

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Арженовский Алексей Григорьевич  
Должность: Заместитель директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Дата подписания: 14.11.2025 11:58:18  
Уникальный программный ключ:  
3097683b39557fe8e27027e8e64c5f15ba3ab904



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 «Эксплуатация машинно-тракторного парка»

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики и  
энергетики имени В.П. Горячкина  
А.Г. Арженовский  
2025 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.02 «Моделирование в агроинженерии»

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 35.04.06 Агроинженерия

Направленность: «Цифровые технологии в агроинженерии», «Технологии технического сервиса», «Электротехнологии, электрооборудование и автоматизация технологических процессов», «Сертификация и испытания новой техники»

Курс 1

Семестр 2

Форма обучения - очная

Год начала подготовки - 2025

Москва, 2025

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

«\_29\_» августа 2025 г.

Рецензент \_\_Девянин С.Н., д.т.н., профессор\_\_

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«\_29\_» августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта 13.001 и учебного плана по направлению подготовки 35.04.06 – «Агроинженерия»

Программа обсуждена на заседании кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, протокол № 1 от «\_29\_» августа 2025 г.г.

И.о. зав. кафедрой, к.т.н., доцент \_\_Н.А. Майстренко\_\_

«\_29\_» августа 2025 г.г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики имени В.П. Горячкина,

д.т.н., профессор, академик РАН \_\_

О.Н. Дидманидзе

«\_29\_» августа 2025 г.

г.

И.о. Заведующего выпускающей кафедрой эксплуатации машинно-тракторного парка, к.т.н., доцент \_\_Н.А. Майстренко\_\_

«\_29\_» августа 2025 г.

И.о. Заведующего выпускающей кафедрой автоматизации и роботизации технологических процессов имени И.Ф.Бородина., к.т.н., доцент

Шабает Е.А.

29 августа 2025 г

Заведующий выпускающей кафедрой технического сервиса машин и оборудования., д.т.н., профессор \_\_Апатенко А.С\_\_

29 августа 2025 г

Заведующий кафедрой метрологии, стандартизации и управления качеством, д.т.н., профессор

Леонов О.А.

29 августа 2025 г

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

## Содержание

|                                                                                                                                                     |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| .....                                                                                                                                               |           |
| <b>АННОТАЦИЯ .....</b>                                                                                                                              | <b>5</b>  |
| <b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>                                                                                                            | <b>6</b>  |
| <b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>                                                                                                 | <b>6</b>  |
| <b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b> | <b>6</b>  |
| <b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>                                                                                                   | <b>6</b>  |
| 4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....                                                                                      | 6         |
| 4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....                                                                                                                      | 9         |
| 4.3 ЛЕКЦИИ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....                                                                                                             | 10        |
| <b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>                                                                                                          | <b>13</b> |
| <b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>                                              | <b>14</b> |
| 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....                | 14        |
| 6.2 Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине .....                                                                                      | 18        |
| <b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>                                                                          | <b>19</b> |
| 7.1 Основная литература.....                                                                                                                        | 19        |
| 7.2 Дополнительная литература.....                                                                                                                  | 19        |
| 7.3 Нормативные правовые акты .....                                                                                                                 | 20        |
| 7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....                                                                         | 20        |
| <b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>                   | <b>20</b> |
| <b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....</b>                                                                 | <b>20</b> |
| <b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....</b>               | <b>21</b> |
| <b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..</b>                                                                           | <b>22</b> |
| <b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>                                                     | <b>24</b> |

## Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.02 **«Моделирование в агроинженерии»** для подготовки магистра по направлению 35.04.06 Агроинженерия

направленности «Цифровые технологии в агроинженерии», «Технологии технического сервиса», «Электрооборудование и электротехнологии», «Сертификация и испытания новой техники»

Цель освоения дисциплины «Моделирование в агроинженерии»: освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области анализа проблемных ситуаций, разработки и технико-экономического обоснования новых технологий для стратегий развития на основе системного подхода, моделирования и цифровых технологий.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина Б1.О.02 «Моделирование в агроинженерии» включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: универсальная УК-1 (индикаторы УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4) и общепрофессиональные ОПК-3 (индикаторы ОПК-3.1, ОПК-3.2); ОПК-4 (индикатор ОПК-4.1) и ОПК-5 (индикатор ОПК-5.1).

Краткое содержание дисциплины: рассматриваются основы системного анализа и системного подхода к моделированию процессов и систем, роль моделирования в системе получения новых знаний, методы физического и математического моделирования. Отдельно рассматриваются экспериментально-эмпирические модели и методы аналитической и экспериментальной оптимизации.

Общая трудоемкость дисциплины: \_5\_зач. ед. (180 час)

Промежуточный контроль: экзамен, РГР.

## **1. Цель освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Моделирование в агроинженерии»: освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области анализа проблемных ситуаций, разработки и технико-экономического обоснования новых технологий для стратегий развития на основе системного подхода, моделирования и цифровых технологий.

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

Дисциплина Б1.О.02 «Моделирование в агроинженерии» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана. Дисциплина «Моделирование в агроинженерии» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта 13.001 и Учебного плана по направлению 35.04.06 Агроинженерия.

