

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шитикова Александра Васильевна  
Должность: И.о. директора института агробиотехнологии  
Дата подписания: 18.02.2025 15:39:18  
Уникальный программный ключ:  
fcd01ecb1fdf76898cc51f245ad12c3f716e6658



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 Агробиотехнологии  
Кафедра генетики, селекции и семеноводства

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института Агробиотехнологии

 Шитикова А.В.

“ ” 2024 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.О.07 МОДЕЛИРОВАНИЕ В АГРОНОМИИ**

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление 35.04.04 – Агрономия

Направленность: Генетика, селекция и семеноводство

Курс 1

Семестр 1

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2024

Москва, 2024

Разработчик: Баженова С.С., доцент, к.с.-х.н.

 «13» сентября 2024 г.

Рецензент: Заверткин Игорь Анатольевич, и.о. заведующего кафедрой, доцент кафедры земледелия и методики опытного дела ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, кандидат сельскохозяйственных наук.



«13» сентября 2024 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 35.04.04 «Агрономия».

Программа обсуждена на заседании кафедры генетики, селекции и семеноводства протокол № 47 от «13» сентября 2024 г.

И.о. заведующего кафедрой генетики, селекции и семеноводства Вертикова Е.А., д.с.-х.н., профессор



«13» сентября 2024 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института Агробиотехнологии Шитикова А.В., д.с.-х.н., профессор



«13» сентября 2024 г.

Зав. отделом комплектования ЦНБ /



## СОДЕРЖАНИЕ

|   |           |
|---|-----------|
| <b>АННОТАЦИЯ.....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b> | <b>5</b>  |
| <b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>   | <b>5</b>  |
| 4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ.....  | 5         |
| 4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....  | 7         |
| 4.3 ЛЕКЦИИ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....   | 7         |
| <b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>  | <b>11</b> |
| <b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>   | <b>12</b> |
| 6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....                | 12        |
| 6.2 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....  | 14        |
| <b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>  | <b>14</b> |
| 7.1. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....  | 15        |
| 7.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....  | 15        |
| 7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....   | 15        |
| <b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>                            | <b>15</b> |
| <b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ).....</b>   | <b>16</b> |
| <b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ ....</b>                        | <b>16</b> |
| <b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>  | <b>16</b> |
| Виды и формы отработки пропущенных занятий .....  | 16        |
| <b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>   | <b>17</b> |

## **АННОТАЦИЯ**

**рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.07 «Моделирование в агрономии» для подготовки магистра по направлению 35.04.04 – «Агрономия» направленности «Генетика, селекция и семеноводство»**

**Цель освоения дисциплины:** Целью освоения дисциплины «Методы математического моделирования биотехнологических процессов» является формирование у студентов способности применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия путем представления результатов академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные; демонстрации интегративных умений, необходимых для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях; способности проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы на основе формулировки результатов, полученных в ходе решения исследовательских задач; способности осуществлять технико-экономическое обоснование проектов в профессиональной деятельности с помощью разработки предложений по повышению эффективности проекта в агрономии. Это достигается через обучение студента принципам современного моделирования биологических и сельскохозяйственных объектов, процессов: основным понятиям, классификации моделей и методов моделирования, их возможностям и ограничениям. Дисциплина призвана дать студенту знания в основах теории и применения математического моделирования в генетике, селекции, биотехнологии, экологии, растениеводстве, физиологии и защите растений, медицины, вирусологии, радиологии, демографии, теории эволюции, а также в экономике.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 35.04.04 - «Агрономия» направленности «Генетика, селекция и семеноводство».

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы): УК-4.2; УК-4.3; ОПК-4.3; ОПК-5.3.

**Краткое содержание дисциплины:** Дисциплина «Моделирование в агрономии» призвана обучить студента принципам современного моделирования: основным понятиям, классификации моделей и методов моделирования, их возможностям и ограничениям. Материал иллюстрирован примерами применения моделирования и задачами (большинство со схемами решения) из биотехнологии, экологии, генетики, селекции, растениеводства, физиологии и защиты растений, медицины, вирусологии, радиологии, демографии, теории эволюции, а также из экономики.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 108 часов / 3 зач.ед.

