

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор/Декан  
института ветеринарии и  
биотехнологий  
Скрипкин Валентин Сергеевич

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Б1.О.04 Математическое моделирование**

**36.04.01 Ветеринарно-санитарная экспертиза**

Биологическая и экологическая безопасность продукции животного и растительного происхождения

магистр

очная

## 1. Цель дисциплины

Формирование у обучающихся навыков построения математических моделей с целью проведения научных исследований и использования их результатов в профессиональной деятельности.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

| Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине   |
|--|--|---|
| ОПК-5 Способен оформлять специальную документацию, анализировать результаты профессиональной деятельности и представлять отчетные документы с использованием специализированных баз данных | ОПК-5.2 Использует навыки работы с операционной системой, с текстовыми и табличными процессорами, с системами управления базами данных, с информационно-поисковыми системами в Интернете | <b>знает</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- основные принципы поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных.</li><li>- основы математического программирования и его применение в создании моделей для анализа данных в биологии и экологии.</li><li>- современные технологии информационного поиска и анализа данных, а также роль баз данных в текущих научных исследованиях.</li><li>- методы и подходы к планированию проектов в области биологической безопасности, включая модели принятия решений.</li></ul> <b>умеет</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- формулировать задачи и решать их с использованием методов математического программирования.</li><li>- создавать модели для решения практических задач, используя методы оптимизации.</li><li>- применять базовые навыки работы с операционными системами и специализированным программным обеспечением в научной и профессиональной деятельности.</li><li>- использовать математические методы для анализа и планирования исследований.</li><li>- проводить статистический анализ данных, используя различные инструменты цифровой обработки.</li></ul> <b>владеет навыками</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- навыками применения программного обеспечения для математического моделирования.</li><li>- навыками работы с инструментами, позволяющими решать задачи математического программирования.</li><li>- навыками выполнения планирования научных и профессиональных проектов с использованием математических моделей.</li><li>- навыками построения графических представлений данных для анализа результатов.</li></ul> |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>УК-1                      Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</p> | <p>УК-1.1                      Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними. Вырабатывает стратегию действий</p>  | <p><b>знает</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы математических методов организационно-управленческих решений.</li> <li>- основные методологии и подходы к системному анализу.</li> </ul> <p><b>умеет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- воспринимать и обобщать информацию, ставить цель и выбирать пути и решения по ее достижению.</li> <li>- оценивать и структурировать проблемные ситуации, используя системный подход.</li> </ul> <p><b>владеет навыками</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа и обобщения информации, включая математические методы организационно-управленческих решений.</li> <li>- методами визуализации проблемных ситуаций и стратегии действий.</li> </ul>   |
| <p>УК-1                      Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</p> | <p>УК-1.2                      Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации. Определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения</p> | <p><b>знает</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные принципы системного подхода в анализе проблемных ситуаций, а также его ключевые концепции.</li> <li>- источники информации, применимые для поиска решений.</li> </ul> <p><b>умеет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать проблемные ситуации, выделяя ключевые элементы и связи между ними.</li> <li>- осуществлять поиск и собирать актуальную информацию из различных источников, с целью выявления возможных решений для поставленных задач.</li> </ul> <p><b>владеет навыками</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками критического мышления и анализа для оценки предложений и решений на основе доступной информации.</li> <li>- инструментами для обработки и анализа данных, включая статистические и программные средства.</li> </ul> |

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математическое моделирование» является дисциплиной обязательной части программы.

Изучение дисциплины осуществляется в I семестре(-ах).

Для освоения дисциплины «Математическое моделирование» студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин:

Для освоения дисциплины «Математическое моделирование» магистранты используют знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин:

- Математика
- Экологическая экспертиза и мониторинг объектов окружающей среды в зоне деятельности мясо- и молокоперерабатывающих предприятий
- Информационные технологии
- Защита информации в системах обработки данных

Освоение дисциплины «Математическое моделирование» является необходимой основой для последующего изучения следующих дисциплин:

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

Научно-исследовательская работа

Производственно-технологическая практика

Планирование, делопроизводство, учет и отчетность в ветеринарно-санитарной экспертизе

Ветеринарная санитария на предприятиях по переработке сырья животного происхождения

Санитарно-гигиенические требования к проектированию и эксплуатации предприятий пищевой промышленности

Информационные технологии в ветеринарно-санитарной экспертизе

Методика преподавания дисциплин различного уровня подготовки по профилю ветеринарно-санитарной экспертизы