Предшествующими курсами, на которых базируется дисциплина «Методология научных исследований», изучается одновременно с дисциплиной «Цифровые технологии проектирования бизнес процессов в АПК».

Дисциплина «Моделирование в агроинженерии» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Оценка эффективности инвестиционных проектов в агроинженерии», дисциплин профессионального модуля и выполнения выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является системный подход к моделированию процессов и систем. Рассматриваются принципы физического и математического моделирования. Отдельно рассматриваются экспериментально-эмпирические модели и методы аналитической и экспериментальной оптимизации.

Рабочая программа дисциплины «Моделирование в агроинженерии» 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**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач. ед. (216 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 1.

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

| № п/п | Код компетенции | Содержание компетенции (или её части)                                                                                      | Индикаторы компетенций                                                                                                                                                                                                                            | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                 |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                   | знать                                                                                                                                                                                                                                                 | уметь                                                                                                                                                                                                                                                            | владеть                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1     | УК-1            | Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними                                                                                                                                                    | Методы системного анализа, выявления структуры объекта исследования и связей между элементами в том числе с применением современных цифровых технологий                                                                                               | Анализировать структуру объекта и выявлять связи между элементами структуры посредством электронных ресурсов, официальных сайтов                                                                                                                                 | навыками анализа структуры объекта и выявления связей между элементами структуры навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, и др.,                                                       |
|       |                 |                                                                                                                            | УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации                                                                                                                            | Методы поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации                                                                                                                                            | Осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации, электронных ресурсов, официальных сайтов                                                                                                        | Навыками поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации                                                                                                                                          |
|       |                 |                                                                                                                            | УК-1.4 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности | Методы разработки стратегий достижения поставленной цели как последовательность шагов, прогнозирования результатов каждого из них и оценки их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности | Применять методы разработки стратегий достижения поставленной цели как последовательность шагов, прогнозировать результаты каждого из них и оценивать их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности | Владеть навыками применения методов разработки стратегий достижения поставленной цели как последовательность шагов, прогнозирования результатов каждого из них и оценки их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения |

|   |       |                                                                                                                    |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                       |                                                                                                                                             |
|---|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |       |                                                                                                                    |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                       | участников этой деятельности                                                                                                                |
| 2 | ОПК-3 | Способен использовать знания методов решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности | ОПК-3.1 Анализирует методы и способы решения задач по разработке новых технологий в агроинженерии                      | методы и способы решения задач по разработке новых технологий в агроинженерии                                                                                                                    | Анализировать методы и способы решения задач по разработке новых технологий в агроинженерии                           | Навыками анализа методов и способов решения задач по разработке новых технологий в агроинженерии                                            |
|   |       |                                                                                                                    | ОПК-3.2 Использует информационные ресурсы, достижения науки и практики при разработке новых технологий в агроинженерии | информационные ресурсы, достижения науки и практики для разработки новых технологий в агроинженерии, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot) | Пользоваться информационными ресурсами, достижениями науки и практики для разработки новых технологий в агроинженерии | Навыками использования информационных ресурсов, достижений науки и практики для разработки новых технологий в агроинженерии                 |
| 3 | ОПК-4 | Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы                    | ОПК-4.1 Анализирует методы и способы решения исследовательских задач                                                   | методы и способы решения исследовательских задач                                                                                                                                                 | Анализировать и выбирать методы и способы решения исследовательских задач                                             | Навыками анализа и выбора методов и способов решения исследовательских задач, осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Webinar |
| 4 | ОПК-5 | Способен осуществлять технико-экономическое обоснование проектов в профессиональной деятельности                   | ОПК-5.1 Владеет методами экономического анализа и учета показателей проекта в агроинженерии                            | Методы экономического анализа и учета показателей проекта в агроинженерии                                                                                                                        | применять методы экономического анализа и учета показателей проекта в агроинженерии                                   | Навыками применения методов экономического анализа и учета показателей проекта в агроинженерии                                              |