**Промежуточный контроль:** зачет с оценкой

### **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Методы математического моделирования биотехнологических процессов» является формирование у студентов способности применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия путем представления результатов академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные; демонстрации интегративных умений, необходимых для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях; способности проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы на основе формулировки результатов, полученных в ходе решения исследовательских задач; способности осуществлять технико-экономическое обоснование проектов в

профессиональной деятельности с помощью разработки предложений по повышению эффективности проекта в агрономии. Это достигается через обучение студента принципам современного моделирования биологических и сельскохозяйственных объектов, процессов: основным понятиям, классификации моделей и методов моделирования, их возможностям и ограничениям. Дисциплина призвана дать студенту знания в основах теории и применения математического моделирования в генетике, селекции, биотехнологии, экологии, растениеводстве, физиологии и защите растений, медицины, вирусологии, радиологии, демографии, теории эволюции, а также в экономике.

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

Дисциплина «Моделирование в агрономии» включена в цикл дисциплин обязательной части учебного плана. Дисциплина «Моделирование в агрономии» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 35.04.04 – «Агрономия» направленности «Генетика, селекция и семеноводство».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Моделирование в агрономии» являются дисциплины бакалавриата по направлению 35.03.04 – «Агрономия» направленности «Селекция и генетика сельскохозяйственных культур» «Теория эволюции» – 5 сем., «Статистические методы в генетике» – 6 сем., «Генетика популяций и количественных признаков» – 8 сем.

Дисциплина является основополагающей для изучения дисциплин «Молекулярная биология с основами биоинформатики» – 2 сем., «Молекулярные и цитогенетические маркеры» – 4 сем., «Сертификация семян» – 1,2,3 сем.

Особенностью дисциплины является последовательное изучение принципов современного моделирования: основным понятиям, классификации моделей и методов моделирования, их возможностям и ограничениям. Дисциплина является наукоемкой и комплексной, требующей знаний основ высшей математики, математической статистики, информатики.

Рабочая программа дисциплины «Моделирование в агрономии» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатываются индивидуально с учетом особенностей психологического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

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

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 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-4            | Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия | УК-4.2 Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные | Историю развития и современное состояние научных исследований в области аграрных наук   | Логично и четко формулировать цели, задачи и результаты академической и профессиональной деятельности | Методами математического моделирования для анализа полученных данных в академической и профессиональной деятельности, в т.ч. с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др |
|       |                 |  | УК-4.3 Демонстрирует интегративные умения, необходимые для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях         | Методы математического моделирования простых и сложных систем и их биологический смысл, непараметрические статистические модели | Подбирать модель статистического анализа для корректной обработки полученных результатов исследований | Основами математического моделирования, параметрической и непараметрической статистики   |
| 2.    | ОПК-4           | Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы  | ОПК-4.3 Формулирует результаты, полученные в ходе решения исследовательских задач   | Правила построения гипотез и упрощающих предположений для моделирования изучаемого объекта                                      | Делать корректные выводы на основе проверки адекватности математической модели и работы с ней         | Методами математического моделирования изучаемого объекта  |

|    |       |  |  |  |  |   |
|----|-------|--|--|--|--|---|
| 3. | ОПК-5 | Способен осуществлять технико-экономическое обоснование проектов в профессиональной деятельности | ОПК-5.3 Разрабатывает предложения по повышению эффективности проекта в агрономии | Методы исследования операций на основе оптимизационных моделей и имитационного моделирования | Применять математические модели и методы для обоснования решений в области агрономии с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др | Основами оптимизационного и имитационного моделирования |
|----|-------|--|--|--|--|---|

Таблица 2

**Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ и семестрам**

| Вид учебной работы  | Трудоемкость    |                     |
|---|-----------------|---------------------|
|   | час.            | в т.ч. по семестрам |
|   |                 | № 1                 |
| <b>Общая трудоемкость</b> дисциплины по учебному плану  | <b>108</b>      | <b>108</b>          |
| <b>1. Контактная работа:</b>  | <b>24,35</b>    | <b>24,35</b>        |
| <b>Аудиторная работа</b>  | <b>24,35</b>    | <b>24,35</b>        |
| <i>в том числе:</i>   |                 |                     |
| <i>Практические занятия (ПЗ)</i>  | 24              | 24                  |
| <i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>  | 0,35            | 0,35                |
| <b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>  | <b>83,65</b>    | <b>83,65</b>        |
| <i>Контрольная работа</i>   | 4               | 4                   |
| <i>самоподготовка к текущему контролю знаний (самостоятельное изучение разделов, проработка и повторение лекционного материала и материала учебных пособий, подготовка к контрольным работам и практическим занятиям)</i> | 70,65           | 70,65               |
| <i>Подготовка к зачету с оценкой (контроль)</i>   | 9               | 9                   |
| <b>Вид контроля:</b>  | Зачет с оценкой |                     |

