априорное ранжирование факторов заключается в том, что:

- 1  факторы ранжируют в порядке убывания вносимого им вклада
- 2  факторы ранжируют в порядке возрастания вносимого им вклада
- 3  факторы ранжируют в порядке постоянного значения вклада.

№6

Свойство рототабельности:

- 1  значения параметра находятся на одинаковом расстоянии от центра
- 2  значения параметра находятся на разном расстоянии от центра
- 3  значения параметра находятся на заданном расстоянии от центра

№7

Психологический эксперимент необходим:

- 1  для сокращения объема эксперимента
- 2  для изучения объекта эксперимента
- 3  для определения параметра оптимизации.

№8

Априорное ранжирование факторов проводится методом

- 1  анкетирования специалистов
- 2  анкетирования исследователей по разным областям



- 3  анкетирования всех желающих

№9

При анкетировании специалист

- 1  указывает значимость фактора и может изменить интервал варьирования  
2  указывает значимость фактора и интервал варьирования  
3  указывает интервал варьирования

№10

Условия нормировки факторов:

- 1  сумма квадратов элементов столбцов равно числу опытов  
2  сумма элементов столбцов равно числу опытов  
3  сумма всех столбцов одинаково

### *Темы рефератов*

- 1 **Принципы построения математических моделей.** Проверка и оценивание моделей.
- 2 **Принципы построения математических моделей.** Анализ чувствительности, ранжировка параметров и упрощение модели.
- 3 **Принципы построения математических моделей.** Моделирование смешанных задач.
- 4 **Принципы построения математических моделей.** Принципы оценки адекватности и точности модели.
- 5 **Принципы построения математических моделей.** Планирование модельного эксперимента.
- 6 **Принципы построения математических моделей.** Обработка результатов спланированного эксперимента.
- 7 **Принципы построения математических моделей.** Моделирование оптимизационных задач.
- 8 **Математическое программирование.** Основные понятия линейного программирования.
- 9 **Математическое программирование.** Динамическое программирование.
- 10 **Математическое программирование.** Сетевое представление процессов.
- 11 **Математическое программирование.** Моделирование оптимизационных задач.
- 12 **Основы имитационного моделирования.** Имитационное моделирование и его этапы.
- 13 **Основы имитационного моделирования.** Понятие моделирующего алгоритма процесса.
- 14 **Основы имитационного моделирования.** Построение моделей с минимизацией целевой функции.
- 15 **Основы имитационного моделирования.** Элементы теории массового обслуживания.

- 16 **Основы имитационного моделирования.** Входящий поток требований.
- 17 **Основы имитационного моделирования.** Оптимальное использование ресурсов.
- 18 **Основы имитационного моделирования.** Генерация случайных чисел.
- 19 **Основы имитационного моделирования.** Элементы имитационной модели.
- 20 **Основы имитационного моделирования.** Моделирование транспортных задач.

### *Темы научных дискуссий (круглых столов)*

- 1 Анализ чувствительности, ранжировка параметров и упрощение модели.
- 2 Принципы оценки адекватности и точности модели.
- 3 Планирование модельного эксперимента.
- 4 Моделирование оптимизационных задач.
- 5 Имитационное моделирование и его этапы.

***Для промежуточного контроля по компетенции «ОПК-3, Способен использовать знания методов решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности»***

### ***Вопросы к зачёту***

1. Формула для определения необходимого числа опытов.
2. Определить число опытов число факторов 3, число уровней варьирования.
3. Алгоритм создания матрицы планирования экспериментов.
4. Метод чередования знаков при создании матрицы планирования.
5. Понятие «черного ящика».
6. Понятие модели и моделирования.
7. Классификация моделей.
8. Обработка вариационных рядов.
9. Получение данных.
10. Детерминированные и стохастические исходные данные.
11. Обработка результатов измерений одной случайной величины.
12. Аппроксимация исходных данных.
13. Аппроксимация данных функциональными зависимостями.
14. Функции роста.
15. Алгоритмические функции.
16. Системы уравнений для описания моделей черного ящика.
17. Аппроксимация данных регрессионными зависимостями.
18. Моделирование корреляционных зависимостей.

19. Принципы выбора структуры модели.
20. Процедура построения математической модели и ее исследования.