Таблица 2

## Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

| Вид учебной работы                                                                                                                                                                           | Трудоёмкость |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|                                                                                                                                                                                              | час.<br>№    |
| <b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану                                                                                                                                       | <b>180</b>   |
| <b>1. Контактная работа:</b>                                                                                                                                                                 | <b>38,4</b>  |
| <b>Аудиторная работа</b>                                                                                                                                                                     | <b>36</b>    |
| <i>в том числе:</i>                                                                                                                                                                          |              |
| <i>лекции (Л)</i>                                                                                                                                                                            | 12           |
| <i>практические занятия (ПЗ)</i>                                                                                                                                                             | 24           |
| <i>консультации перед экзаменом</i>                                                                                                                                                          | 2            |
| <i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>                                                                                                                                     | 0,4          |
| <b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>                                                                                                                                                       | <b>141,6</b> |
| <i>расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>                                                                                                                                        | 40           |
| <i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, и т.д.)</i> | 74,6         |
| <i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>                                                                                                                                                      | 27           |
| Вид промежуточного контроля:                                                                                                                                                                 | 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        | ЛР | ПКР        |                         |
| Введение                                                 | 4           | 1                 |           |    |            | 3                       |
| <b>1. Основы системного анализа</b>                      | <b>41</b>   | <b>4</b>          | <b>10</b> |    |            | <b>27</b>               |
| <b>2. Моделирование сложных систем</b>                   | <b>67</b>   | <b>5</b>          | <b>12</b> |    |            | <b>33</b>               |
| <b>3. Оптимизация процессов и систем</b>                 | <b>25,6</b> | <b>2</b>          | <b>2</b>  |    |            | <b>21,6</b>             |
| <i>Расчётно-графическая работа (подготовка)</i>          | <b>40</b>   |                   |           |    |            | 30                      |
| <i>консультации перед экзаменом</i>                      | <b>2</b>    |                   |           |    | <b>2</b>   |                         |
| <i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i> | <b>0,4</b>  |                   |           |    | <b>0,4</b> |                         |
| <i>Подготовка к экзамену</i>                             |             |                   |           |    |            | 27                      |
| <b>Итого по дисциплине</b>                               | <b>180</b>  | <b>12</b>         | <b>24</b> |    | <b>2,4</b> | <b>141,6</b>            |

## Введение

## Раздел 1. Основы системного анализа

**Тема 1.1. Виды и свойства систем.** Объекты исследования: виды и классификация. Система. Виды и свойства. Система как совокупность элементов. Наличие существенных связей и свойств между элементами. Отличительные признаки сложной системы. Случайная величина и ее оценка, формы представления (выборка, ряд и закон распределения). Наличие

определенной организации и интегративных свойств. Оценка взаимосвязи двух и более случайных величин.

**Тема 1.2. Системное исследование.** Структура и структурное исследование, системный подход, системный анализ, системный синтез. Системные представления сложной системы: эволюционное, макроскопическое, иерархическое. Методы исследования сложных систем.

## **Раздел 2. Моделирование сложных систем**

**Тема 2.1. Особенности моделирования – как метод научного исследования.** Классификация моделей. Принципы физического и математического моделирования. Имитационное моделирование. Верификация моделей. Практическая значимость моделирования.

**Тема 2.2. Физическое моделирование** Основы теории подобия. Теоремы подобия. Критерии подобия. Модели-аналоги процессов.

**Тема 2.3 Инженерный эксперимент.** Инженерный эксперимент: опыт, пассивный и активный эксперимент, план эксперимента, эмпирические зависимости. Область определения факторов. Нормирование факторного пространства. Планирование эксперимента. Многофакторные регрессионные модели. Программа и методика эксперимента.

**Тема 2.4. Математическое моделирование.** Аналитические модели: уравнение, функционал, дифференциальные уравнения, методы линейного (потокowego) программирования. Вероятностные модели. Основы факторного анализа. Системы массового обслуживания. Имитационное моделирование.

## **Раздел 3. Оптимизация процессов и систем**

**Тема 3.1 Аналитические методы оптимизации** Анализ производственных ситуаций. Критерии оптимизации. Формализация модели. Методы и алгоритмы одномерной оптимизации. Методы многофакторной оптимизации.

**Тема 3.2 Экспериментальные методы оптимизации** Метод крутого спуска (восхождения), симплексное планирование. Эволюционное планирование (промышленный эксперимент).

## **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 |
|-------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------|
| 1     | <b>Введение</b>                            | Лекция № 1<br>Моделирование в современной системе генерации знаний: история, настоящее и будущее ( Excel, Word, Power Point) | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4;<br>ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1. | Дискуссия                    | 1            |
| 2.    | <b>Раздел 1. Основы системного анализа</b> |                                                                                                                              |                                                                |                              | <b>14</b>    |

| № п/п | Название раздела, темы                                           | № и название лекций и практических занятий                                                       | Формируемые компетенции                                     | Вид контрольного мероприятия  | Кол-во часов |
|-------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------|
|       | 1.1. Виды и свойства систем                                      | Лекция № 2 Виды и свойства систем (Excel, Word, Power Point)                                     | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1. | Контрольный опрос             | 2            |
|       |                                                                  | ПР № 1 Системный анализ (по теме магистерского исследования)                                     | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1. | Защита индивидуальных заданий | 2            |
|       | 1.2. Системное исследование                                      | ПР № 2 Случайная величина: методы ее оценки и моделирования. (MathCAD)                           | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1. | Защита индивидуальных заданий | 4            |
|       |                                                                  | Лекция № 3 Системный подход к моделированию процессов (Excel, Word, Power Point)                 | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1. | Контрольный опрос             | 2            |
|       |                                                                  | ПР № 3 Оценка взаимосвязи двух случайных величин (MathCAD)                                       | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1. | Защита индивидуальных заданий | 2            |
|       |                                                                  | ПР №4 Аппроксимация опытных данных методом наименьших квадратов. (MathCAD)                       | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1. | Защита индивидуальных заданий | 2            |
| 3.    | <b>Раздел 2. Моделирование сложных систем</b>                    |                                                                                                  |                                                             |                               | 17           |
|       | 2.1. Особенности моделирования – как метод научного исследования | Лекция №4 Особенности моделирования – как метод научного исследования (Excel, Word, Power Point) | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1. | Контрольный опрос             | 1            |
|       | 2.2. Физическое моделирование                                    | Лекция № 5 Теория подобия и применение ее на практике (Excel, Word, Power Point)                 | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1. | Контрольный опрос             | 1            |
|       |                                                                  | ПР № 5 Размерный анализ                                                                          | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1. | Защита индивидуальных заданий | 2            |
|       | 2.3 Инженерный эксперимент                                       | Лекция № 6 Инженерный эксперимент и область решаемых задач (Excel, Word, Power Point)            | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1. | Контрольный опрос             | 1            |
|       |                                                                  | ПР №6 Полный факторный эксперимент 2 <sup>3</sup> . (MathCAD)                                    | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1. | Защита индивидуальных заданий | 2            |