**4.2 Содержание дисциплины**

Таблица 3

**Тематический план учебной дисциплины**

| Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)           | Всего      | Аудиторная работа |             | Внеаудиторная работа СР |
|--|------------|-------------------|-------------|-------------------------|
|  |            | ПР                | КРА         |                         |
| Раздел 1. «Дескриптивные математические модели»              | 33,65      | 10                | -           | 23,65                   |
| Раздел 2. «Исследование операций»                            | 26         | 6                 | -           | 20                      |
| Раздел 3. «Непараметрические статистические модели и методы» | 48         | 8                 | -           | 40                      |
| Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)            | 0,35       | -                 | 0,35        | -                       |
| <b>Всего за 1-й семестр</b>                                  | <b>108</b> | <b>24</b>         | <b>0,35</b> | <b>83,65</b>            |
| <b>Итого по дисциплине</b>                                   | <b>108</b> | <b>24</b>         | <b>0,35</b> | <b>83,65</b>            |

**Раздел 1. «Дескриптивные математические модели»****Тема 1-1. Модели динамики биологических систем**

1. Модели и моделирование. Прогрессия размножения
2. Моделирование численности взаимодействующих популяций
3. Модели баланса вещества и энергии. Биологический метод борьбы с нежелательным видом. Модели эпидемии

**Тема 1-2. Вероятностные модели**

1. Сумма и произведение событий для моделирования генетических и селекционных процессов
2. Формула полной вероятности для моделирования скрещиваний
3. Теория мишени как основа моделей в биологии, экологии и медицине

**Раздел 2. «Исследование операций»****Тема 2-1 Исследование операций на основе оптимизационных моделей**



1. Линейное, нелинейное, динамическое программирование
2. Многокритериальные задачи
3. Проблемы оптимизации в условиях неопределенности

### **Тема 2-2. Имитационное моделирование**

1. Построение и проверка имитационных моделей
2. Модель агробиоценоза

## **Раздел 3. «Непараметрические статистические модели и методы»**

### **Тема 3. Непараметрические модели и методы.**

1. Шкалы измерений признаков. Параметрические и непараметрические методы статистики.
2. Алгоритмы и методы вычисления непараметрических критериев.
3. Метод максимального корреляционного пути.

## **4.3 Практические занятия**

Таблица 4

### **Содержание лекций, практических занятий и контрольные мероприятия**

| № п/п | № раздела   | № и название лекций и практических занятий  | Формируемые компетенции (индикаторы) | Вид контрольного мероприятия | Кол-во часов |
|-------|---|---|--------------------------------------|------------------------------|--------------|
| 1.    | <b>Раздел 1 «Дескриптивные математические модели»</b> |   |                                      |                              | <b>10</b>    |
|       | Тема 1-1. «Модели динамики биологических систем»      | Практическое занятие № 1. Модели и моделирование. Прогрессия размножения. Моделирование численности взаимодействующих популяций.  | УК-4.2, УК-4.3, ОПК-4.3, ОПК-5.3     | Устный опрос                 | 2            |
|       |   | Практическое занятие № 2. Модели баланса вещества и энергии. Биологический метод борьбы с нежелательным видом. Модели эпидемии.   |                                      | Устный опрос                 | 2            |
|       | Тема 1-2. «Вероятностные модели»                      | Практическое занятие № 3. Сумма и произведение событий для моделирования генетических и селекционных процессов. Формула полной вероятности для моделирования скрещиваний. | УК-4.2, УК-4.3, ОПК-4.3, ОПК-5.3     | Устный опрос                 | 2            |
|       |   | Практическое занятие № 4. Теория мишени как основа моделей в биологии, экологии и медицине  |                                      | Устный опрос                 | 2            |
|       |   | Практическое занятие № 5. Контрольная работа по разделу № 1   |                                      | Контрольная работа           | 2            |
|       | <b>Раздел 2. «Исследование операций»</b>              |   |                                      |                              | <b>6</b>     |
| 2     | Тема 2-1. «Исследование операций на основе            | Практическое занятие № 6. Линейное, нелинейное, динамическое программирование. Многокритериальные задачи.   | УК-4.2, УК-4.3, ОПК-4.3, ОПК-5.3     | Устный опрос                 | 2            |