### ***Вопросы к экзамену***

1. Замкнутая двухкомпонентная модель роста.
2. Функция роста Гомпертца.
3. Алгоритмические (логические) функции.
4. Системы уравнений для описания моделей черного ящика.
5. Аппроксимация данных регрессионными зависимостями.
6. Линейные модели первого порядка.
7. Принципы построения математических моделей.
8. Принципы выбора структуры модели.
9. Процедура построения математической модели и ее исследования.
10. Обследование объекта, построение сценария его функционирования и концептуальной модели.
11. Этапы построения сценария процесса функционирования объекта.
12. Численное представление модели.
13. Проверка и оценивание моделей.
14. Шаги по исключению ошибки.
15. Анализ чувствительности, ранжировка параметров и упрощение модели.
16. Принципы оценки адекватности и точности модели.
17. Понятие экспертизы модели.
18. Планирование модельного эксперимента.
19. Функция отклика и факторное пространство модели.
20. Обработка результатов спланированного эксперимента.

### ***Тесты для проведения промежуточной аттестации***

#### **ОПК-3 Способен использовать знания методов решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности**

№1

Изменение фактора на верхнем и нижнем уровне представляет:

- 1  факторный эксперимент
- 2  дробной репликой;
- 3  планирование эксперимента.

№2

Свойство ротатабельности представляет расстояние от центра до любого значения фактора:

- 1  одинаковое
- 2  минимальное
- 3  максимальное

№3

Условия нормировки факторов:

- 1  сумма квадратов элементов столбцов равно числу опытов
- 2  сумма элементов столбцов равно числу опытов
- 3  сумма всех столбцов одинаково

№4

Свойство матрицы планирования эксперимента:

- 1  симметричность, нормирование факторов
- 2  симметричность
- 3  нормирование

№5

Психологический эксперимент необходим для:

- 1  сокращения объема экспериментальной работы.
- 2  выбора пределов варьирования
- 3  выбора параметра оптимизации

№6

Априорное ранжирование факторов заключается:

- 1  в расположение факторов в порядке убывания вносимого им вклада
- 2  не зависимо от вносимого вклада
- 3  минимальное значение вносимого вклада

№7

Свойство рототабельности:

- 1  значения параметра находятся на одинаковом расстоянии от центра
- 2  значения параметра находятся на разном расстоянии от центра
- 3  значения параметра находятся на заданном расстоянии от центра

№8

Психологический эксперимент необходим:

- 1  для сокращения объема эксперимента
- 2  для изучения объекта эксперимента
- 3  для определения параметра оптимизации

№9

Влияние факторов на параметр оптимизации априорно определяется проведением

- 1  анкетирования специалистов в рассматриваемой области
- 2  опрос работников
- 3  случайное расположение

№0

В анкете по опросу специалистов имеется возможность

- 1  указать значение фактора и уровень изменения
- 2  расположение факторов
- 3  уровни изменения

**7.3.3 Оценочные средства по компетенции «Способен разрабатывать физические и математические модели, проводить теоретические и экспериментальные исследования процессов, явлений и объектов, относящихся к механизации, сельскохозяйственного производства»**

***Для текущего контроля по компетенции «Способен разрабатывать физические и математические модели, проводить***

**теоретические и экспериментальные исследования процессов, явлений и объектов, относящихся к механизации, сельскохозяйственного производства»**

### *Кейс-задания*

#### **Моделирование оптимизационных задач**

**Цель работы:** изучить возможности надстройки «Поиск решения» Excel на примере решения оптимизационных задач.

#### **Задание 1. Решить линейную оптимизационную задачу.**

Фирма производит три вида продукции (А, В, С), для выпуска каждого требуется определенное время обработки на четырех устройствах.

Вид продукции	Время обработки, ч.				Прибыль, у.е.
	I	II	III	IV	
<b>A</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>B</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>6</b>
<b>C</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

Максимально допустимое время работы на устройствах I, II, III, IV составляет соответственно 84, 42, 21 и 42 часа.

Требуется рассчитать план производства, обеспечивающий максимальную прибыль.