| № п/п | Название раздела, темы                          | № и название лекций и практических занятий                                             | Формируемые компетенции                                     | Вид контрольного мероприятия  | Кол-во часов |
|-------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------|
|       | 2.4. Математическое моделирование               | Лекция № 7 Основы математического моделирования (Excel, Word, Power Point)             | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1. | Защита индивидуальных заданий | 2            |
|       |                                                 | ПР № 7 Дифференциальная модель процесса (MathCAD)                                      | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1. | Защита индивидуальных заданий | 2            |
|       |                                                 | ПР № 8 Задача о назначении, Simplex                                                    | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1. | Защита индивидуальных заданий | 2            |
|       |                                                 | ПР № 9 Система массового обслуживания, (MathCAD)                                       | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1. | Защита индивидуальных заданий | 2            |
|       |                                                 | ПР № 10 Программный комплекс AnyLogic                                                  | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1. | Защита индивидуальных заданий | 2            |
| п     | <b>Раздел 3. Оптимизация процессов и систем</b> |                                                                                        |                                                             |                               | <b>4</b>     |
|       | 3.1 Аналитические методы оптимизации            | Лекция № 8 Аналитические методы оптимизации (Excel, Word, Power Point)                 | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1. | Контрольный опрос             | 1            |
|       | 3.2 Экспериментальные методы оптимизации        | Лекция № 9 Экспериментальные методы оптимизации (Excel, Word, Power Point)             | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1. | Контрольный опрос             | 1            |
|       |                                                 | ПР № 11 Поиск области экстремума функции отклика методом крутого восхождения (MathCAD) | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1. | Защита индивидуальных заданий | 2            |

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

| № п/п | Наименование разделов и тем дисциплины (укрупнено) | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения                                                                                         | Количество академических часов |
|-------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|       | <b>Раздел 1 Основы системного анализа</b>          |                                                                                                                                                         | 22                             |
| 1     | Тема 1.1. Виды и свойства систем                   | Случайная величина и ее оценка, формы представления (выборка, ряд и закон распределения). (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1.) | 10                             |
| 2     | Тема 1.2. Системное исследование.                  | Методы исследования сложных систем. (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1.)                                                       | 12                             |
|       | <b>Раздел 2. Моделирование сложных систем</b>      |                                                                                                                                                         | 32                             |

|                                                 |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                             |           |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3                                               | Тема 2.1. Особенности моделирования – как метод научного исследования. | Классификация моделей. Принципы физического и математического моделирования<br>Практическая значимость моделирования (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1.)                                                          | 12        |
| 4                                               | Тема 2.2. Физическое моделирование                                     | Теоремы подобия. Критерии подобия. Модели-аналоги процессов. Модели-аналоги процессов. (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1.)                                                                                        | 12        |
| 5                                               | Тема 2.3 Инженерный эксперимент                                        | Инженерный эксперимент: опыт, пассивный и активный эксперимент, план эксперимента, эмпирические зависимости. Область определения факторов. Программа и методика эксперимента. (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1.) | 8         |
| <b>Раздел 3. Оптимизация процессов и систем</b> |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                             | <b>14</b> |
| 6                                               | Тема 3.1 Аналитические методы оптимизации                              | Методы и алгоритмы одномерной оптимизации. Методы многофакторной оптимизации (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1.)                                                                                                  | 8         |
| 7                                               | Тема 3.2 Экспериментальные методы оптимизации                          | Эволюционное планирование (промышленный эксперимент). (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1.)                                                                                                                         | 6         |
| <b>Итого по дисциплине</b>                      |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                             | <b>68</b> |

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

| № п/п | Тема и форма занятия                                             |    | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения) |
|-------|------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | Введение                                                         | Л  | Дискуссия                                                                                     |
| 2.    | 1.1. Виды и свойства систем                                      | ПЗ | Исследовательское обучение                                                                    |
| ...   | 1.2. Системное исследование                                      | ПР | Исследовательское обучение                                                                    |
|       | 2.1. Особенности моделирования – как метод научного исследования | Л  | Дискуссия                                                                                     |
|       | 2.2. Физическое моделирование                                    | ПР | Исследовательское обучение                                                                    |
|       | 2.3 Инженерный эксперимент                                       | ПР | Исследовательское обучение                                                                    |
|       | 2.4. Математическое моделирование                                | ПР | Исследовательское обучение                                                                    |
|       | 3.1 Аналитические методы оптимизации                             | ПР | Исследовательское обучение                                                                    |
|       | 3.2 Экспериментальные методы оптимизации                         | ПР | Исследовательское обучение                                                                    |

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

В результате освоения программы магистратуры у выпускника должны быть сформированы следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции: (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4; ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-5.1.) (См. карты компетенций, Таблица 1.).

