

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Парлюк Екатерина Петровна  
Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Дата подписания: 17.07.2023 12:44:41  
Уникальный программный ключ:  
7823a3d3181287ca51a86a4cc9d33e1779345d45



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра эксплуатации машинно-тракторного парка

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора института механики и энергет-  
тики имени В.П. Горячкина  
*Е.П. Парлюк* Е.П. Парлюк  
19 " декабря 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.01.01 Цифровое моделирование технологических процессов**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 35.03.06 Агроинженерия

Направленность: Цифровые технические системы в агробизнесе


Курс 4

Семестр 7, 8

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022


Москва, 2022

Разработчик (и): д.т.н., профессор Левшин А.Г. 

К.т.н., доцент Шкель А.С. \_\_\_\_\_

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

« 15 » декабря 2022 г.

Рецензент: д.т.н., профессор Иванов Ю.Г. 

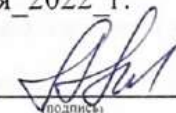
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

« 15 » декабря 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия.

Программа обсуждена на заседании кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, протокол № 4 от « 15 » декабря 2022 г.

Зав. кафедрой Левшин А.Г., д.т.н., профессор 

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

« 15 » декабря 2022 г.

**Согласовано:**

/ Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, д.т.н., профессор, академик РАН

О.Н. Дидманидзе

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

« 19 » декабря 2022 г.

Заведующий выпускающей кафедрой тракторов и автомобилей д.т.н., профессор, академик РАН

О.Н. Дидманидзе

(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

« 19 » декабря 2022 г.

/ Заведующий отделом комплектования ЦНБ

  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	4
<b>МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ: ДИСЦИПЛИНА Б1.В.01.01 «ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ» ВКЛЮЧЕНА В ВАРИАТИВНУЮ ЧАСТЬ, ФОРМИРУЕМУЮ УЧАСТНИКАМИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ КАК ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ ДИСЦИПЛИНА УЧЕБНОГО ПЛАНА ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 35.03.06 АГРОИНЖЕНЕРИЯ</b> .....	4
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	5
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	5
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	5
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	5
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	5
ПО СЕМЕСТРАМ .....	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
4.3 ЛЕКЦИИ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	13
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	16
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	17
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	17
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	22
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	24
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	24
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	24
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	25
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	25
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	25
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)</b> .....	26
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</b> .....	26
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	27
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	28

## Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.01.01 «Цифровое моделирование технологических процессов» для подготовки бакалавров по направлению 35.03.06 «Агроинженерия», направленность «Цифровые технические системы в агробизнесе»

**Цель освоения дисциплины** «Цифровое моделирование технологических процессов» является развитие способности у студентов осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения на основе цифровых технологий, направленные на эффективное использование сельскохозяйственной техники и технологического оборудования для производства сельскохозяйственной продукции.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина Б1.В.01.01 «Цифровое моделирование технологических процессов» включена в вариативную часть, формируемую участниками образовательных отношений как обязательная дисциплина учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5), ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3, ПКос-1.4, ПКос-1.5), ПКос-5 (ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3).

**Краткое содержание дисциплины:** в дисциплине рассматриваются теоретические основы цифрового моделирования технологических процессов, оптимизация технологического процесса, использования машин при поточной организации процессов, транспортном обеспечении технологических процессов, оптимальной стратегии выполнения работ, минимизирующие биологические потери продукции.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 144 часов (4 зач. ед.), в том числе практическая подготовка 8 часов.

**Промежуточный контроль:** 7 семестр – зачет, 8 семестр – экзамен, РГР.

## **1. Цель освоения дисциплины**

**Цель освоения дисциплины** «Цифровое моделирование технологических процессов» является развитие способности у студентов осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения на основе цифровых технологий, направленные на эффективное использование сельскохозяйственной техники и технологического оборудования для производства сельскохозяйственной продукции.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «**Цифровое моделирование технологических процессов**» включена в вариативную часть, формируемую участниками образовательных отношений как обязательная дисциплина учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, направленность «Цифровые технические системы в агробизнесе».

Дисциплина «**Цифровое моделирование технологических процессов**» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО, профессионального стандарта 13.001 «Специалист в области механизации сельского хозяйства» и Учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «**Цифровое моделирование технологических процессов**» являются математика, тракторы и автомобили, сельскохозяйственные машины. Изучается одновременно с дисциплиной эксплуатация машинно-тракторного парка, надежность технологических комплексов.

Особенностью дисциплины является моделирование и оптимальное использование технических систем в сельскохозяйственном производстве.

Рабочая программа дисциплины «**Цифровое моделирование технологических процессов**» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

## **4. Структура и содержание дисциплины**

### **4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144/8 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Код и содержание индикатора достижения компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя её базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи.	Методы системного анализа взаимодействующих подсистем, декомпозиции задач в том числе с использованием цифровых технологий.	Анализировать необходимую информацию с помощью цифровых технологий	Навыками анализа и синтеза информации с помощью цифровых технологий.
			УК-1.2. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.	Способы нахождения информации в интернете и базах данных, методы анализа информации с использованием статистического и факторного анализа.	Критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи, анализировать возможные варианты решения посредством электронных ресурсов, официальных сайтов.	Навыками анализа и реализации возможных вариантов решения и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др.,
			УК-1.3. Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.	Алгоритмы решения прикладных инженерных задач	Обосновывать лучшие решения по выбранным критериям эффективности, в том числе и с использованием систем помощи принятия решений	Навыками решения оптимизационных задач методами цифрового моделирования