| № п/п | № раздела   | № и название лекций и практических занятий  | Формируемые компетенции (индикаторы) | Вид контрольного мероприятия | Кол-во часов |
|-------|---|---|--------------------------------------|------------------------------|--------------|
|       | оптимизационных моделей»  | Проблемы оптимизации в условиях неопределенности  |                                      |                              |              |
|       | Тема 2-2. «Имитационное моделирование»                              | Практическое занятие № 7. Построение и проверка имитационных моделей. Модель агробиоценоза.                 |                                      | Устный порос                 | 4            |
| 3     | <b>Раздел 3. «Непараметрические статистические модели и методы»</b> |   |                                      |                              | <b>8</b>     |
|       | Тема 3. «Непараметрические статистические модели и методы»          | Практическое занятие № 8. Шкалы измерений признаков. Параметрические и непараметрические методы статистики. | УК-4.2, УК-4.3, ОПК-4.3, ОПК-5.3     | Устный опрос                 | 2            |
|       |   | Практическое занятие № 9. Алгоритмы и методы вычисления непараметрических критериев.                        |                                      | Защита расчетного задания    | 2            |
|       |   | Практическое занятие № 10. Метод максимального корреляционного пути.  |                                      | Защита расчетного задания    | 2            |
|       |   | Практическое занятие № 11. Контрольная работа № 2 по разделам 2-3.  |                                      | Контрольная работа           | 2            |
|       |   |   |                                      |                              |              |

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

| № п/п | № раздела   | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения  |
|-------|---|--|
| 1.    | <b>Раздел 1 «Дескриптивные математические модели»</b> |  |
|       | Тема 1-1. Модели динамики биологических систем        | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое моделирование, общее определение модели, для чего их используют?</li> <li>2. Приведите классификацию моделей и определения математической модели.</li> <li>3. В чем разница понятий робастности и адекватности модели?</li> <li>4. Что такое настройка модели и как она проводится?</li> <li>5. Чем отличаются дескриптивные и оптимизационные модели?</li> <li>6. Поясните понятие популяционных волн и их классификацию. От чего зависит форма волн численности?</li> <li>7. Из каких частей состоит уравнение - модель для описания изменений численности популяций хищника и жертвы в их ограниченном ареале совместного обитания?</li> <li>8. Какие предположения используются для построения модели роста дерева?</li> <li>9. Какова генетическая основа биологического метода борьбы с нежелательным видом? Составьте модель для описания изменений численностей нормальных и стерильных самцов.</li> </ol> |

| №<br>п/п | № раздела  | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения  |
|----------|--|--|
|          |  | 10. В чём сложность построения модели для определения биомассы определённых возрастных групп? Сформулируйте демографическую задачу, которая может быть решена с использованием дискретной «шаговой» модели динамики возрастной структуры популяции в зависимости от времени. (УК-4.2, УК-4.3, ОПК-4.3, ОПК-5.3)  |
|          | Тема 1-2.<br>Вероятностные модели                                    | 1. Чем отличаются вероятностные модели от детерминистических? Пояснить на примерах.<br>2. Определить соотношение долей генотипов $Aa$ и $aa$ в $F_3$ после самоопыления популяции $F_2$ пшеницы, полученной из $F_1$ ( $AA \times aa$ ).<br>3. Приведите примеры генетических, микробиологических, экологических и медицинских экспериментов, при анализе которых может быть применена теория мишени.<br>4. Для каких целей в экологии можно использовать ряд Пуассона? Пояснить на примерах. (УК-4.2, УК-4.3, ОПК-4.3, ОПК-5.3)   |
| 2        | <b>Раздел 2. «Исследование операций»</b>                             |  |
|          | Тема 2-1.<br>Исследование операций на основе оптимизационных моделей | 1. Понятие исследования операций, привести примеры задач. Перечислить модели и методы, предназначенные для выбора оптимальных решений.<br>2. Пояснить особенности моделей и привести примеры постановки задач линейного и нелинейного программирования.<br>3. Пояснить на примерах особенности оптимизационных задач, решаемых методом динамического программирования.<br>4. Каковы сложности решения многокритериальных задач? Привести примеры постановки и методы решения.<br>5. Пояснить проблему решения оптимизационных задач с учетом влияния неопределенностей различного типа. На примерах пояснить подходы к выбору критериев оптимизации.<br>6. Привести примеры задач, пояснить смысл критериев и оптимальных стратегий в теории игр. (УК-4.2, УК-4.3, ОПК-4.3, ОПК-5.3) |
|          | Тема 2-2.<br>Имитационное моделирование                              | 1. В чем состоит суть метода имитационного моделирования?<br>2. Описать области применения и отличия аналитического и имитационного моделирования.<br>3. Привести этапы построения любой математической модели сложной системы.<br>4. В чем недостатки метода имитационного моделирования?<br>5. Как происходит проверка адекватности построенной модели? (УК-4.2, УК-4.3, ОПК-4.3, ОПК-5.3)   |
| 3        | <b>Раздел 3 «Непараметрические статистические модели и методы»</b>   |  |