#### ***Задания для контрольной работы***

#### **Построение моделей с минимизацией целевой функции**

##### *Задача о смеси.*

Бройлерное хозяйство птицеводческой фермы насчитывает 20000 цыплят, которые выращиваются до 8-недельного возраста и после соответствующей обработки поступают в продажу. Недельный расход корма в среднем (за 8 недель) составляет 0,5 кг. Для того чтобы цыплята к 8-ой неделе достигли необходимого веса, кормовой рацион должен удовлетворять определенным требованиям по питательности. Этим требованиям могут удовлетворять смеси различных видов кормов или ингредиентов. В таблице приведены данные, характеризующие содержание (по весу) питательных веществ в каждом из ингредиентов и удельную стоимость каждого ингредиента.

Ингредиент	Содержание питательных веществ (кг/ингредиент)			Стоимость (руб./кг.)
	Кальций	Белок	Клетчатка	
Известняк	0,38			0,4
Зерно	0,001	0,09	0,02	0,15

Соевые бобы	0,002	0,5	0,08	0,4
-------------	-------	-----	------	-----

Смесь должна содержать (от общего веса смеси): не менее 0,08 % кальция; не менее 22 % белка; не менее 5 % клетчатки; Требуется определить количество (в кг) каждого из трех ингредиентов образующих смесь минимальной стоимости, при соблюдении требований к общему расходу кормовой смеси и ее питательности.

## *Тесты*

### **ПКС-3 Способен разрабатывать физические и математические модели, проводить теоретические и экспериментальные исследования процессов, явлений и объектов, относящихся к механизации, сельскохозяйственного производства**

№1

Проверка модели на адекватность предусматривает:

- 1  использование статистических методов исследования
- 2  проведение экспериментов
- 3  определение коэффициентов уравнения регрессии

№2

Эксперименты при планировании экспериментов необходимы для:

- 1  определения коэффициентов уравнения регрессии
- 2  определения функции отклика
- 3  для определения факторов и интервалов

№3

Уровни варьирования факторов устанавливаются:

- 1  путем определения максимального и минимального значения
- 2  в области экстремума
- 3  в области наибольшего значения параметра оптимизации

№4

Факторное пространство двухфакторного эксперимента с изменением факторов на двух уровнях задается

- 1  квадратом
- 2  треугольником
- 3  прямой

№5

Получение исходной информации о изучаемом объекте достигается следующими методами

- 1  всеобщего контроля, выборочного исследования, планирования эксперимента
- 2  контроля, метода исследования, составление плана
- 3  изучение информации и последующая обработка

№6

Рандомизация опытных данных представляет

- 1  случайное размещение факторов и уровня их варьирования
- 2  выбор параметра оптимизации
- 3  выбор уровня варьирования

№7

Исходные данные об объекте исследования могут быть заданы:

- 1  отдельными числами, вектором или матрицей чисел, временным рядом
- 2  матрицей планирования
- 3  набором чисел временного ряда

№8

Метод Дельф предусматривает

- 1  анкетирование специалистов по интересующим вопросам
- 2  устный опрос
- 3  учет влияния фактора

№9

Результатом анкетирования по методу Делфи

- 1  логический анализ полученных значений данных
- 2  составление анкеты
- 3  составление матрицы

№10

Экспоненциальное распределение - закон распределения, имеющий функцию плотности вероятностей используется для

- 1  аппроксимации распределений случайных величин широкого класса задач, имеющих различные параметры  $\alpha$  и  $\beta$
- 2  аппроксимации распределений величин широкого класса задач, имеющих одинаковые значения  $\alpha$  и  $\beta$
- 3  аппроксимации распределений величин широкого класса задач