			УК-1.4. Грамотно, логично, аргументировано формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности.	Теоретические основы принятия решений и методов анализа информации, в том числе с помощью цифровых систем искусственного интеллекта.	Оценивать предложения, достоинства и возможности принятия обоснованных решений, в том числе с помощью цифровых систем искусственного интеллекта.	Навыками отличать факты, и определять истинность в трактовках других участников деятельности на основе логики оценки достоверности, включая и методы статистики
			УК-1.5. Определяет и оценивает последствия возможных решений задачи.	Ход решения и возможные последствия при возможных решениях задачи	Определять последствия при принятии решений, в том числе с помощью цифровых технологий.	Навыками оценки принятых решений, в том числе с помощью цифровых технологий.
3.	ПКос-1	Способен обеспечивать эффективное использование сельскохозяйственной техники и технологического оборудования для производства сельскохозяйственной продукции	ПКос-1.1. Демонстрирует знания по планированию механизированных работ для производства сельскохозяйственной продукции.	Методы планирования механизированных работ для производства сельскохозяйственной продукции.	Обосновывать рациональный состав и потребность в технических средствах для выполнения механизированных работ с заданным качеством.	Навыками эффективного использования сельскохозяйственной техники и технологического оборудования для производства сельскохозяйственной продукции
			ПКос-1.2. Обосновывает рациональный состав и потребность в технических средствах для выполнения механизированных работ.	Современные технологии и принципы комплектования оптимального состава МТА и настройки систем автоматизированного управления и контроля.	Обосновывать потребность сельхоз предприятий в материально-технических ресурсах, настраивать современные системы управления и контроля.	Алгоритмами расчёта оптимального состава МТП и навыками настройки систем автоматизированного управления и контроля.

			<p>ПКос-1.3. Обосновывает потребность сервисных предприятий в материально-технических ресурсах.</p>	<p>Современные технологии и принципы технического сервиса с использованием цифровых технологий.</p>	<p>Обосновывать потребность сельхоз предприятий в материально-технических ресурсах с использованием цифровых технологий.</p>	<p>Алгоритмами расчёта материально-технических ресурсов сервисных предприятий на основе цифровых технологий.</p>
			<p>ПКос-1.4. Демонстрирует знания в освоении современных технологий обеспечения конкурентоспособности услуг технического сервиса.</p>	<p>Современные технологии и принципы технического сервиса и применения экспертных систем поиска неисправностей.</p>	<p>Определять направления развития услуг технического сервиса и применения экспертных систем поиска неисправностей.</p>	<p>Навыками освоения современных технологий и применения экспертных систем поиска неисправностей .</p>
			<p>ПКос-1.5. Обеспечивает эффективное использование сельскохозяйственной техники и технологического оборудования для производства сельскохозяйственной продукции.</p>	<p>Знать устройство и обеспечивать эффективное использование сельскохозяйственной техники и технологического оборудования для производства сельскохозяйственной продукции.</p>	<p>Уметь организовать и обеспечивать эффективное использование сельскохозяйственной техники и технологического оборудования для производства сельскохозяйственной продукции.</p>	<p>Владеть навыками регулировки, настройки и обеспечивать эффективное использование сельскохозяйственной техники и Технологического оборудования для производства сельскохозяйственной продукции.</p>
4.	ПКос-5	<p>Способен организовать работу по повышению эффективности технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования.</p>	<p>ПКос-5.1. Демонстрирует знания по передовому опыту планирования и проведения технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники и технологического оборудования.</p>	<p>Правила и требования качественного выполнения работ.</p>	<p>Организовать работу по повышению эффективности технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования</p>	<p>Навыками выполнения работ по повышению эффективности технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования</p>



		<p>ПКос-5.2. Организует работу по повышению эффективности технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования.</p>	<p>Технологии и средства технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования.</p>	<p>Организовать работу по повышению эффективности технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования.</p>	<p>Навыками выполнения работ по повышению эффективности технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования</p>
		<p>ПКос-5.3. Разрабатывает рекомендации по технологической подготовке по оказанию услуг технического сервиса.</p>	<p>Нормативно-правовые акты по оказанию услуг технического сервиса.</p>	<p>Работать со справочной литературой и нормативно-правовыми актами.</p>	<p>Навыками организации оказания услуг технического сервиса.</p>

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в 7 и 8 семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час.	В т.ч. по семестрам	
		7	8
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144/8</b>	<b>72/4</b>	<b>72/4</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>52,65/8</b>	<b>24,25/4</b>	<b>28,4/4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>52,65/8</b>	<b>24,25/4</b>	<b>28,4/4</b>
<i>в том числе:</i>			
<i>лекции (Л)</i>	16	8	8
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	34/8	16/4	18/4
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	0	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,65	0,25	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>91,35</b>	<b>47,75</b>	<b>43,6</b>
<i>реферат (подготовка)</i>	10	10	0
<i>Расчетно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>	14	0	14
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям)</i>	33,75	28,75	5
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,6		24,6
<i>Подготовка к зачёту (контроль)</i>	9	9	
Вид промежуточного контроля:		Зачёт	Экзамен

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа, СР
		Л	ПЗ*	ПКР	
Раздел 1 «Теоретические основы моделирования технологических операций»	22,75	2			20,75
Раздел 2 «Моделирование производственных процессов и технологических комплексов»	49/4	6	16/4		27
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25			0,25	
<b>Всего за 7 семестр</b>	<b>72/4</b>	<b>8</b>	<b>16/4</b>	<b>0,25</b>	<b>47,75</b>

Раздел 2 «Моделирование производственных процессов и технологических комплексов»	22/2	2	10/2		10
Раздел 3 Факторный анализ производственных процессов.	23/2	6	8/2		9
<i>Расчетно-графическая работа (РГР) (консультация, защита)</i>	0,4			0,4	
<i>консультации перед экзаменом</i>	2			2	
<i>Подготовка к экзамену</i>	24,6				24,6
<b>Всего за 8 семестр</b>	<b>72/4</b>	<b>8</b>	<b>18/4</b>	<b>2,4</b>	<b>43,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144/8</b>	<b>16</b>	<b>34/8</b>	<b>2,65</b>	<b>91,35</b>

\* в том числе практическая подготовка

## **Введение**

### **Раздел 1. Моделирование сложных систем**

#### **Тема 1 Основы системного подхода.**

Объекты исследования и их особенности. Системное окружение. Понятие связи. Показатели работы и действующие факторы. Понятие сложной системы, признаки сложной системы. Системные представления: эволюционное, макроскопическое и иерархическое, примеры.