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

#### **Вопросы дискуссии по введению**

Моделирование в современной системе генерации знаний: история, настоящее и будущее

#### **Вопросы по лекциям**

##### **Лекция № 2 Виды и свойства систем**

1. Объекты исследования: виды и классификация.
2. Система. Виды и свойства. Система как совокупность элементов.
3. Наличие существенных связей и свойств между элементами.
4. Отличительные признаки сложной системы.
5. Случайная величина и ее оценка, формы представления (выборка, ряд и закон распределения).
6. Наличие определенной организации и интегративных свойств.
7. Оценка взаимосвязи двух и более случайных величин.

##### **Лекция № 3 Системный подход к моделированию процессов**

1. Структура и структурное исследование.
2. Системный подход: системный анализ, системный синтез.
3. Системные представления сложной системы: эволюционное, макроскопическое, иерархическое.
4. Методы исследования сложных систем.

##### **Лекция №4 Особенности моделирования – как метод научного исследования**

1. Принципы физического моделирования.
2. Принципы математического моделирования.
3. Верификация моделей.
4. Практическая значимость моделирования.

##### **Лекция № 5 Теория подобия и применение ее на практике**

1. Основы теории подобия.
2. Теоремы подобия.
3. Критерии подобия.
4. Модели-аналоги процессов.

##### **Лекция № 6 Инженерный эксперимент и область решаемых задач**

1. Инженерный эксперимент: опыт, пассивный и активный эксперимент
2. План эксперимента
3. Эмпирические зависимости.
4. Область определения факторов. Нормирование факторного пространства.
5. Планирование эксперимента.
6. Многофакторные регрессионные модели.
7. Программа и методика эксперимента.

#### **Лекция № 7 Основы математического моделирования**

1. Аналитические модели: уравнение, функционал.
2. Дифференциальные уравнения,
3. Методы линейного (потокowego) программирования.
4. Вероятностные модели.
5. Системы массового обслуживания
6. Основы факторного анализа.
7. Имитационное моделирование.

#### **Лекция № 8 Аналитические методы оптимизации**

1. Анализ производственных ситуаций.
2. Критерии оптимизации. Формализация модели.
3. Методы и алгоритмы одномерной оптимизации.
4. Методы многофакторной оптимизации.

#### **Лекция № 9 Экспериментальные методы оптимизации**

1. Метод крутого спуска (восхождения),
2. Симплексное планирование.
3. Эволюционное планирование (промышленный эксперимент).

#### **Вопросы для проверки практических занятий**

Вопросы для практических занятий приведены в методических указаниях.

##### **ПР № 1. Системный анализ (по теме магистерского исследования)**

1. Объект исследования
2. Структура объекта исследования.
3. Показатели, оценивающие отклик системы.
4. Действующие факторы (условия эксплуатации, режимы работы и параметры системы).

##### **ПР № 2. Случайная величина: методы ее оценки и моделирования.**

1. Дать определение случайной величины и привести примеры из своей практики.
2. Как будут изменяться статистические характеристики случайной величины при увеличении и выборки?
3. Объяснить порядок проверки статистических гипотез.
4. Что оценивает расчетное значение критерия Пирсона?
5. Что оценивает расчетное значение критерия Колмогорова?
6. Как определить вероятность согласия опытных данных и теоретического закона распределения?

7. Как выбрать лучший закон распределения для имеющихся опытных данных?

### **ПР № 3 Оценка взаимосвязи двух случайных величин**

1. Какие могут быть виды вероятностной взаимосвязи между двумя случайными характеристиками?
2. Может ли оценить наличие значимой взаимосвязи коэффициент парной корреляции для нелинейных зависимостей?
3. Как оценить значимость коэффициента парной корреляции?
4. С какой достоверностью принимается или отвергается гипотеза о наличии вероятностной (стохастической) взаимосвязи между двумя случайными величинами?

### **ПР №4 Аппроксимация опытных данных методом наименьших квадратов.**

1. В чем разница корреляционного и регрессионного уравнения?
2. В чем суть метода наименьших квадратов?
3. Что оценивает дисперсия адекватности?
4. Как поступить, если расчетное значения критерия Фишера будет меньше 1?

### **ПР № 5 Размерный анализ**

1. Системный подход к определению обобщенной зависимости изучаемого процесса.
2. Выбор базисных переменных.
3. Методика получения безразмерных комплексов.
4. Теоретические основы теории подобия.

### **ПР №6 Планирование полного факторного эксперимента $2^3$ .**

1. Что собой представляет нормированное факторное пространство?
2. Как подсчитать значения отклика у для заданной точки факторного пространства:  $x_1$ ,  $x_2$  и  $x_3$  ?
3. Можно ли по значениям коэффициентов оценить силу влияния каждого фактора?