| № п/п | № раздела   | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения   |
|-------|---|---|
|       | Тема 3-1.<br>Планирование скрещиваний с помощью генетико-статистических методов | 1. Какие типы шкал используются для описания признаков и в чем их особенности?<br>2. Чем отличаются одномерные математические модели от многомерных?<br>3. Что называется рангом?<br>4. В каких случаях используют параметрические методы статистики, и в каких непараметрические?<br>5. Какие существуют типы статистических ошибок и как они связаны с понятием мощности критерия?<br>6. Какие имеются способы унификации признаков?<br>7. Какие непараметрические критерии используют при работе с номинальной и ранговой шкалами?<br>8. Выполнение таксономического анализа Е.С.Смирнова по оценке сходства и оригинальности разных сортов тритикале и гороха (индивидуальное расчетное задание)<br>9. Оценка различий по хлебопекарным качествам между выборками с помощью критериев Манна-Уитни и Уилкоксона (индивидуальное расчетное задание)<br>10. Построение дендрита методом максимального корреляционного пути (индивидуальное расчетное задание) (УК-4.2, УК-4.3, ОПК-4.3, ОПК-5.3) |

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Активные и интерактивные формы проведения занятий

| № п/п | Тема и форма занятия   | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий |
|-------|--|---|
| 1.    | Вероятностные модели.<br>Семинар 3. Сумма и произведение событий для моделирования генетических и селекционных процессов. Формула полной вероятности для моделирования скрещиваний | ПЗ<br>Анализ конкретных ситуаций  |
| 2.    | Практическое занятие 7.<br>Построение и проверка имитационных моделей. Модель агробиоценоза (Семинар № 7).   | ПЗ<br>Технология проблемного изучения   |
| 3.    | Практическое занятие 4.<br>Теория мишени как основа моделей в биологии, экологии и медицине (Семинар № 4).   | ПЗ<br>Тематическая дискуссия  |
| 4.    | Практическое занятие № 9.<br>Алгоритмы и методы вычисления непараметрических критериев.  | ПЗ<br>Анализ конкретных ситуаций  |
| 5.    | Практическое занятие № 10.<br>Метод максимального корреляционного пути.  | ПЗ<br>Анализ конкретных ситуаций  |

## **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**

#### **1) Примерные вопросы для устного опроса**

##### **Раздел 1. «Дескриптивные математические модели»**

1. Что такое моделирование, общее определение модели, для чего их используют?
2. Приведите классификацию моделей и определения математической модели.
3. В чем разница понятий робастности и адекватности модели?
4. Что такое настройка модели и как она проводится?
5. Чем отличаются дескриптивные и оптимизационные модели?
6. Поясните понятие популяционных волн и их классификацию. От чего зависит форма волн численности?
7. Из каких частей состоит уравнение - модель для описания изменений численности популяций хищника и жертвы в их ограниченном ареале совместного обитания?
8. Какие предположения используются для построения модели роста дерева?
9. Какова генетическая основа биологического метода борьбы с нежелательным видом? Составьте модель для описания изменений численностей нормальных и стерильных самцов.
10. В чём сложность построения модели для определения биомассы определённых возрастных групп?
11. Сформулируйте демографическую задачу, которая может быть решена с использованием дискретной «шаговой» модели динамики возрастной структуры популяции в зависимости от времени.
12. Чем отличаются вероятностные модели от детерминистических? Пояснить на примерах.
13. Определить соотношение долей генотипов  $Aa$  и  $aa$  в  $F_3$  после самоопыления популяции  $F_2$  пшеницы, полученной из  $F_1$  ( $AA \times aa$ ).
14. Приведите примеры генетических, микробиологических, экологических и медицинских экспериментов, при анализе которых может быть применена теория мишени.
15. Для каких целей в экологии можно использовать ряд Пуассона? Пояснить на примерах.

##### **Раздел 2. «Исследование операций»**

16. Понятие исследования операций, привести примеры задач. Перечислить модели и методы, предназначенные для выбора оптимальных решений.
17. Пояснить особенности моделей и привести примеры постановки задач линейного и нелинейного программирования.
18. Пояснить на примерах особенности оптимизационных задач, решаемых методом динамического программирования.
19. Каковы сложности решения многокритериальных задач? Привести примеры постановки и методы решения.
20. Пояснить проблему решения оптимизационных задач с учетом влияния неопределенностей различного типа. На примерах пояснить подходы к выбору критериев оптимизации.
21. Привести примеры задач, пояснить смысл критериев и оптимальных стратегий в теории игр.
22. В чем состоит суть метода имитационного моделирования?
23. Описать области применения и отличия аналитического и имитационного моделирования.
24. Привести этапы построения любой математической модели сложной системы.
25. В чем недостатки метода имитационного моделирования? Как происходит проверка адекватности построенной модели?