#### **Тема 2 Моделирование как метод исследования.**

Понятие модели, классификация моделей. Моделирование. Методы построения моделей, и оценка их соответствия оригиналу. Имитационные модели. Особенности биоэнергетического подхода в растениеводстве. Антропогенная энергия. Системный подход к оптимизации антропогенной энергии. Модель многоуровневой оптимизации.

Система накопления знаний и развитие систем. Особенности физических моделей. Теоретическая основа физического моделирование. Основатели теории физического моделирования.

### **Раздел 2 Моделирование производственных процессов.**

#### **Тема 3 Сетевое планирование**

Сетевое планирование как метод управления проектом. Понятия сетевых моделей. Сетевой график и правила его построения. Параметры сетевого графика. Критический путь и оптимизация сетевого графика. Коэффициент напряженности работ.

#### **Тема 4 Транспортная задача.**

Структура производственного процесса. Особенности транспортного процесса. Требования к транспортным средствам сельскохозяйственного назначения. Линейка перспективных транспортных средств. Постановка транспортной задачи в сельском хозяйстве. Схема транспортной задачи и ее формализация. Открытая и закрытая транспортная задача. Алгоритм и методы решения: северо-западного угла, минимального элемента, метод потенциалов.

Цикл и перемещение по циклу. Условия оптимального плана перевозок.

### **Тема 5. Оптимизационные задачи линейного программирования**

Оптимизация плана производства. Обобщенная модель и формы записи. Состав кормовой смеси (задача о диете).

Оптимальное распределение агрегатов по видам работ (задача о назначении). Описание производственной ситуации. Пример формализации модели: выбор целевой функции, формулировка и запись ограничений. Оптимизация решения методом искусственного базиса. Суть симплексного метода. Пример использования калькулятора симплексного метода. Алгоритм симплексных преобразований.

### **Тема 6 Оптимизация единичного технологического процесса**

Особенности уборки зерновых культур. Динамика формирования урожая. Показатели качества зерна и урожайность. Мониторинг процесса созревания зерновых культур по космическим снимкам, видеомониторинг с БПЛА. Проблема неоднородного созревания зерен в колосе и растений на поле. Причины биологических потерь зерна: недозревшее зерно и самоосыпание.

Технологии уборки. Математическая модель прямого комбайнирования. Оценка интенсивности потерь зерна. Схема уборки и ее оптимизация. Схема организации работ при выполнении сложного технологического процесса (раздельная уборка). Схема организации работ с последовательной комбинацией технологических процессов. Пример решения.

### **Тема 7. Оптимизация состава технологического комплекса**

Поточный принцип организации выполнения работ. Конвейерная сборка тракторов и комбайнов. Особенности использования принципов поточного выполнения работ в сельском хозяйстве. Условие потока. Вероятностный характер процесса уборки.

Системы массового обслуживания. Вероятностная модель оптимизации уборочного комплекса. Основные положения ТМО: событие, поток событий, интенсивность потока событий, интенсивность обслуживания заявок. Понятие стационарного потока. Структурная схема СМО. Уборочно-транспортный комплекс (УТК) как система массового обслуживания. Состояние системы. Граф состояния. Показатели СМО.

Оптимизация УТК по экономическим критериям.

## **Раздел 3 Факторный анализ производственных процессов.**

### **Тема 8. Применение теории игр при оптимизации производственных процессов в сельском хозяйстве.**

Основные понятия теории игр: стратегия игры, противоречия в конфликтных ситуациях, матрица игры, цена игры. Теорема матричных игр. Принятие решений в конфликтных ситуациях. Игры с природой. Критерии оптимальности: Вальда, Сэвиджа, Гурвица, Байеса, Лапласа, Гермейера и др.

### **Тема 9. Регрессионные модели факторного анализа**

Оценка взаимосвязи двух случайных величин. Корреляция и корреляционное уравнение, Регрессия. Аппроксимация зависимостей по методу наименьших квадратов. Адекватность уравнений. Понятия дисперсионного анализа.

### **Тема 10. Многомерный факторный анализ.**

Основы многомерного статистического факторного анализа. Алгоритм фак-

торного анализа. Эллипс рассеивания случайной величины. Критерии факторного анализа. Модели факторного анализа. Метод главных компонент. Основы кластерного анализа.

### Тема 11. Имитационное моделирование производственных процессов.

Термины и определения. Основные понятия имитационного моделирования. Классификация моделей. Этапы процесса имитации. Имитационный эксперимент. Оценка точности имитационных моделей. Каноническая модель предприятия. Практическое использование имитационных моделей. Программно-аппаратные комплексы.