### ***Темы рефератов***

- 1 **Основы имитационного моделирования.** Средства описания поведения объектов.
- 2 **Основы имитационного моделирования.** Имитационное моделирование стохастических объектов методом Монте-Карло.
- 3 **Основы имитационного моделирования.** Моделирование на основе метода Монте-Карло.
- 4 Интерполяция; концепция интерполяции
- 5 Метод Лагранжа решения систем уравнений
- 6 Аппроксимация; концепция аппроксимации.
- 7 Метод равномерного приближения.
- 8 Экстраполяция; концепция
- 9 Численное интегрирование; концепция численного интегрирования.
- 10 Вклад И. Ньютона в решение проблема математического моделирования.
- 11 Вклад Чебышева в решение проблемы математического моделирования.
- 12 Метод сканирования в решении дифференциальных уравнений.
- 13 Определение числа корней алгебраических уравнений.
- 14 Предельные оценки и область существования корней алгебраических уравнений.
- 15 Метод предельных значений при численном интегрировании.
- 16 Решение систем линейных уравнений; концепция методов.
- 17 Точные методы решение систем линейных уравнений.
- 18 Приближенные методы решение систем линейных уравнений.
- 19 Одномерная оптимизация; концепция методов.
- 20 Метод золотого сечения в задачах оптимизации.

### ***Темы научных дискуссий (круглых столов)***

- 1 Построение моделей с минимизацией целевой функции
- 2 Использование элементов теории массового обслуживания.
- 3 Моделирование транспортных задач.
- 4 Средства описания поведения объектов.
- 5 Имитационное моделирование стохастических объектов методом Монте-Карло.

***Для промежуточного контроля по компетенции «, Способен разрабатывать физические и математические модели, проводить теоретические и экспериментальные исследования процессов, явлений и объектов, относящихся к механизации, сельскохозяйственного производства»***

### ***Вопросы к зачёту***

1. Моделирование корреляционных зависимостей.
2. Обследование объекта, построения сценария его функционирования и концептуальной модели.
3. Численное представление модели.
4. Проверка и оценивание моделей.
5. Анализ чувствительности, ранжировка параметров и упрощение модели.
6. Моделирование смешанных задач.
7. Принципы оценки адекватности и точности модели.
8. Планирование модельного эксперимента.
9. Обработка результатов спланированного эксперимента.
10. Моделирование оптимизационных задач.
11. Динамическое программирование.
12. Основные понятия линейного программирования.
13. Сетевое представление процессов.
14. Моделирование оптимизационных задач.
15. Имитационное моделирование и его этапы.
16. Понятие моделирующего алгоритма процесса.
17. Построение моделей с минимизацией целевой функции.
18. Элементы теории массового обслуживания.
19. Входящий поток требований.
20. Оптимальное использование ресурсов.
21. Генерация случайных чисел.
22. Элементы имитационной модели.
23. Моделирование транспортных задач.
24. Средства описания поведения объектов.
25. Имитационное моделирование стохастических объектов методом Монте-Карло.



## **Вопросы к экзамену**

1. Основные понятия линейного программирования.
2. Понятие линейного программирования.
3. Динамическое программирование.
4. Сетевое представление процессов. Задача о кратчайшем пути.
5. Имитационное моделирование и его этапы.
6. Преимущества имитационного моделирования.
7. Понятие моделирующего алгоритма процесса.
8. Элементы теории массового обслуживания.
9. Понятие системы массового обслуживания.
10. Основные элементы системы массового обслуживания.
11. Понятие дисциплины обслуживания (очередь).
12. Характеристики системы массового обслуживания.
13. Входящий поток требований.
14. Свойства простейшего потока.
15. Распределение Эрланга.
16. Генерация случайных чисел.
17. Программные генераторы.
18. Метод обратной функции.
19. Элементы имитационной модели.
20. Средства описания поведения объектов.
21. Модельное, физическое и виртуальное время.
22. Имитационное моделирование стохастических объектов методом Монте-Карло.

## **Тесты для проведения промежуточной аттестации**

**ПКС-3 Способен разрабатывать физические и математические модели, проводить теоретические и экспериментальные исследования процессов, явлений и объектов, относящихся к механизации, сельскохозяйственного производства**

№1

Психологический эксперимент необходим:

- 1  для сокращения объема эксперимента
- 2  для изучения объекта эксперимента
- 3  для определения параметра оптимизации

№2

Априорное ранжирование факторов проводится методом

- 1  анкетирования специалистов
- 2  анкетирования исследователей по разным областям
- 3  анкетирования всех желающих

№3

При анкетировании специалист

- 1  указывает значимость фактора и может изменить интервал варьирования

- 2  указывает значимость фактора и интервал варьирования
- 3  указывает интервал варьирования

№4

Показатель качества выполнения работы оценивается следующими величинами:

- 1  номинальное и допустимое значение показателя
- 2  среднее значение показателя
- 3  предельное допустимое значение показателя.