### **ПР № 7 Дифференциальная модель процесса**

1. Преимущество дифференциальных моделей.
2. Дифференциальное уравнение и его решение.
3. Начальные условия.
4. Экспериментальное определение коэффициентов первородной функции.

### **ПР № 8 Задача о назначении**

1. Описание производственной ситуации.
2. Формализация математической модели задачи о назначении.
3. Алгоритм симплекс-метода.
4. Признаки оптимального решения задачи о назначении.

### **ПР № 9 Система массового обслуживания**

1. Поток событий и его характеристики.
2. Граф состояний и его описание.
3. Показатели эффективности СМО и методика их определения.
4. Оптимизация СМО.

## **ПР № 10 Программный комплекс AnyLogic**

1. Имитационное моделирование.
2. Формализация производственной ситуации.
3. Методы верификации имитационной модели.
4. Практическая значимость имитационного моделирования.

## **ПР 11. Поиск области экстремума функции отклика методом крутого восхождения**

1. Понятие градиента.
2. Определение шага смещения.
3. План эксперимента.

### **Расчетно-графическая работа**

**Задание 1.** Системный анализ объекта исследования (Объект исследования выбирается по теме диссертации)

**Задание 2.** Статистическая оценка случайной величины и выбор закона распределения (Условная выборка моделируется с помощью генератора случайных чисел в MathCad)

**Задание 3.** Анализ взаимосвязи двух случайных величин и аппроксимация опытных данных методом наименьших квадратов (Справочные данные по теме исследования по 5-6 техническим средствам с аналогичным технологическим процессом (каталоги фирм, Росинформагротех) )

**Задание 4.** Планирование полного факторного эксперимента  $2^3$  (Расчет функции отклика в процессе имитационного моделирования на компьютере с корректирующей случайной поправкой)

**Задание 5.** Поиск области экстремума функции отклика методом крутого восхождения (Расчет функции отклика в процессе имитационного моделирования на компьютере с корректирующей случайной поправкой)

**Задание 6** Описание области экстремума моделями второго порядка. План В<sub>2</sub> (Расчет функции отклика в процессе имитационного моделирования на компьютере с корректирующей случайной поправкой)

**Задание 7** Определение характеристик стационарной случайной функции (Осциллограмма случайного процесса)

**Задание 8** Задача о назначении (по индивидуальному заданию)

**Задание 9** Система массового обслуживания (по индивидуальному заданию)

**Задание 10** Программный комплекс AnyLogic (демонстрационный пример)

**Задание 11.** Поиск области экстремума функции методом крутого восхождения (спуска)

Для уровней варьирования 3-х факторов и уравнения регрессии ПФЭ 23 (задание 6):

- рассчитать допустимый шаг смещения вдоль осей для движения вдоль вектора градиента и составить план эксперимента;
- с помощью имитационной модели для условного 3-х факторного пространства провести опыты, начиная с центра факторного пространства;

- после каждого опыта провести анализ динамики изменения частного сечения неизвестной функции отклика и проводить опыты до достижения максимального значения.

Результаты выполненных заданий необходимо защитить для формирования навыков научной дискуссии.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине: **экзамен**.

## **6.2 Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине**

1. Объекты исследования: виды и классификация.
2. Система: виды и свойства. Система как совокупность элементов.
3. Наличие существенных связей и свойств между элементами.
4. Отличительные признаки сложной системы.
5. Случайная величина и ее оценка, формы представления (выборка, ряд и закон распределения).
6. Оценка взаимосвязи двух и более случайных величин.
7. Структура и структурное исследование.
8. Системный подход: системный анализ, системный синтез
9. Системные представления сложной системы: эволюционное, макроскопическое, иерархическое.
10. Методы исследования сложных систем.
11. Принципы физического и математического моделирования.
12. Верификация моделей. Практическая значимость моделирования.
13. Основы теории подобия.
14. Теоремы подобия.
15. Критерии подобия.
16. Модели-аналоги процессов.
17. Инженерный эксперимент: опыт, пассивный и активный эксперимент
18. План эксперимента, эмпирические зависимости.
19. Область определения факторов. Нормирование факторного пространства.
20. Планирование эксперимента.
21. Многофакторные регрессионные модели.
22. Программа и методика эксперимента.
23. Аналитические модели: уравнение, функционал, дифференциальные уравнения,
24. Методы линейного (потокowego) программирования.
25. Вероятностные модели. Системы массового обслуживания.
26. Основы факторного анализа.
27. Имитационное моделирование.
28. Анализ производственных ситуаций.
29. Критерии оптимизации. Формализация модели.
30. Методы и алгоритмы одномерной оптимизации.
31. Методы многофакторной оптимизации.
32. Метод крутого спуска (восхождения),
33. Симплексное планирование.

### 34. Эволюционное планирование (промышленный эксперимент).

#### Методические материалы, определяющие процедуру оценивания результатов обучения. Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 8

| 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 «неудовлетворительно» 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. Гайдар С.М. Планирование и анализ эксперимента: учебник.- М.: Росинформагротех, 2015.- 548 с.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Митков А.Л., Кардашевский С.В. Статистические методы в сельхозмашиностроении. М.: Машиностроение, 1978 г.