## 4.3 Лекции и практические занятия

Таблица 4

### Содержание лекций, практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
1.	<b>Раздел 1. Моделирование сложных систем</b>				
2	Тема 1 Основы системного подхода.	Лекция № 1 Основы системного подхода ( Excel, Word, Power Point)	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5; ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3, ПКос-1.4, ПКос-1.5; ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3.	Устный опрос	1
	Тема 2 Моделирование как метод исследования	Лекция № 2 Моделирование как метод исследования (Excel, Word, Power Point)	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5; ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3, ПКос-1.4, ПКос-1.5; ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3.	Устный опрос	1
<b>Раздел 2 Моделирование производственных процессов.</b>					
3	Тема 3 Сетевое планирование	Лекция № 3 Сетевое планирование (Excel, Word, Power Point, Битрикс-24)	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5; ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3, ПКос-1.4, ПКос-1.5; ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3.	Устный опрос	1
4		ПЗ №1 Сетевой график испытания машин (Excel, Word, Битрикс-24)		Защита индивидуальных заданий	4
5	Тема 4 Транспортная задача.	Лекция №4 Транспортная задача (Excel)	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5; ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3, ПКос-1.4, ПКос-1.5; ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3.	Устный опрос	1
6		ПЗ №2 Транспортное обеспечение производственных процессов (Excel)		Защита индивидуальных заданий	4
7	Тема 5. Оптимизационные задачи линейно-	Лекция № 5 Оптимизационные задачи линейного программирования (Excel, Word, Power Point)	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5; ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3, ПКос-1.4,	Устный опрос	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
8	го программирования	ПЗ № 3 Оптимизация использования техники при одновременном выполнении работ (Simplec)	ПКос-1.5; ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3.	Защита индивидуальных заданий	4/2
9 10	Тема 6 Оптимизация единичного технологического процесса	Лекция № 6 Оптимизация единичного технологического процесса (Excel, Word, Power Point)	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5; ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3, ПКос-1.4, ПКос-1.5; ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3.	Устный опрос	2
		ПЗ № 4 Оптимизация оптимальных сроков и продолжительности полевых работ (уборка зерновых).		Защита индивидуальных заданий	4/2
11 12	Тема 7. Оптимизация состава технологического комплекса	Лекция №7. Оптимизация состава технологического комплекса (Excel, Word, Power Point)	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5; ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3, ПКос-1.4, ПКос-1.5; ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3.	Устный опрос	2
		ПЗ № 5 Оптимизация уборочно-транспортного комплекса		Защита индивидуальных заданий	2
<b>Раздел 3 Факторный анализ производственных процессов.</b>					
13 14	Тема 8. Применение теории игр при оптимизации производственных процессов в сельском хозяйстве	Лекция № 8. Применение теории игр при оптимизации производственных процессов в сельском хозяйстве (Excel, Word, Power Point)	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5; ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3, ПКос-1.4, ПКос-1.5; ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3.	Устный опрос	1
		ПЗ № 6 Оптимизация стратегии технического сервиса МТП.		Защита индивидуальных заданий	4/2
15 16	Тема 9. Регрессионные модели факторного анализа	Лекция № 9. Регрессионные модели факторного анализа (Excel, Word, Power Point)	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5; ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3, ПКос-1.4, ПКос-1.5; ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3.	Устный опрос	1
		ПЗ № 7 Оценка взаимосвязи двух случайных величин (MathCAD)		Защита индивидуальных заданий	4
17 18	Тема 10. Многомерный факторный анализ	Лекция № 10. Многомерный факторный анализ (Excel, Word, Power Point, Loginom)	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5; ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3, ПКос-1.4, ПКос-1.5; ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3.	Устный опрос	2
		ПЗ № 8 Многомерный факторный анализ использования МТП		Защита индивидуальных заданий	4/2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
19	Тема 11. Имитационное моделирование производственных процессов.	Лекция № 11. Имитационное моделирование производственных процессов. (Excel, Word, Power Point, AnyLogic)	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5; ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3, ПКос-1.4, ПКос-1.5; ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3.	Устный опрос	2
20		ПЗ № 9. Имитационное моделирование поточного производства. (AnyLogic)		Защита индивидуальных заданий	

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Моделирование сложных систем</b>		
1.	Тема 1 Основы системного подхода.	Понятие сложной системы, признаки сложной системы. (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5; ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3, ПКос-1.4, ПКос-1.5; ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3)
2.	Тема 2 Моделирование как метод исследования	Антропогенная энергия. Системный подход к оптимизации антропогенной энергии. Модель многоуровневой оптимизации. (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5; ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3, ПКос-1.4, ПКос-1.5; ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3)
<b>Раздел 2 Моделирование производственных процессов.</b>		
3	Тема 3 Сетевое планирование	Критический путь и оптимизация сетевого графика. Коэффициент напряженности работ. (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5; ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3, ПКос-1.4, ПКос-1.5; ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3)
4	Тема 4 Транспортная задача.	Требования к транспортным средствам сельскохозяйственного назначения. Линейка перспективных транспортных средств (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5; ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3, ПКос-1.4, ПКос-1.5; ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3)
5	Тема 5. Оптимизационные задачи линейного программирования	Оптимизация плана производства. Обобщенная модель и формы записи. Состав кормовой смеси (задача о диете). (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5; ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3, ПКос-1.4, ПКос-1.5; ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3)
6	Тема 6 Оптимизация единичного технологического процесса	Мониторинг процесса созревания зерновых культур по космическим снимкам, видеомониторинг с БПЛА. (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5; ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3, ПКос-1.4, ПКос-1.5; ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3)
7	Тема 7. Оптимизация состава технологического комплекса	Особенности использования принципов поточного выполнения работ в сельском хозяйстве. (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5; ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3, ПКос-1.4, ПКос-1.5; ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3)

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 3 Факторный анализ производственных процессов.</b>		
8	Тема 8. Применение теории игр при оптимизации производственных процессов в сельском хозяйстве	Принятие решений в конфликтных ситуациях. Игры с природой. Условие потока. Вероятностный характер процесса уборки. (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5; ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3, ПКос-1.4, ПКос-1.5; ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3)
9	Тема 9. Регрессионные модели факторного анализа	Адекватность уравнений. Понятия дисперсионного анализа. (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5; ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3, ПКос-1.4, ПКос-1.5; ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3)
10	Тема 10. Многомерный факторный анализ	Метод главных компонент. Основы кластерного анализа. (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5; ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3, ПКос-1.4, ПКос-1.5; ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3)
11	Тема 11. Имитационное моделирование	Практическое использование имитационных моделей. Программно-аппаратные комплексы. (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5; ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3, ПКос-1.4, ПКос-1.5; ПКос-5.1, ПКос-5.2, ПКос-5.3)

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Тема 1 Основы системного подхода.	Л Проблемная лекция
2.	Тема 3 Сетевое планирование	ПЗ Практическое обучение
3	Тема 4 Транспортная задача	ПЗ Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами).
4	Тема 5. Оптимизационные задачи линейного программирования	Л, ПЗ Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами).
5	Тема 6 Оптимизация единичного технологического процесса	ПЗ Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами).
6	Тема 7. Оптимизация состава технологического комплекса	ПЗ Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами).
7	Тема 8. Применение теории игр при оптимизации производственных процессов в сельском хозяйстве	ПЗ Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами). Практическое обучение
8	Тема 9. Регрессионные модели факторного анализа	ПЗ Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами).



№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интер-активных образовательных технологий
9	Тема 10. Многомерный факторный анализ	ПЗ	Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами). Практическое обучение
10	Тема 11. Имитационное моделирование производственных процессов.	ПЗ	Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами).

## **6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

### **6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль).

#### **Вопросы по лекционному материалу (устный опрос)**

##### **Лекция № 1 Основы системного подхода.**

1. Объекты исследования и их особенности. Системное окружение.
2. Понятие связи. Показатели работы и действующие факторы.
3. Понятие сложной системы, признаки сложной системы.
4. Системные представления: эволюционное, макроскопическое и иерархическое, примеры.