№5

Показатели качества вспашки оцениваются:

- 1  отклонением от заданной глубины вспашки
- 2  величина максимального значения вспашки
- 3  допустимое значение величины вспашки

№6

Необходимость установки допуска на технологическую операцию вызвана:

- 1  невозможностью поддержания технологических параметров
- 2  неровностью поля и вибрацией рабочих органов машины
- 3  неточностью проведения регулировок

№7

Допуск на качество работы должен обеспечивать:

- 1  получение максимальной урожайности при минимальных затратах
- 2  минимальными затратами на проведение работы
- 3  получение максимальной урожайности в заданных условиях.

№8

Количественный критерий оценки качества работы ограничивается:

- 1  допустимой потерей урожая и качеством последующей работы
- 2  техническим состоянием машины и скоростью движения
- 3  физико – механическими свойствами почвы.

№9

Метод экспертных оценок применяют в случаях

- 1  нет теоретических и экспериментальных данных о объекте исследования
- 2  нет теоретических данных
- 3  отсутствует точная информация объекте исследования

№10

Определите потребное число опытов необходимых для реализации эксперимента на двух уровнях для трех факторов

- 1  8
- 2  4
- 3  9

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

### **Критерии оценивания выполнения кейс-заданий**

Результат выполнения кейс-задания оценивается с учетом следующих критериев:

- полнота проработки ситуации;

- полнота выполнения задания;
- новизна и неординарность представленного материала и решений;
- перспективность и универсальность решений;
- умение аргументировано обосновать выбранный вариант решения.

Если результат выполнения кейс-задания соответствует обозначенному критерию студенту присваивается один балл (за каждый критерий по 1 баллу).

Оценка «**отлично**» – при наборе в 5 баллов.

Оценка «**хорошо**» – при наборе в 4 балла.

Оценка «**удовлетворительно**» – при наборе в 3 балла.

Оценка «**неудовлетворительно**» – при наборе в 2 балла.

### **Критерии оценки контрольной работы**

Оценка «**отлично**» – выставляется студенту, 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.

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

Оценка «**удовлетворительно**» – выставляется студенту, 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.

Оценка «**неудовлетворительно**» – выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания выносимых на контрольную работу вопросов тем дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий.

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

Оценка «**отлично**» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 85 % тестовых заданий.

Оценка «**хорошо**» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 70 % тестовых заданий.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 51 %.

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

**Тестовые задания** по дисциплине «Моделирование в агроинженерии» включены в базу тестовых заданий «Моделирование в агроинженерии» в конструкторе тестов ИНДИГО и имеются в наличии в Центре

информационных технологий КубГАУ.

### **Требования к реферату и её оценка**

**Реферат** – краткая запись идей, содержащихся в одном или нескольких источниках, которая требует умения сопоставлять и анализировать различные точки зрения. Реферат – одна из форм интерпретации исходного текста или нескольких источников. Поэтому реферат, в отличие от конспекта, является новым, авторским текстом. Новизна в данном случае подразумевает новое изложение, систематизацию материала, особую авторскую позицию при сопоставлении различных точек зрения.

Реферат, эссе должен иметь титульный лист, на котором указывается наименование учебного заведения, кафедры, дисциплина, по которой выполнена работа, тема работы, фамилия, имя, отчество студента, написавшего реферат, курс, группа.

При написании реферата, эссе следует использовать нормативный материал, учебные пособия, работы из списка рекомендованной литературы, а также другую литературу. Однако работа не должна сводиться к простому переложению положений учебника, дословному повествованию научных источников, а должна носить аналитический характер. Не допускается дословное переписывание первоисточника. Необходимо осмыслить изученную литературу и изложить содержание контрольной работы самостоятельно. Если в работе приводится какая-то часть текста из используемой литературы дословно — цитата, то её следует поставить в кавычки и сделать сноску. В сноске указываются фамилия, инициалы автора, название работы, место и год издания (если цитируется журнальная статья, указывается название, год и номер журнала), страница, с которой взята цитата. На первой странице пишется план работы. Далее следует сам текст. Он пишется в соответствии с планом. Ставится цифра «1» (номер раздела) и раскрывается первый вопрос плана. В конце каждого раздела делается вывод. Затем, таким же образом излагается второй вопрос и т.д. В конце работы оформляется заключение, содержащее основные выводы и приводится список использованной литературы. Он составляется в алфавитном порядке. Объем реферата — от 10 до 20 страниц, машинописного текста: формат А4, через 1,5 интервала, шрифт «TimesNewRoman» 14 размера. Реферат брошюруется, листы нумеруются, поля слева -25 мм, справа- 10 мм., сверху и снизу по 20 мм.