Управление проектами

#### 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины «Математическое моделирование» в соответствии с рабочим учебным планом и ее распределение по видам работ представлены ниже.

| Семестр                             | Трудоемкость час/з.е. | Контактная работа с преподавателем, час |                      |                      | Самостоятельная работа, час | Контроль, час | Форма промежуточной аттестации (форма контроля) |
|-------------------------------------|-----------------------|---|----------------------|----------------------|-----------------------------|---------------|---|
|                                     |                       | лекции                                  | практические занятия | лабораторные занятия |                             |               |   |
| 1                                   | 108/3                 | 10                                      | 20                   |                      | 78                          |               | За  |
| в т.ч. часов: в интерактивной форме |                       | 2                                       | 4                    |                      |                             |               |   |

| Семестр | Трудоемкость час/з.е. | Внеаудиторная контактная работа с преподавателем, час/чел |                 |       |                          |                              |         |
|---------|-----------------------|---|-----------------|-------|--------------------------|------------------------------|---------|
|         |                       | Курсовая работа   | Курсовой проект | Зачет | Дифференцированный зачет | Консультации перед экзаменом | Экзамен |
| 1       | 108/3                 |   |                 | 0.12  |                          |                              |         |

#### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием ответственного на них количества академических часов и видов учебных занятий

| №    | Наименование раздела/темы                 | Семестр | Количество часов |        |                     |              |                        | Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций | Код индикаторов достижения компетенций |
|------|---|---------|------------------|--------|---------------------|--------------|------------------------|---|--|--|
|      |   |         | всего            | Лекции | Семинарские занятия |              | Самостоятельная работа |   |  |  |
|      |   |         |                  |        | Практические        | Лабораторные |                        |   |  |  |
| 1.   | 1 раздел. Математическое программирование |         |                  |        |                     |              |                        |   |  |  |
| 1.1. | Математическое программирование           | 1       | 4                | 2      | 2                   |              | 12                     | КТ 1  | Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи                      | УК-1.1, УК-1.2, ОПК-5.2                |

|      |   |    |     |    |    |  |    |      |   |                         |
|------|---|----|-----|----|----|--|----|------|---|-------------------------|
| 2.   | 2 раздел. Задачи математического программирования   |    |     |    |    |  |    |      |   |                         |
| 2.1. | Задачи математического программирования   | 1  | 6   | 2  | 4  |  | 13 | КТ 1 | Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи | УК-1.1, УК-1.2, ОПК-5.2 |
| 3.   | 3 раздел. Базисы  |    |     |    |    |  |    |      |   |                         |
| 3.1. | Базисы  | 1  | 2   |    | 2  |  | 12 | КТ 2 | Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи | УК-1.1, УК-1.2, ОПК-5.2 |
| 4.   | 4 раздел. Методы математического планирования   |    |     |    |    |  |    |      |   |                         |
| 4.1. | Методы математического планирования   | 1  | 6   | 2  | 4  |  | 13 | КТ 2 | Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи | УК-1.1, УК-1.2, ОПК-5.2 |
| 5.   | 5 раздел. Основные типы статистических распределений и их особенности, применительно к биологическим процессам. |    |     |    |    |  |    |      |   |                         |
| 5.1. | Основные типы статистических распределений и их особенности, применительно к биологическим процессам.           | 1  | 6   | 2  | 4  |  | 13 | КТ 3 | Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи | УК-1.1, УК-1.2, ОПК-5.2 |
| 6.   | 6 раздел. Типовые задачи математического моделирования  |    |     |    |    |  |    |      |   |                         |
| 6.1. | Типовые задачи математического моделирования  | 1  | 6   | 2  | 4  |  | 11 | КТ 3 | Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи | УК-1.1, УК-1.2, ОПК-5.2 |
| 7.   | 7 раздел. Зачет   |    |     |    |    |  |    |      |   |                         |
| 7.1. | Зачет   | 1  |     |    |    |  |    |      |   | УК-1.1, УК-1.2, ОПК-5.2 |
|      | Промежуточная аттестация  | За |     |    |    |  |    |      |   |                         |
|      | Итого   |    | 108 | 10 | 20 |  | 74 |      |   |                         |
|      | Итого   |    | 108 | 10 | 20 |  | 78 |      |   |                         |