##### **Лекция № 2 Моделирование как метод исследования**

1. Понятие модели, классификация моделей.
2. Моделирование. Методы построения моделей, и оценка их соответствия оригиналу.
3. Модель многоуровневой оптимизации.
4. Система накопления знаний и развитие систем.
5. Особенности физических моделей. Теоретическая основа физического моделирование.
6. Основатели теории физического моделирования.

##### **Лекция № 3 Сетевое планирование**

1. Сетевое планирование как метод управления проектом.
2. Понятия сетевых моделей.
3. Сетевой график и правила его построения.

##### **Лекция №4 Транспортная задача**

1. Структура производственного процесса. Особенности транспортного процесса.
2. Требования к транспортным средствам сельскохозяйственного назначения. Линейка перспективных транспортных средств.
3. Постановка транспортной задачи в сельском хозяйстве.
4. Схема транспортной задачи и ее формализация.
5. Открытая и закрытая транспортная задача.

##### **Лекция № 5 Оптимизационные задачи линейного программирования**

1. Оптимизация плана производства. Обобщенная модель и формы записи.
2. Состав кормовой смеси (задача о диете).
3. Оптимальное распределение агрегатов по видам работ (задача о назначении).
4. Алгоритм симплексных преобразований.

#### **Лекция № 6 Оптимизация единичного технологического процесса**

1. Особенности уборки зерновых культур.
2. Динамика формирования урожая.
3. Показатели качества зерна и урожайность.
4. Мониторинг процесса созревания зерновых культур по космическим снимкам, видеомониторинг с БПЛА.
5. Проблема неоднородного созревания зерен в колосе и растений на поле.

#### **Лекция №7. Оптимизация состава технологического комплекса**

1. Поточный принцип организации выполнения работ.
2. Особенности использования принципов поточного выполнения работ в сельском хозяйстве.
3. Условие потока. Вероятностный характер процесса уборки.
4. Системы массового обслуживания.
5. Вероятностная модель оптимизации уборочного комплекса.
6. Основные положения ТМО: событие, поток событий, интенсивность потока событий, интенсивность обслуживания заявок.

#### **Лекция № 8. Применение теории игр при оптимизации производственных процессов в сельском хозяйстве**

1. Основные понятия теории игр: стратегия игры, противоречия в конфликтных ситуациях, матрица игры, цена игры.
2. Теорема матричных игр.
3. Принятие решений в конфликтных ситуациях.

#### **4. Лекция № 9. Регрессионные модели факторного анализа**

1. Оценка взаимосвязи двух случайных величин.
2. Корреляция и корреляционное уравнение.
3. Регрессия.

#### **Лекция № 10. Многомерный факторный анализ**

1. Основы многомерного статистического факторного анализа.
2. Алгоритм факторного анализа.
3. Эллипс рассеивания случайной величины.
4. Критерии факторного анализа.

#### **Лекция № 11. Имитационное моделирование производственных процессов.**

1. Термины и определения.
2. Основные понятия имитационного моделирования.
3. Этапы процесса имитации.
4. Имитационный эксперимент.
5. Оценка точности имитационных моделей.

## **Вопросы для защиты заданий практических занятий**

### **ПЗ №1 Сетевой график испытания машин**

1. Параметры сетевого графика.
2. Критический путь и оптимизация сетевого графика.
3. Коэффициент напряженности работ.

### **ПЗ №2 Транспортное обеспечение производственных процессов**

1. Алгоритм и методы решения: северо-западного угла, минимального элемента, метод потенциалов.
2. Цикл и перемещение по циклу.
3. Условия оптимального плана перевозок.

### **ПЗ № 3 Оптимизация использования техники при одновременном выполнении работ**

1. Описание производственной ситуации.
2. Пример формализации модели: выбор целевой функции, формулировка и запись ограничений.
3. Оптимизация решения методом искусственного базиса.
4. Пример использования калькулятора симплексного метода.

### **ПЗ № 4 Оптимизация оптимальных сроков и продолжительности полевых работ (уборка зерновых).**

1. Причины биологических потерь зерна: недозревшее зерно и самоосыпание. Технологии уборки.
2. Математическая модель прямого комбайнирования.
3. Схема организации работ при выполнении сложного технологического процесса (раздельная уборка).
4. Схема организации работ с последовательной комбинацией технологических процессов. Пример решения.

### **ПЗ № 5 Оптимизация уборочно-транспортного комплекса**

1. Структурная схема СМО.
2. Уборочно-транспортный комплекс (УТК) как система массового обслуживания. Состояние системы.
3. Граф состояния. Показатели СМО.
4. Оптимизация УТК по экономическим критериям.

### **ПЗ № 6 Оптимизация стратегии технического сервиса МТП.**

1. Игры с природой.
2. Критерии оптимальности: Вальда, Сэвиджа, Гурвица, Байеса, Лапласа, Гермейера и др.
3. Матрица игры.

### **ПЗ № 7 Оценка взаимосвязи двух случайных величин**

1. Аппроксимация зависимостей по методу наименьших квадратов.
2. Адекватность уравнений.
3. Понятия дисперсионного анализа.

### **ПЗ № 8 Многомерный факторный анализ использования МТП**

1. Модели факторного анализа.
2. Метод главных компонент.
3. Основы кластерного анализа

### **ПЗ № 9. Имитационное моделирование поточного производства.**

1. Каноническая модель предприятия.
2. Практическое использование имитационных моделей.
3. Программно-аппаратные комплексы.

### **Примерные темы рефератов (7 семестр):**

1. Системный анализ исследования (указывается производственный процесс);
2. Методика построения (указывается вид модели и исследуемого процесса);
3. Сетевой график технологии возделывания и уборки (указывается культура и агрономическая зона);
4. Требования к автотранспортным средствам сельскохозяйственного назначения;
5. Оптимизация транспортного процесса на ЭВМ;
6. Оптимизационная задача линейного программирования (для заданного плана производства);
7. Исследование и оптимизация производственного процесса (по согласованию с преподавателем);
8. Организация работы уборочно-транспортного комплекса.