#### **По содержанию:**

1. Полное раскрытие темы реферата, эссе;
2. Самостоятельность изложения материала;
3. Собственность суждений;
4. Использование действующих договоров, законодательства, ведомственных нормативно-правовых актов;
5. Связь теоретических положений с практической деятельностью;
6. Грамотность изложения материала.

#### **По структуре:**

1. Титульный лист (оформляется по образцу);

2. План реферата, эссе;
3. Введение;
4. Основная (содержательная) часть;
5. Заключение;
6. Список использованной литературы;
7. Приложение к реферату, эссе (по необходимости);

Работы, не раскрывающие темы реферата, выполненные самостоятельно, оформленные небрежно возвращаются на доработку.

**Критериями оценки реферата** являются: новизна текста, обоснованность выбора источников литературы, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдения требований к оформлению.

Оценка **«отлично»** — выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность; сделан анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём; соблюдены требования к внешнему оформлению.

Оценка **«хорошо»** — основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении.

Оценка **«удовлетворительно»** — имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; отсутствуют выводы.

Оценка **«неудовлетворительно»** — тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен вовсе.

**Дискуссия** – это коллективное исследование проблемы, в котором каждая сторона, оппонировав (опровергая) мнение собеседника (противника), аргументирует (отстаивает) свою позицию (концепцию) и претендует на достижение цели (истины). Методика подготовки и проведения групповой дискуссии включает в себя несколько этапов: определение вопросов, актуальных для обсуждения; разбивка на группы; работа в группах; представление позиций, выработанных в группах; общая дискуссия по каждому вопросу с сопоставлением позиций; подведение итогов проблемной дискуссии.

Цель: выявить и сопоставить различные позиции по одному и тому же вопросу, выработать, если это возможно, единое мнение, обеспечить активное участие всех в обсуждении.

Каждая дискуссия обычно проходит три стадии: ориентация, оценка и консолидация.

Последовательное рассмотрение каждой стадии позволило выделить следующие их особенности. Стадия ориентации предполагает адаптацию участников дискуссии к самой проблеме, друг другу, что позволяет

сформулировать проблему, цели дискуссии; установить правила, регламент дискуссии.

Далее в стадию оценки происходит выступление участников дискуссии, их ответы на возникающие вопросы, сбор максимального объема идей, предложений, пресечение преподавателем личных амбиций отклонений от темы дискуссии.

На стадии консолидации проводится анализ результатов дискуссии, согласовании мнений и позиций, совместное формулирование решений и их принятие. Преподаватель дает оценочное суждение дискуссионкам по решению творческих заданий с учетом высказанного мнения.

#### **Критерии оценивания научных дискуссий:**

Отметка «**отлично**» – содержание выступления полное, используются конкретные факты, осознанность темы игры; системность, логичность, рациональность использования времени; выразительность речи, умение уважительно отвечать собеседникам, свободное владение материалом.

Отметка «**хорошо**» – содержание выступления полное, используются абстрактные факты, осознанность темы игры; логичность, рациональность использования времени; выразительность речи, свободное владение материалом; присутствует только конкретность и четкость.

Отметка «**удовлетворительно**» – содержание выступления не полное, используются абстрактные факты, осознанность темы игры; логичность, нерациональное использование времени; выразительность речи.

#### **Критерии оценки на экзамене**

Согласно положению системы менеджмента качества КубГАУ 2.5.1 – 2016 «Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся», оценка «**зачтено**» должна соответствовать параметрам любой из положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»), а «**незачтено**» — параметрам оценки «неудовлетворительно».