### Раздел 3. «Непараметрические статистические модели и методы»

26. Какие типы шкал используются для описания признаков и в чем их особенности?
27. Чем отличаются одномерные математические модели от многомерных?
28. Что называется рангом?
29. В каких случаях используют параметрические методы статистики, и в каких непараметрические?
30. Какие существуют типы статистических ошибок и как они связаны с понятием мощности критерия?
31. Какие имеются способы унификации признаков?
32. Какие непараметрические критерии используют при работе с номинальной и ранговой шкалами?
33. Алгоритм построения дендрита методом максимального корреляционного пути.

#### 2) Примерные вопросы для зачета с оценкой (промежуточный контроль)

1. Определения математических моделей. Для чего они могут быть использованы в научных исследованиях?
2. Оценить соотношения долей трех генотипов (АА, Аа, аа) после свободного переопыления гетерозиготных растений ржи Аа.
3. Типы математических моделей, робастность и адекватность моделей.
4. Оценить соотношение долей трех генотипов (АА, Аа, аа) после самоопыления исходной популяции пшеницы со следующим генотипическим составом:  $\frac{1}{4}$  (АА),  $\frac{1}{2}$  (Аа),  $\frac{1}{4}$  (аа)
5. Причина остановки роста дерева: гипотеза, модельные предположения, структура уравнения, график, проверка адекватности модели, вывод.
6. Какова вероятность заболевания хотя бы одного из 20000 вакцинированных детей, если для любого ребенка вероятность заболеть после вакцинирования  $p=0,0001$ ?
7. Результаты моделирования динамики численности популяций в различных ситуациях: без внешних лимитов, с абиотическими ограничениями на предельную численность, при взаимодействии “хищник-жертва”
8. Оценить вероятность того, что при скрещивании мышей Сс х Сс все 4 потомка – белые. С – серая окраска – доминантный аллель, с – белая (рецессивная).
9. Моделирование возрастной структуры популяции. Пример постановки задачи и решение - прогноз на 1 «шаг».
10. Оценить вероятность того, что при скрещивании мышей Сс х Сс хотя бы один из 4-х потомков имеет белую окраску шерсти. С – серая окраска (доминантная), с – белая (рецессивная)
11. Моделирование борьбы с вредным видом методом Кюрасао. Пояснить структуру уравнений, решение.
12. Какова вероятность того, что из 4-х потомков, полученных от скрещивания мышей Сс х Сс, 2 будут серые и 2 белые? С – серая окраска (доминантная), с – белая (рецессивная)
13. Приведите примеры постановок генетических, микробиологических, экологических и медицинских задач, при решении которых может быть применена теория мишени.
14. Численность двух популяций увеличивается по экспоненциальной зависимости от времени. В первой популяции параметр  $r_1 = 0,1$  1/час, во второй  $r_2 = 0,06$  1/час. В начальный период времени численность первой популяции 1010 особей, второй – 2720. Через сколько суток численности двух популяций сравняются?
15. Использование дифференциальных уравнений для моделирования численностей при эпидемиях.
16. Достаточно ли выбрать 25 семян для пересева сорта пшеницы, чтобы с вероятностью 95% в этой выборке было хотя бы по одному семени каждого из трех биотипов, содержащихся в сорте в долях: 0,2, 0,1 и 0,7.
17. Пояснить особенности моделей и метода решения задач линейного и нелинейного программирования.

Привести

пример.

18. Пояснить особенности и метод решения оптимизационных задач динамического программирования. Привести пример.
19. Пояснить сложности и методы решения многокритериальных задач. Привести примеры.
20. Понятие исследования операций, привести примеры задач. Перечислить модели и методы, предназначенные для выбора оптимальных решений.
21. Пояснить проблемы решения оптимизационных задач с учетом влияния неопределенностей различного типа. На примерах пояснить подходы к выбору критериев оптимизации.
22. Пояснить смысл критериев и оптимальных стратегий в теории игр. Привести пример задачи.
23. Описать области применения и отличия аналитического и имитационного моделирования. Привести примеры задач.
24. Какие существуют шкалы измерения признаков? В чем их отличия? Унификация шкал.
25. В чем отличия параметрических и непараметрических критериев?
26. Типы статистических ошибок, их связь с понятием мощности критерия.
27. Алгоритм проведения таксономического анализа Е.С. Смирнова.
28. Алгоритм оценки существенности различий между центральными параметрами двух выборок по критерию Манна-Уитни.
29. Алгоритм вычисления критерия множественных сравнений Уилкоксона.
30. Алгоритм построения дендрита методом максимального корреляционного пути.