### **Примерная тематика расчетно-графической работы (8 семестр)**

Расчетно-графическая работа является дополнительным видом самостоятельной работы студентов направленной на улучшение профессиональной подготовки, развития творческого мышления, закрепления и углубления полученных знаний, умений и навыков.

Целью расчетно-графической работы является получение студентами навыков оптимизации технологических процессов с использованием цифровых технологий, включающий: описание производственной ситуации сельскохозяйственного предприятия, сбора, обработки и структурирования исходных данных, обоснование выбора критериев оптимизации, формализацию математической модели и ее исследование, обоснование оптимального варианта.

Примерная тематика расчетно-графической работы:

1. Оптимизация уборочно-транспортного комплекса, как системы массового обслуживания с использованием цифровых технологий.
2. Оптимизация стратегии технического сервиса МТП на основе теории игр.
3. Многомерный факторный анализ использования машинно-тракторного парка сельскохозяйственного предприятия с помощью цифровых технологий.
4. Имитационное моделирование поточного производства сельскохозяйственного предприятия.

Работа оформляется в печатном виде в текстовом редакторе, формат А4, шрифт Times New Roman, кегль 14, интервал 1. Поля: верхнее и нижнее – 2 см.,

левое 2,5 и правое 1,5. Выравнивание по ширине. Объем 10-15 страниц. Структура:

1. Титульный лист (с сайта);
2. Содержание;
3. Введение (1-2 стр.)
4. Основная часть (10-15);
5. Заключение.
6. Список использованных источников (по ГОСТ 7.1)

### **Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию:**

#### **7 семестр –зачет**

1. Объекты исследования и их особенности. Системное окружение.
2. Понятие связи. Показатели работы и действующие факторы.
3. Понятие сложной системы, признаки сложной системы.
4. Системные представления: эволюционное, макроскопическое и иерархическое, примеры.
5. Понятие модели, классификация моделей.
6. Моделирование. Методы построения моделей, и оценка их соответствия оригиналу.
7. Модель многоуровневой оптимизации.
8. Особенности физических моделей.
9. Теоретическая основа физического моделирование.
- 10.Сетевое планирование как метод управления проектом.
- 11.Сетевой график и правила его построения.
- 12.Параметры сетевого графика.
- 13.Критический путь и оптимизация сетевого графика.
- 14.Коэффициент напряженности работ.
- 15.Особенности транспортного процесса.
- 16.Постановка транспортной задачи в сельском хозяйстве.
- 17.Схема транспортной задачи и ее формализация.
18. Алгоритм и методы решения: северо-западного угла, минимального элемента, метод потенциалов.
19. Цикл и перемещение по циклу.
20. Условия оптимального плана перевозок.
21. Оптимизация решения задач линейного программирования методом искусственного базиса.
22. Суть симплексного метода.
23. Оптимизация плана производства. Обобщенная модель линейного программирования и формы записи.
24. Оптимальное распределение агрегатов по видам работ (задача о назначении).
- 25.Поточный принцип организации выполнения работ.
26. Особенности использования принципов поточного выполнения работ в сельском хозяйстве.
- 27.Условие потока. Вероятностный характер процесса уборки.
- 28.Граф состояния. Показатели СМО.

29. Оптимизация УТК по экономическим критериям.

30. Системы массового обслуживания. Поток заявок.

### 8 семестр - экзамен

1. Вероятностная модель оптимизации уборочного комплекса.
2. Основные положения ТМО: событие, поток событий, интенсивность потока событий, интенсивность обслуживания заявок.
3. Понятие стационарного потока.
4. Игры с природой. Возрастная структура МТП
5. Основные понятия теории игр: стратегия игры, противоречия в конфликтных ситуациях, матрица игры, цена игры.
6. Теорема матричных игр.
7. Принятие решений в конфликтных ситуациях.
8. Статистические критерии принятия решений.
9. Оценка взаимосвязи двух случайных величин.
10. Понятие случайной величины и ее характеристики.
11. Корреляция и корреляционное уравнение.
12. Функция распределения случайной величины.
13. Аппроксимация зависимостей по методу наименьших квадратов. Регрессия.
14. Многофакторный эксперимент.
15. Адекватность уравнений.
16. Понятия дисперсионного анализа.
17. Основы многомерного статистического факторного анализа.
18. Алгоритм факторного анализа.
19. Эллипс рассеивания случайной величины.
20. Критерии факторного анализа.
21. Модели факторного анализа.
22. Метод главных компонент.
23. Основы кластерного анализа
24. Основные понятия имитационного моделирования.
25. Этапы процесса имитации.
26. Имитационный эксперимент.
27. Каноническая модель предприятия.
28. Практическое использование имитационных моделей.
29. Программно-аппаратные комплексы.
30. Оценка точности имитационных моделей.

### 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 7

#### Критерии оценки защиты практический заданий

Зачтено/не зачтено	Требования
зачтено	Студент способен применять знания, умения при вы-

	полнении индивидуального задания по теме практического задания. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Не зачтено	Студент не способен применять знания, умения при выполнении индивидуального задания по теме практического задания. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы

Таблица 8

### Критерии оценки усвоения материалов лекций

Зачтено/не зачтено	Требования
зачтено	Студент способен применять знания по теме лекции. Индикаторы компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Не зачтено	Студент не способен применять знания по теме лекции. Индикаторы компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы

Таблица 9

### Критерии оценивания результатов выполнения РГР

Зачтено/не зачтено	Требования
зачтено	Студент способен применять знания, умения при выполнении индивидуального задания по заданной теме. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Не зачтено	Студент не способен применять знания, умения при выполнении индивидуального задания по заданной теме. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы

Таблица 10

### Критерии оценивания результатов обучения (7 семестр - Зачет)

Зачтено/не зачтено	Требования
зачтено	Студент способен продемонстрировать знания, умения и навыки по изучаемой дисциплине. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Не зачтено	Студент не способен продемонстрировать знания, умения и навыки. по изучаемой дисциплине. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы

**Критерии оценивания результатов обучения (экзамен)**

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>не сформированы.</b>

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины****7.1 Основная литература**

1. Скороходов А.Н. Левшин А.Г. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка. – М.:БИБКОМ;ТРАНСЛОГ, 2017. – 478 стр. Учебник для вузов ISBN 978-5-905563-66-9;
2. Зангиев А.А., Скороходов А.Н. Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка: Учебное пособие. – 3-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 464 с.: ил. – (Учебники для вузов, Специальная литература). [Электронное издание: <https://e.lanbook.com/book/102217>].