### 5.1. Лекционный курс с указанием видов интерактивной формы проведения занятий

| Тема лекции (и/или наименование раздел) (вид интерактивной формы проведения занятий)/ (практическая подготовка) | Содержание темы (и/или раздела) | Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка |
|---|---------------------------------|---|
|---|---------------------------------|---|

|   |   |     |
|---|---|-----|
| Математическое программирование   | Элементы математического программирования   | 2/- |
| Задачи математического программирования   | Геометрический метод решения задач линейного программирования. Симплекс-метод решения задач линейного программирования  | 2/2 |
| Методы математического планирования   | Общая постановка транспортной задачи. Методы составления первоначального плана. Метод улучшения опорного решения. Метод потенциалов.                                | 2/- |
| Основные типы статистических распределений и их особенности, применительно к биологическим процессам. | Нормальное распределение. Биномиальное распределение. Распределение Пуассона. Альтернативное распределение. Полиномиальное распределение. Равномерное распределение | 2/- |
| Типовые задачи математического моделирования  | Задача об ассортименте продукции. Задача об использовании мощностей оборудования. Задача составления кормовой смеси. Задача составления жидких смесей.              | 2/- |
| Итого   |   | 10  |

### 5.2.1. Семинарские (практические) занятия с указанием видов проведения занятий в интерактивной форме

| Наименование раздела дисциплины  | Формы проведения и темы занятий (вид интерактивной формы проведения занятий)/(практическая подготовка) | Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка |       |
|--|--|---|-------|
|  |  | вид   | часы  |
| Математическое программирование  | Элементы линейного программирования  | Пр  | 2/-/- |
| Задачи математического программирования                                      | Геометрический метод решения задач линейного программирования  | Пр  | 2/2/- |
| Задачи математического программирования                                      | Симплекс-метод решения задач линейного программирования  | Пр  | 2/-/- |
| Базисы   | Метод искусственного базиса.   | Пр  | 1/-/- |
| Базисы   | Двойственная задача.   | Пр  | 1/-/- |
| Методы математического планирования  | Общая постановка транспортной задачи. Методы составления первоначального плана.                        | Пр  | 2/-/- |
| Методы математического планирования  | Метод улучшения опорного решения. Метод потенциалов.   | Пр  | 2/-/- |
| Основные типы статистических распределений и их особенности, применительно к | Законы распределения случайной величины. Предельные теоремы теории вероятности.                        | Пр  | 2/-/- |

|   |  |    |       |
|---|--|----|-------|
| биологическим процессам.  |  |    |       |
| Основные типы статистических распределений и их особенности, применительно к биологическим процессам. | Статистические моменты рядов распределения. Теоретические распределения. | Пр | 2/-/- |
| Типовые задачи математического моделирования  | Типовые задачи математического моделирования.                            | Пр | 4/2/- |
| Итого   |  |    |       |

### 5.3. Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен

### 5.4. Самостоятельная работа обучающегося

| Темы и/или виды самостоятельной работы  | Часы |
|---|------|
| Изучение дополнительного материала по теме "Математическое программирование"  | 12   |
| Изучение дополнительного материала по теме "Задачи математического программирования"  | 13   |
| Изучение дополнительного материала по теме "Базисы"   | 12   |
| Изучение дополнительного материала по теме "Методы математического планирования"  | 13   |
| Изучение дополнительного материала по теме "Основные типы статистических распределений и их особенности, применительно к биологическим процессам" | 13   |
| Изучение дополнительного материала по теме "Типовые задачи математического моделирования"   | 11   |

|       |   |
|-------|---|
| Зачет | 4 |
|-------|---|

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

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Математическое моделирование» размещено в электронной информационно-образовательной среде Университета и доступно для обучающегося через его личный кабинет на сайте Университета. Учебно-методическое обеспечение включает:

1. Рабочую программу дисциплины «Математическое моделирование».
2. Методические рекомендации для организации самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Математическое моделирование».
3. Методические рекомендации по выполнению письменных работ ( ) (при наличии).
4. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы студентами заочной формы обучения (при наличии)
5. Методические указания по выполнению курсовой работы (проекта) (при наличии).

Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации:

| № п/п | Темы для самостоятельного изучения   | Рекомендуемые источники информации (№ источника) |                             |                          |
|-------|--|--|-----------------------------|--------------------------|
|       |  | основная (из п.8 РПД)                            | дополнительная (из п.8 РПД) | метод. лит. (из п.8 РПД) |
| 1     | Математическое программирование. Изучение дополнительного материала по теме "Математическое программирование"  | Л1.1, Л1.2                                       | Л2.1                        | Л3.2                     |
| 2     | Задачи математического программирования. Изучение дополнительного материала по теме "Задачи математического программирования"  | Л1.1, Л1.2                                       | Л2.1                        | Л3.2                     |
| 3     | Базисы. Изучение дополнительного материала по теме "Базисы"  | Л1.1, Л1.2                                       | Л2.1                        | Л3.2                     |
| 4     | Методы математического планирования. Изучение дополнительного материала по теме "Методы математического планирования"  | Л1.1, Л1.2                                       | Л2.1                        | Л3.2                     |
| 5     | Основные типы статистических распределений и их особенности, применительно к биологическим процессам.. Изучение дополнительного материала по теме "Основные типы статистических распределений и их особенности, применительно к биологическим процессам" | Л1.1, Л1.2                                       | Л2.1                        | Л3.2                     |
| 6     | Типовые задачи математического моделирования. Изучение дополнительного материала по теме "Типовые задачи математического моделирования"  | Л1.1, Л1.2                                       | Л2.1                        | Л3.2                     |
| 7     | Зачет. Зачет   | Л1.1, Л1.2                                       | Л2.1                        | Л3.2                     |

## 7. Фонд оценочных средств (оценочных материалов) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Математическое моделирование»

### 7.1. Перечень индикаторов компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

| Индикатор компетенции<br>(код и содержание)  | Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции          | 1 |   | 2 |   |
|--|---|---|---|---|---|
|  |   | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ОПК-5.2:Использует навыки работы с операционной системой, с текстовыми и табличными процессорами, с системами управления базами данных, с информационно-поисковыми системами в Интернете   | Информационные технологии в ветеринарно-санитарной экспертизе   |   | x |   |   |
|  | Научно-исследовательская работа   |   |   | x |   |
|  | Планирование, делопроизводство, учет и отчетность в ветеринарно-санитарной экспертизе                     |   |   | x |   |
| УК-1.1:Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними. Вырабатывает стратегию действий  | Ветеринарная санитария на предприятиях по переработке сырья животного происхождения                       |   | x |   |   |
|  | Методика преподавания дисциплин различного уровня подготовки по профилю ветеринарно-санитарной экспертизы |   | x |   |   |
|  | Методология научно-исследовательской работы   | x |   |   |   |
|  | Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)             |   | x |   |   |
|  | Производственно-технологическая практика  |   | x |   |   |
|  | Управление проектами  |   | x |   |   |
| УК-1.2:Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации. Определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения | Ветеринарная санитария на предприятиях по переработке сырья животного происхождения                       |   | x |   |   |
|  | Методика преподавания дисциплин различного уровня подготовки по профилю ветеринарно-санитарной экспертизы |   | x |   |   |
|  | Методология научно-исследовательской работы   | x |   |   |   |
|  | Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)             |   | x |   |   |
|  | Управление проектами  |   | x |   |   |

### 7.2. Критерии и шкалы оценивания уровня усвоения индикатора компетенций, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Оценка знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций по дисциплине «Математическое моделирование» проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль проводится в течение семестра с целью определения уровня усвоения

обучающимися знаний, формирования умений и навыков, своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по её корректировке, а также для совершенствования методики обучения, организации учебной работы и оказания индивидуальной помощи обучающемуся.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Математическое моделирование» проводится в виде Зачет.

За знания, умения и навыки, приобретенные студентами в период их обучения, выставляются оценки «ЗАЧТЕНО», «НЕ ЗАЧТЕНО». (или «ОТЛИЧНО», «ХОРОШО», «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО», «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» для дифференцированного зачета/экзамена)

Для оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки качества освоения образовательной программы. Оценка проводится при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций обучающихся. Рейтинговая оценка знаний является интегрированным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине.

### Состав балльно-рейтинговой оценки студентов очной формы обучения

Для студентов очной формы обучения знания по осваиваемым компетенциям формируются на лекционных и практических занятиях, а также в процессе самостоятельной подготовки.