2. Мельников С.В., Алешкин В.Р., Рощин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях с.-х. процессов. - Л.: Колос, 1980.

3. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высш. Шк., 2005 г.

4. Математическая статистика: практикум / О.Б. Тарасова, Е.В. Шайкина, А.Е. Шабалкин, М.В. Кагирова; Под общей ред. О.Б. Тарасовой.- М.: изд-во РГАУ-МСХА, 2014 .- 140 с.

5. Дьяконов В.П., Абраменков И.В. MathCAD 7.0 в математике, физике и в Internet. – М.: Нолидж, 1999 г.

6. Федоренко В.Ф. Испытания сельскохозяйственной техники: научно-аналитический обзор.- М.: Роинформагротех, 2015.- 280 с.

### **7.3 Нормативные правовые акты**

1. Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. N 203 "О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы"

2. Программа "Цифровая экономика Российской Федерации" УТВЕРЖДЕНА распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. N 1632-р

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

1. Планирование и организация эксперимента: Рабочая тетрадь/ Составители: Левшин А.Г., Левшин А.А., Бутузов А.Е., Майстренко Н.А.- М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015.- 48 с.

2. Левшин А.Г. Планирование и организация эксперимента: Учебное пособие/ А.Г. Левшин, А.А. Левшин, А.Е. Бутузов, Н.А. Майстренко- М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015.- 65 с.

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

1. Автоматизированная справочная система «Сельхозтехника» <http://www.agrobase.ru> (открытый доступ) ;
2. Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» <http://rucont.ru> (открытый доступ).
3. Электронно-библиотечная система Ассоциацией региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН). [http:// ibooks.ru](http://ibooks.ru) (Айбукс-ру) (открытый доступ)
4. Ассоциации испытателей сельскохозяйственной техники (АИСТ) <http://www.aist-agro.ru/aist.html> (открытый доступ).
5. 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**

Таблица 9

### Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование раздела учебной дисциплины             | Наименование программы            | Тип программы                                            | Автор                | Год разработки |
|-------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------|----------------|
| 1     | Расчетные задания, УНИРС                            | MathCAD-Pro 6                     | Расчетная                                                | MathSoft             | 2019           |
| 2     | Выполнение практических заданий и курсового проекта | MS Office Word, PowerPoint, Excel | Текстовый редактор<br>Работа с презентацией<br>Расчетная | Microsoft            | 2013           |
| 3     | Раздел 3<br>Оптимизация процессов и систем          | Аналитическая платформа Deductor  | Аналитическая на основе нейронных сетей                  | BaseGroup Labs       | 2019           |
| 4     | Раздел 2<br>Моделирование сложных систем            | AniLogic                          | Имитационное моделирование                               | The AnyLogic Company | 2021           |

### 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)<br>2. Ноутбук DELL INSPIRON3542 Ci3 1700/4096/500Gb/DVDRW 1 шт. (Инв.№210138000003728)<br>3. Парты 20 шт.<br>4. Стулья 40 шт.<br>5. Доска меловая 1 шт.                                                                                                                                           |
| №26 , ауд. 426                                                                                              | 1) Парты 20 шт.<br>2) Стулья 40 шт.<br>3) Стол преподавателя 1 шт.<br>4) Доска магнитно-маркерная 1 шт.<br>5) Мобильный Компьютерный класс в сборе 15 шт. (Инв.№210134000001960, Инв.№ 210134000001954, Инв.№ 210134000001956, Инв. 210134000001958, Инв.№ 210134000001959, Инв. 210134000001985, Инв.№ 210134000001986, Инв.№ 210134000001990, Инв.№ 210134000001988). |

|  |                                                                                                                                                                                          |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | 6) Телевизор SAMSUNG PS42C430A1WXRU на мобильной стойки 1 шт. (Инв.№210134000001974)/<br>7) Роутер ASUS WL-500 pG-2.<br>8) Учебный стенд для точного земледелия. (Инв.№210134000000005). |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Для проведения теоретических занятий по дисциплине «Моделирование в агроинженерии» необходимы: аудитории, оснащенные классными досками и специализированным оборудованием: компьютерами с лицензионным программным обеспечением и мультимедийными средствами с подключением к сети Интернет.

Необходимо иметь специализированный компьютерный класс. Математический пакет MathCAD.

Для реализации программы подготовки по дисциплине «Моделирование в агроинженерии» перечень материально-технического обеспечения включает:

1. Компьютерный класс с мультимедийным оборудованием.
2. Специализированная лаборатория, оснащенная комплексом датчиков и измерительного оборудования (лаборатория Центра технологической поддержки образования, 21 учебный корпус, ауд. 40,43).

Лабораторное оборудование, Центра технологической поддержки образования, 21 учебный корпус, ауд. 40,43.

## 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

- лекции (занятия лекционного типа);
- семинары, практические занятия, лабораторные работы (занятия семинарского типа);
- групповые консультации;
- выполнение расчетно-графической работы;
- индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
- самостоятельная работа обучающихся;
- занятия иных видов.