**7.2 Дополнительная литература**

1. Федеральный регистр технологий производства продукции растениеводства. Система технологий.- М.: ИНФОРМАГРОТЕХ, 1999 .- 517 с.
2. Федоренко В.Ф. и др. Российские аналоги зарубежной сель-



скохозяйственной техники, импортозамещение агрегатов, запасных частей и расходных материалов: научн. Издание, -М.:ФГБНУ «Росинформагротех»,2015. 340 с.

3. Левшин А.Г., Измайлов А.Ю., Евтюшенков Н.Е. Транспортное обеспечение производственных процессов:учебное пособие.- М.: МГАУ, 2007. - 157 с.

4. Техническая эксплуатация сельскохозяйственных машин (с нормативными материалами). – М.: ГОСНИТИ;

5. В.Н. Кузьмин, А.П. Королькова, В.Д. Митракова,Т.С. Хатунцова, И.И. Горелова, В.Я. Гольдяпин. Нормативно-справочные материалы по планированию механизированных работ в сельскохозяйственном производстве: Сборник. — М.: ФГНУ «Росинформагротех» 2008 г. 316 с.

### **7.3 Нормативные правовые акты**

1. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017 - 2025 годы. Утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. N 996.

2. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2016 г. № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства».

### **7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

1. Скороходов А.Н. и Левшин А.Г. Выбор оптимальных параметров и режимов работы МТА. Практикум Ч.1. ООО «УМЦ «Триада» 2012» 75 с.

2. Скороходов А.Н., Левшин А.Г., Уваров В.П., Дидманидзе Р.Н. Моделирование и оптимизация технологических процессов в растениеводстве. Практикум часть 2. Для студентов вузов, обучающихся по направлению Агроинженерия. М.ООО «УМЦ Триада», 2013. 155 с.

3. Скороходов А.Н. Дидманидзе О.Н. Методы повышения надежности и эффективности агрегатов и технологических комплексов, часть 3. Практикум для студентов вузов, обучающихся по направлению Агроинженерия. М. ФГОУ ВПО МГАУ, 2015. 126 с.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Автоматизированная справочная система «Сельхозтехника»  
<http://www.agrobase.ru> (открытый доступ);

2. Каталог государственных стандартов (открытый доступ)  
<http://gost.ruscable.ru/catalog/?c=0&f2=3&f1=П1013160>

3. Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» (открытый доступ).

<http://rucont.ru>

4. Электронно-библиотечная система Ассоциация региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН). [http:// ibooks.ru](http://ibooks.ru) (Айбукс-ру) (открытый доступ)

5. Ассоциация испытателей сельскохозяйственной техники (АИСТ) <http://www.aist-agro.ru/aist.html> (открытый доступ).

6. ФГБНУ "Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса" (Росинформагротех) <http://www.rosinformagrotech.ru/> (открытый доступ).

### 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. Автоматизированная справочная система «Сельхозтехника» <http://www.agrobase.ru> (открытый доступ) ;

Таблица 9

#### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Факторный анализ производственных процессов	MathCAD-Pro-6	Расчетная	MathSoft	2018
	Факторный анализ производственных процессов	Loginom	аналитическая low-code платформа	Loginom company	
2	Все разделы дисциплины	MS Office : Word, PowerPoint, Excel	Текстовый редактор Работа с презентацией Расчетная	Microsoft	2013

### 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Таблица 10

#### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
26 уч. Корп. 424 ауд.	1. Телевизор LED Telefunken TF-Led50s33t2 1 шт (Инв.№210138000003730)

	2. Ноутбук DELL INSPIRON3542 Cі3 1700/4096/500Gb/DVDRW 1 шт. (Инв.№210138000003728) 3. Парты 15 шт. 4. Стулья 20 шт. 5. Доска меловая 1 шт.
№26 , ауд. 426	1) Парты 28 шт. 2) Стулья 56 шт. 3) Стол преподавателя 1 шт. 4) Доска магнитно-маркерная 1 шт. 5) Компьютер в сборе 9 шт. (Инв.№210134000001960, Инв.№210134000001954, Инв.№ 210134000001956, Инв.210134000001958, Инв.№ 210134000001959, Инв.210134000001985, Инв.№ 210134000001986, Инв.№210134000001990, Инв.№ 210134000001988). 6) Телевизор SAMSUNG PS42C430A1WXRU 1 шт. (Инв.№210134000001974)/ 7) Роутер ASUS WL-500 pG-2. 8) Учебный стенд (Инв.№210134000000005).

Для самостоятельной работы студентов используются ресурсы Центральной научной библиотеки имени Н.И. Железнова РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, включающие 9 читальных залов (в том числе 5 компьютеризированных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет – доступом, а также комнаты для самоподготовки в общежитиях № 4, № 5, № 11 и № 8.

## **11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины**

**Рекомендуемый режим и характер различных видов учебной работы.** Аудиторные занятия подразумевают использование мультимедийных средств обучения, так и программы имитационного моделирования на ЭВМ, поэтому посещение аудиторных занятий является обязательным. Пропуски занятий без уважительной причины не допускаются.

Для успешного изучения дисциплины необходимо:

- внимательно слушать и конспектировать объяснения материала в аудитории;
- прежде чем приступить к домашнему заданию, обязательно прочесть конспект и изучить параграф по учебнику.

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельной работы студента).

Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами:

- лекции (занятия лекционного типа);
- практические занятия (занятия семинарского типа);
- расчетно-графическая работа, написание рефератов;
- групповые консультации;
- индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматрива-

ющие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;  
самостоятельная работа обучающихся.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

**Методика самостоятельной работы студентов по дисциплине с указанием ее содержания.** Дисциплина «Цифровое моделирование технологических процессов» подразумевает значительный объем самостоятельной работы студентов. Для изучения дисциплины необходимо использовать информационно-справочные, программные и поисковые ресурсы сети Интернет, перечень которых приведён в пунктах рабочей программы. Регулярность самостоятельных занятий является необходимым и достаточным условием успешной сдачи итоговой аттестации.

Самостоятельная работа должна быть выстроена в следующей последовательности:

- повторение теоретического материала и при необходимости, его дополнительное штудирование по прилагаемой литературе;
- повторение практического материала, пройденного в аудитории;
- самостоятельное выполнение задания, выданного преподавателем.

**Методические указания по изучению дисциплины, выполнению лабораторных занятий, самостоятельных заданий и других видов учебной работы.**

Тесная взаимосвязь разделов дисциплины и непрерывно возрастающая сложность тематики диктуют необходимые условия успешного освоения дисциплины, заключающиеся в регулярности посещения лекций, лабораторные занятия, выполнение заданий в аудитории и заданий для самостоятельной работы.

**Виды и формы отработки пропущенных занятий.** Студент, пропустивший занятия, обязан подготовить конспект и изучить пропущенный материал во вне учебное время, ответить лектору на вопросы по пропущенным лекциям и показать конспект.

Студент, пропустивший практическое занятие, обязан самостоятельно выполнить задание и защитить его.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Одной из основных задач преподавателей, ведущих занятия по дисциплине «Цифровое моделирование технологических процессов», является формирование у студентов теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области современных методов экспериментальных исследований для формирования способности к абстрактному мышлению, анализу и синтезу изучаемого объекта, овладения логическими методами и приемами научного исследования и проведения инженерных расчетов применительно к теме исследования.

Принципами организации учебного процесса являются:

- выбор эффективных методов преподавания в зависимости от различных факторов, влияющих на организацию учебного процесса;

- объединение нескольких методов в единый преподавательский модуль в целях повышения качества процесса обучения;
- обеспечение активного участия студентов в учебном процессе;
- проведение практических занятий, определяющих приобретение навыков решения прикладных задач.

Преподавание дисциплины «Цифровое моделирование технологических процессов», основано на максимальном использовании активных форм обучения и самостоятельной работы. Для этого разработаны и разрабатываются необходимые методические материалы, позволяющие студентам под руководством и консультированием преподавателей самостоятельно осуществлять поиск необходимой информации и принимать обоснованные решения по конкретным ситуациям, основой этого является теоретический материал, изучаемый магистрами на лекциях.

Изучение курса сопровождается постоянным контролем самостоятельной работы, разбором и обсуждением выполненных домашних заданий, с последующей корректировкой принятых ошибочных решений. Контроль выполнения индивидуальных заданий осуществляет ведущий дисциплину преподаватель. По каждому заданию в ходе защиты преподаватель оценивает степень освоения соответствующей темы.

Для организации планомерной и ритмичной работы, повышения мотивации студентов к освоению дисциплины путем более высокой дифференциации оценки их учебной работы, повышения уровня организации образовательного процесса по данной дисциплине, а также стимулирования студентов к регулярной самостоятельной учебной работе возможно использование различных форм бально-рейтинговой оценки знаний.

Самостоятельная работа студентов, включает подготовку к практическим занятиям, выполнение индивидуальных домашних заданий, написание рефератов, выполнение расчетно-графической работы, а также изучение некоторых тем разделов дисциплины с использованием электронных информационных ресурсов и подготовку отдельных разделов выпускной квалификационной работы.

**Программу разработали:**

д.т.н., профессор Левшин А.Г. \_\_\_\_\_

К.т.н., доцент Шкель А.С. \_\_\_\_\_

(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В.01.01 **Цифровое моделирование технологических процессов ОПОП ВО по направлению 35.03.06 Агроинженерия, направленность Цифровые технические системы в агробизнесе (квалификация выпускника – бакалавр)**

Ивановым Юрием Григорьевичем, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой инжиниринга в животноводстве (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «**Цифровое моделирование технологических процессов**» ОПОП ВО по направлению 35.03.06 Агроинженерия, направленность «Цифровые технические системы в агробизнесе» (уровень обучения) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре эксплуатации машинно-тракторного парка (разработчики: Левшин А.Г., д.т.н., профессор; к.т.н., доцент Шкель А.С.).

Рассмотрев представленные на рецензирование материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «**Цифровое моделирование технологических процессов**» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 35.03.06 Агроинженерия. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к формируемой участниками образовательных отношений части учебного цикла – Б1.В.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 35.03.06 Агроинженерия.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «**Цифровое моделирование технологических процессов**» закреплено **3 компетенции и 13 индикаторов**. Дисциплина **Цифровое моделирование технологических процессов** и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «**Цифровое моделирование технологических процессов**» составляет 4 зачётных единицы (144 часов/из них практическая подготовка 8).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «**Цифровое моделирование технологических процессов**» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.03.06 Агроинженерия и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «**Цифровое моделирование технологических процессов**» предполагает 10 занятий в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 35.03.06 Агроинженерия

10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления, и участие в дискуссиях, написание реферата и выполнение расчетно-графической работы, участие в тестировании, коллоквиумах, работа над домашним заданием в форме игрового проектирования (в профессиональной области) и аудиторных заданиях - работа с первоисточниками), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена (8 семестр) и зачета (7 семестр), что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1.В.01.01 ФГОС ВО направления 35.03.06 Агроинженерия

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (базовый учебник и практикум), дополнительной литературой –     наименований, периодическими изданиями – 5 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 6 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 35.03.06 Агроинженерия.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «**Цифровое моделирование технологических процессов**» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «**Цифровое моделирование технологических процессов**».

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «**Цифровое моделирование технологических процессов**» ОПОП ВО по направлению 35.03.06 Агроинженерия, направленность «Цифровые технические системы в агробизнесе» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Левшиным А. Г., и.о. заведующего кафедрой, д. т. н., профессор; к.т.н., доцент Шкелем А.С. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Ивановым Юрием Григорьевичем, д.т.н., профессор,

\_\_\_\_\_ « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

(подпись)