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

### **Виды текущего контроля:**

1. устный опрос (10 баллов), 5 выступлений – сумма баллов равна 50;
2. контрольные работы по темам (50 баллов), 2 контрольных работы – сумма баллов равна 100

Итого: максимальная сумма баллов равна 150.

Студент получает зачет с оценкой «автоматом», если выполнены все контрольные работы, положительно оценены выступления на практических занятиях по темам курса.

Таблица 7

|                 |                |                           |            |
|-----------------|----------------|---------------------------|------------|
| Зачет «отлично» | Зачет «хорошо» | Зачет «удовлетворительно» | Незачет    |
| ≥130 баллов     | 110-129 баллов | 90-109 баллов             | ≤89 баллов |

Если не выполнены контрольные работы, студент не допускается к зачету. В этом случае студент должен сдать все контрольные работы.

### **Критерии оценки для зачета с оценкой:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если он ориентируется в материале, способен делать самостоятельные выводы и давать ответы на нестандартные вопросы;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если он имеет базовые знания по проблеме, довольно хорошо ориентируется в изучаемом материале, но дает неполные ответы на поставленные и дополнительные вопросы;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет базовые (элементарные) знания по проблеме, но не может ориентироваться в материале, не дает ясных и полных ответов на поставленные вопросы;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не ориентируется в проблеме, не имеет базовых (элементарных) знаний.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1. Основная литература**

1. Исаева, Н. М. Математическое моделирование в биологии: учебно-методическое пособие / Н. М. Исаева, И. В. Добрынина, Н. В. Сорокина. – Тула: ТГПУ, 2018. – 63 с. – ISBN 978-5-6041454-8-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113619>
2. Филипченко, Ю. А. Изменчивость и методы ее изучения / Ю. А. Филипченко. – Москва: Изд-во Юрайт, 2021. 239 с. – ISBN 978-5-534-11654-0. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт. — URL: <https://urait.ru/bcode/476210>

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Гринин, А.С Математическое моделирование в экологии: учебное пособие / А.С. Гринин, Н.А. Орехов, В.Н. Новиков. – М.: ЮНИТИ-Дана, 2003. – 269 с.
2. Задачник по генетике: сборник задач / С. Иванова, Л. И. Долгодворова, В. А. Пухальский; под ред. Л. И. Долгодворова. - М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 1996. – 77 с.
3. Ризниченко, Г.Ю. Математические модели биологии продукционных процессов / Г.Ю. Ризниченко, А.Б. Губин. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 299 с.
4. Кирина, И. Б. Задачник по генетике: учебно-методическое пособие / И. Б. Кирина, Ф. Г. Белосохов, Л. В. Титова. – Воронеж: Мичуринский ГАУ, 2020. – 155 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/157861>
5. Смиряев, А.В. Моделирование в биологии и сельском хозяйстве: учебное пособие / А. В. Смиряев, А. В. Исачкин, Л. К. Панкина. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, 2013. — 153 с.

### **7.3 Нормативно-правовые акты**

Не используется.

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

1. Смиряев, Анатолий Владимирович Моделирование кинетики метаболизма в биотехнологии [Текст] : методические указания / А. В. Смиряев ; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Агрономический факультет, Кафедра генетики и биотехнологии. - Москва : РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2011. - 21 с.
2. Осипов Д.С. Математическое моделирование биосинтеза продуктов метаболизма. Методика анализа / Д.С. Осипов. – М., 2002. <http://www.studzona.com/referats/view/1542>
3. Моделирование микробной популяции. Лекция. <http://www.library.biophys.msu.ru/LectMB/lect11.htm>.
4. Смиряев, Анатолий Владимирович. Моделирование генных сетей: учебное пособие / А. В. Смиряев, Л. К. Панкина; Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2013 — 52 с.
5. Смиряев, Анатолий Владимирович. Основы биоинформатики: учебное пособие / А. В. Смиряев, Л. К. Панкина; Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2013 — 120 с.



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

1. AGROS - Пакет программ по моделям и математическим методам в генетике и селекции растений.
2. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы  
<http://worlddocuments.org/docs/index-1949.html> - Сайт Уральского государственного университет им. А.М. Горького «Математическое моделирование. Математическая биология и биоинформатика»

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

Не используется.