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

**Виды и формы отработки пропущенных занятий.** Магистр, пропустивший лекционные занятия, обязан подготовить конспект и изучить пропущенный материал,

во вне учебное время, ответить лектору на вопросы по пропущенным лекциям и показать конспект лекций.

Магистр, пропустивший практическое занятие, обязан самостоятельно выполнить задания, которые были рассмотрены на занятиях и сдать их преподавателю.

**Рекомендуемый режим и характер различных видов учебной работы.** Новый теоретический материал желательно закрепить магистром самостоятельно в тот же день, не дожидаясь следующего занятия.

Дисциплина подразумевает значительный объем самостоятельной работы магистров. Для изучения дисциплины необходимо использовать информационно-справочные и поисковые ресурсы сети Интернет, перечень которых приведён в пунктах рабочей программы. Регулярность самостоятельных занятий является необходимым и достаточным условием успешной сдачи итоговой аттестации.

Для успешного преодоления проблем изучения дисциплины необходимо:

- внимательно слушать объяснения материала в аудитории, конспектируя то, что рекомендует преподаватель под запись, повторить материал по конспекту или по материалам, выставленным в образовательной среде;
- прежде чем приступить к домашнему заданию, обязательно прочесть конспект и изучить параграф по учебнику.

Аудиторные занятия подразумевают использование большого количества технических средств обучения, как мультимедийных, так и натуральных (макеты, разрезы, части и детали оборудования), поэтому посещение аудиторных занятий является обязательным. Пропуски занятий без уважительной причины не допускаются.

**Методика самостоятельной работы магистров по дисциплине с указанием ее содержания.** Новый теоретический материал желательно закрепить магистром самостоятельно в тот же день, не дожидаясь следующего занятия. Регулярность самостоятельных занятий является необходимым и достаточным условием успешной сдачи итоговой аттестации.

Самостоятельная работа магистра складывается из повторения заданий, пройденного теоретического материала в аудитории, дома без помощи преподавателя и выполнения задания, выданного преподавателем.

Самостоятельная работа магистра 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 практических 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, практических занятий, выполнение заданий в аудитории и заданий для самостоятельной работы.

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 и контрольных работ, с последующей корректировкой принятых ошибочных решений. Контроль выполнения домашних заданий осуществляет ведущий дисциплину преподаватель, который проверяет рабочую тетрадь и выставляет оценку с выставлением оценки и балла по каждому разделу.

Самостоятельная работа магистров, включает подготовку к практическим занятиям, выполнение домашних заданий, написание расчетной работы, а также изучение некоторых тем разделов дисциплины с использованием электронных информационных ресурсов и подготовку отдельных разделов диссертации.

**Программу разработал:**

Левшин А.Г., д.т.н. проф.,



(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.О.02 «Моделирование в агроинженерии»  
ОПОП ВО по направлению 35.04.06 Агроинженерия, направленность  
«Цифровые технологии в агроинженерии», «Технологии технического сервиса»,  
«Электротехнологии, электрооборудование и автоматизация технологических  
процессов», «Сертификация и испытания новой техники» (квалификация  
выпускника – магистр)

Девяниным Сергеем Николаевичем, профессором кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктором технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Моделирование в агроинженерии» ОПОП ВО по направлению 35.04.06 Агроинженерия, профили «Цифровые технологии в агроинженерии», «Технологии технического сервиса», «Электротехнологии, электрооборудование и автоматизация технологических процессов», «Сертификация и испытания новой техники» (магистр) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре эксплуатации машинно-тракторного парка (разработчик – Левшин А.Г., профессор кафедры, доктор технических наук).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Моделирование в агроинженерии» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 35.04.06 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 обязательной части учебного цикла – Б1.О.02

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 35.04.06 Агроинженерия.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Моделирование в агроинженерии» закреплено 7 индикаторов достижения 4 **компетенций**. Дисциплина «Моделирование в агроинженерии» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть для выбранных индикаторов соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Моделирование в агроинженерии» составляет 6 зачётных единицы (216 часов), что соответствует учебному плану.

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Моделирование в агроинженерии» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.04.06 Агроинженерия и возможность дублирования в содержании отсутствует.

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

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления **35.04.06 Агроинженерия**.

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (устный опрос, участие в дискуссиях, работа над индивидуальными заданиями, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1.О.02 ФГОС направления **35.04.06 Агроинженерия**.

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

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 1 источника, дополнительной литературой – 5 наименований, Интернет-ресурсы – 4 источника и соответствует требованиям ФГОС направления **35.04.06 Агроинженерия**.

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Моделирование в агроинженерии» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Моделирование в агроинженерии».

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Моделирование в агроинженерии» ОПОП ВО по направлению **35.04.06 Агроинженерия**, профили «Цифровые технологии в агроинженерии», «Технологии технического сервиса», «Электротехнологии, электрооборудование и автоматизация технологических процессов», «Сертификация и испытания новой техники» (квалификация выпускника – магистр), разработанная на кафедре эксплуатации машинно-тракторного парка (разработчик – Левшин А.Г., профессор кафедры, доктор технических наук) соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Девянин С. Н. профессор кафедры тракторов и автомобилей, доктор технических наук, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева» \_\_\_\_\_ « 29 »  
августа 2025\_ г.