**Оценки «зачтено» и «незачтено»** выставляются по дисциплинам, формой заключительного контроля которых является зачет. При этом оценка «зачтено» должна соответствовать параметрам любой из положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»), а «незачтено» — параметрам оценки «неудовлетворительно».

**Оценка «отлично»** выставляется обучающемуся, который обладает всесторонними, систематизированными и глубокими знаниями материала учебной программы, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, усвоил основную и ознакомился с дополнительной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется обучающемуся усвоившему взаимосвязь основных положений и понятий дисциплины в их значении для приобретаемой специальности, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала, правильно обосновывающему принятые решения, владеющему разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.

**Оценка «хорошо»** выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала учебной программы, успешно выполняющему предусмотренные учебной программой задания, усвоившему материал основной литературы, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, показавшему систематизированный характер знаний по дисциплине, способному к самостоятельному пополнению знаний в ходе дальнейшей учебной и профессиональной деятельности, правильно применяющему теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеющему необходимыми навыками и приемами выполнения практических работ.

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который показал знание основного материала учебной программы в объеме, достаточном и необходимым для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных учебной программой, знаком с основной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, допустившему погрешности в ответах на экзамене или выполнении экзаменационных заданий, но обладающему необходимыми знаниями под руководством преподавателя для устранения этих погрешностей, нарушающему последовательность в изложении учебного материала и испытывающему затруднения при выполнении практических работ.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, не знающему основной части материала учебной программы, допускающему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных учебной программой заданий, неуверенно с большими затруднениями выполняющему практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не может продолжить обучение или приступить к деятельности по специальности по окончании университета без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

**Оценки «зачтено» и «незачтено»** выставляются по дисциплинам, формой заключительного контроля которых является зачет. При этом оценка «зачтено» должна соответствовать параметрам любой из положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»), а «незачтено» — параметрам оценки «неудовлетворительно».

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **Основная учебная литература**

1. Огняник А. В. Моделирование в агроинженерии : курс лекций / сост. А. В. Огняник, Е. И. Трубилин, – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 102 с. Режим доступа:

<https://kubsau.ru/upload/iblock/435/435b8c7e22d70eafe069177021aa68fe.pdf>

2. Припоров Е.В. Обработка вариационных рядов. Методические

указания к практическим занятиям по дисциплине «Моделирование в агроинженерии» для магистрантов, обучающихся по направлению 35.04.06 «Агроинженерия», профиль подготовки «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» Интернет ресурс. Образовательный портал КубГАУ. Режим доступа: [https://edu.kubsau.ru/file.php/115/01\\_obrabotka\\_variacionnykh\\_rjadov.pdf](https://edu.kubsau.ru/file.php/115/01_obrabotka_variacionnykh_rjadov.pdf)

3. Моделирование в агроинженерии: практикум / сост. А.В. Огняник, Е.И. Трубилин, Е.Е. Самурганов, В.В. Цыбулевский – Краснодар: КубГАУ, 2019.- 61 с. Режим доступа: <https://kubsau.ru/upload/iblock/3c2/3c23f53dc82277f96f82ec6c5adf3306.pdf>

### **Дополнительная учебная литература**

1. Сохт К.А. Статистические методы исследований процессов и машин в агробизнесе: учеб. пособие / К.А. Сохт, Е. И. Трубилин, В. И. Коновалов. – Краснодар : КубГАУ, 2016 – 217 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://kubsau.ru/upload/iblock/40b/40bf9773aa9f2b1f34d87e76218c8927.pdf>

2. Маслов Г. Г., Трубилин Е. И., Цыбулевский В. В. Моделирование в агроинженерии: Учебн. пособие для сельскохозяйственных ВУЗов. – Краснодар, 2019. – 271с., ил. Режим доступа: <https://kubsau.ru/upload/iblock/da1/da1c629e3a820fd7fdd15794faaee1b1.pdf>

3. Казиев, В. М. Введение в анализ, синтез и моделирование систем : учебное пособие / В. М. Казиев. — 3-е изд. — Москва, Саратов : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 270 с. — ISBN 978-5-4497-0307-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/89425.html>

4. Основы компьютерного моделирование [Электронный ресурс] : учебно-методический комплекс / . — Электрон. текстовые данные. — Алматы: Нур-Принт, 2015. — 175 с. — 9965-756-09-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67115.html>.