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

Таблица 8

### 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   |
| Лекционная аудитория, оборудованная для проведения интерактивных лекций (37 учебный корпус, аудитория № 212) | Стул со столиком 30 шт<br>Стулья с металлическими ножками -16 шт<br>Столы 16 шт<br>Мониторы 16 шт<br>Наушники 16<br>Блок 16 шт<br>Шкаф 1 шт<br>Кондиционер 1 шт<br>Интерактивная компьютерная доска Lumen- 1 шт |
| Учебные аудитории для проведения семинаров (37 учебный корпус, аудитория № 211)                              | Стул со столиком – 30 шт<br>Стул – 3 шт<br>Стол с тумбочкой SovLab - 2 шт<br>Стол – 1 шт<br>Холодильник атлант – 1 шт<br>Доска магнитная – 1 шт<br>Мойка – 1 шт<br>Микроволновая печь – 1 шт                    |
| Помещение для самостоятельной работы (37 учебный корпус, аудитория № 211)                                    | Стул со столиком – 30 шт<br>Стул – 3 шт<br>Стол с тумбочкой SovLab - 2 шт<br>Стол – 1 шт<br>Холодильник атлант – 1 шт<br>Доска магнитная – 1 шт<br>Мойка – 1 шт<br>Микроволновая печь – 1 шт                    |
| Центральная научная библиотека   | Читальный зал   |

|           |                            |
|-----------|----------------------------|
| Общежитие | Комната для самоподготовки |
|-----------|----------------------------|

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

Самостоятельная работа студентов над курсом «Моделирование в агрономии» заключается в систематической работе с учебными пособиями и конспектом лекций, подготовке к практическим занятиям. При решении задач необходимо проработать все типовые задачи, приведенные ко всем темам. Все сложные вопросы по теории и задачам разбираются на практических занятиях. Для плохо успевающих студентов организованы консультации.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший занятия обязан самостоятельно подготовиться к соответствующему занятию по теме и ответить на вопросы преподавателя по теме занятий.

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

Специфика дисциплины «Моделирование в агрономии» является неразрывная связь теории с практикой. Поэтому многие теоретические знания, которые студенты получают на лекциях, подтверждаются и усваиваются на практических занятиях.

Программу разработала: Баженова С.С., доцент, к.с.-х.н.



**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины «Моделирование в агрономии»**  
**ОПОП ВО по направлению 35.04.04 – «Агрономия», направленность «Генетика,**  
**селекция и семеноводство»**  
**(квалификация выпускника – магистр)**

Заверткиным Игорем Анатольевичем, доцентом кафедры земледелия и методики опытного дела ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, кандидатом сельскохозяйственных наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Моделирование в агрономии» ОПОП ВО по направлению 35.04.04 - «Агрономия», направленности «Генетика, селекция и семеноводство» (магистратура), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре генетики, селекции и семеноводства (разработчик – Баженова С.С., доцент, к.с.-х.н.)

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Моделирование в агрономии» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 35.04.04 - «Агрономия». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно- методическим документам.
2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины не подлежит сомнению - дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.В.
3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 35.04.04 – «Агрономия».
4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Моделирование в агрономии» закреплены 3 компетенции (4 индикатора). Дисциплина «Моделирование в агрономии» и представленная Программа способна реализовать ее в объявленных требованиях.
5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.
6. Общая трудоемкость дисциплины «Моделирование в агрономии» составляет 3 зачетные единицы (108 часов).
7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Моделирование в агрономии» взаимосвязана с другими дисциплинами Учебного плана по направлению 35.04.04 – «Агрономия» и возможность дублирования в содержании отсутствует. Дисциплина предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента и является предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области биотехнологии и молекулярной биологии в профессиональной деятельности бакалавра по данному направлению подготовки.
8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.
9. Программа дисциплины «Моделирование в агрономии» предполагает занятия в интерактивной форме.
10. Виды, содержание и трудоемкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 35.04.04 – «Агрономия».
11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях, контрольные работы), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой,

осуществляется в форме контрольных работ, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1.В ФГОС направления 35.04.04 – «Агрономия».

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

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (базовые учебники), дополнительной литературой – 5 наименований, методическими изданиями – 5 источника, Интернет-ресурсы – 2 источника и соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 35.04.04 – «Агрономия».

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Моделирование в агрономии» 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 агрономии».

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Моделирование в агрономии» по направлению 35.04.04 «Агрономия», направленности «Генетика, селекция и семеноводство» (квалификация выпускника – магистр), разработанной доцентом кафедры генетики, селекции и семеноводства Баженовой С.С., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Заверткин Игорь Анатольевич, и.о. заведующего кафедры, доцент кафедры земледелия и методики опытного дела ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, кандидат сельскохозяйственных наук

  
(подпись)

« 23 » сентября 2024 г.