## **9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

### **Перечень электронно-библиотечных систем:**

№	Наименование	Тематика	Ссылка
1	Издательство «Лань»	Универсальная	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	IPRbook	Универсальная	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
3	Образовательный портал КубГАУ	Универсальная	<a href="https://edu.kubsau.ru/">https://edu.kubsau.ru/</a>

### **Перечень рекомендуемых интернет сайтов:**

1. Расчет конструкций, деталей машин и механизмов <https://apm.ru>



2. Система автоматизированного расчета деталей машин, механизмов, элементов конструкций и узлов, машиностроительных объектов и оборудования <https://ascon.ru>
3. Имитационное моделирование <https://www.anylogic.ru>
4. Симуляция и моделирование электроэнергетических систем <https://www.mathworks.com>
5. Научная электронная библиотека [www.eLIBRARY.RU](http://www.eLIBRARY.RU)
6. Образовательный портал КубГАУ [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://edu.kubsau.local>
7. Федеральный портал «Российское образование» - <http://www.edu.ru/>
8. Федеральный портал «Инженерное образование» <http://www.techno.edu.ru>

## **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

1. Припоров Е.В. Обработка вариационных рядов. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Моделирование в агроинженерии» для магистрантов, обучающихся по направлению 35.04.06 «Агроинженерия», профиль подготовки «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» Интернет ресурс. Образовательный портал КубГАУ. Режим доступа: [https://edu.kubsau.ru/file.php/115/01\\_obrabotka\\_variacionnykh\\_rjadov.pdf](https://edu.kubsau.ru/file.php/115/01_obrabotka_variacionnykh_rjadov.pdf)
2. Моделирование в агроинженерии: практикум / сост. А.В. Огняник, Е.И. Трубилин, Е.Е. Самурганов, В.В. Цыбулевский – Краснодар: КубГАУ, 2019.- 61 с. Режим доступа: <https://kubsau.ru/upload/iblock/3c2/3c23f53dc82277f96f82ec6c5adf3306.pdf>

## **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют: обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети "Интернет"; фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы; организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентационных технологий; контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

Перечень лицензионного ПО

№	Наименование	Краткое описание
1	Microsoft Windows	Операционная система
2	Microsoft Office (включает Word, Excel, PowerPoint)	Пакет офисных приложений

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование	Тематика	Электронный адрес
1	Научная электронная библиотека eLibrary	Универсальная	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>

Доступ к сети Интернет

Доступ к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

## 12 Материально-техническое обеспечение для обучения по дисциплине

Планируемые помещения для проведения всех видов учебной деятельности

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	2	3	4
1	Моделирование в агроинженерии	Помещение №226 МХ, посадочных мест – 24; площадь – 42,6кв.м; учебная аудитория для проведения учебных занятий специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель); технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран); программное обеспечение: Windows, Office.	350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13

		<p>Помещение №346 МХ, посадочных мест - 24; площадь - 84,3 кв.м; Лаборатория "Ситуационный центр точного земледелия" (кафедры эксплуатации МТП). лабораторное оборудование (компьютер — 1 шт.; проектор — 1 шт.)</p> <p>Доступ к сети «Интернет»; Доступ в электронную образовательную среду университета; программное обеспечение: Windows, Office, COMPAS-3D</p> <p>Помещение №230 МХ, посадочных мест — 24; площадь — 41,1 кв.м; учебная аудитория для проведения учебных занятий. специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель); технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран); программное обеспечение: Windows, Office.</p> <p>Помещение №26 МХ, площадь — 13,5 кв.м; помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. лабораторное оборудование (оборудование лабораторное — 4 шт.; дистиллятор — 1 шт.; стенд лабораторный — 2 шт.;).</p> <p>Помещение №357 МХ, посадочных мест – 20; площадь – 41,7 кв.м;; помещение для самостоятельной работы обучающихся технические средства обучения (компьютеры персональные); доступ к сети «Интернет»; доступ в электронную информационно-образовательную среду</p>	
--	--	--	--

		университета; специализированная мебель (учебная мебель). Программное обеспечение: Windows, Office, COMPAS-3D;	
--	--	--	--