В соответствии с балльно-рейтинговой системой оценки, принятой в Университете студентам начисляются баллы по следующим видам работ:

| № контрольной точки   | Оценочное средство результатов индикаторов достижения компетенций |                                | Максимальное количество баллов   |
|---|---|--------------------------------|----------------------------------|
| <b>1 семестр</b>  |   |                                |                                  |
| КТ 1  | Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи             |                                | 20                               |
| КТ 2  | Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи             |                                | 20                               |
| КТ 3  | Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи             |                                | 20                               |
| <b>Сумма баллов по итогам текущего контроля</b>               |   |                                | <b>60</b>                        |
| Посещение лекционных занятий                                  |   |                                | 20                               |
| Посещение практических/лабораторных занятий                   |   |                                | 20                               |
| Результативность работы на практических/лабораторных занятиях |   |                                | 30                               |
| <b>Итого</b>  |   |                                | <b>130</b>                       |
| № контрольной точки   | Оценочное средство результатов индикаторов достижений компетенций | Максимальное количество баллов | Критерии оценки знаний студентов |
| <b>1 семестр</b>  |   |                                |                                  |

|      |   |    |   |
|------|---|----|---|
| КТ 1 | Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи | 20 | <p>20 баллов - задачи решены в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.</p> <p>19-14 баллов - задачи решены в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами.</p> <p>13-8 баллов - задачи решены с задержкой, письменный отчет с недочетами. Работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы.</p> <p>7-1 балла - задачи решены частично, с большим количеством вычислительных ошибок, объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.</p> <p>0 баллов - задачи не решены, письменный отчет не представлен или работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.</p> |
| КТ 2 | Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи | 20 | <p>20 баллов - задачи решены в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.</p> <p>19-14 баллов - задачи решены в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами.</p> <p>13-8 баллов - задачи решены с задержкой, письменный отчет с недочетами. Работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы.</p> <p>7-1 балла - задачи решены частично, с большим количеством вычислительных ошибок, объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.</p> <p>0 баллов - задачи не решены, письменный отчет не представлен или работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.</p> |

|      |   |    |  |
|------|---|----|--|
| КТ 3 | Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи | 20 | 20 баллов - задачи решены в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. 19-14 баллов - задачи решены в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. 13-8 баллов - задачи решены с задержкой, письменный отчет с недочетами. Работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы. 7-1 балла - задачи решены частично, с большим количеством вычислительных ошибок, объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов. 0 баллов - задачи не решены, письменный отчет не представлен или работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов. |
|------|---|----|--|

### Критерии и шкалы оценивания результатов обучения на промежуточной аттестации

При проведении итоговой аттестации «зачет» («дифференцированный зачет», «экзамен») преподавателю с согласия студента разрешается выставлять оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «зачет») по результатам набранных баллов в ходе текущего контроля успеваемости в семестре по выше приведенной шкале.

В случае отказа – студент сдает зачет (дифференцированный зачет, экзамен) по приведенным выше вопросам и заданиям. Итоговая успеваемость (зачет, дифференцированный зачет, экзамен) не может оцениваться ниже суммы баллов, которую студент набрал по итогам текущей и промежуточной успеваемости.

При сдаче (зачета, дифференцированного зачета, экзамена) к заработанным в течение семестра студентом баллам прибавляются баллы, полученные на (зачете, дифференцированном зачете, экзамене) и сумма баллов переводится в оценку.

### Критерии и шкалы оценивания ответа на зачете

По дисциплине «Математическое моделирование» к зачету допускаются студенты, выполнившие и сдавшие практические работы по дисциплине, имеющие ежемесячную аттестацию и без привязке к набранным баллам. Студентам, набравшим более 65 баллов, зачет выставляется по результатам текущей успеваемости, студенты, не набравшие 65 баллов, сдают зачет по вопросам, предусмотренным РПД. Максимальная сумма баллов по промежуточной аттестации (зачету) устанавливается в 15 баллов

| Вопрос билета               | Количество баллов |
|-----------------------------|-------------------|
| Теоретический вопрос        | до 5              |
| Задания на проверку умений  | до 5              |
| Задания на проверку навыков | до 5              |

Теоретический вопрос

5 баллов выставляется студенту, полностью освоившему материал дисциплины или курса в соответствии с учебной программой, включая вопросы рассматриваемые в рекомендованной

программой дополнительной справочно-нормативной и научно-технической литературы, свободно владеющему основными понятиями дисциплины. Требуется полное понимание и четкость изложения ответов по экзаменационному заданию (билету) и дополнительным вопросам, заданных экзаменатором. Дополнительные вопросы, как правило, должны относиться к материалу дисциплины или курса, не отраженному в основном экзаменационном задании (билете) и выявляют полноту знаний студента по дисциплине.

4 балла заслуживает студент, ответивший полностью и без ошибок на вопросы экзаменационного задания и показавший знания основных понятий дисциплины в соответствии с обязательной программой курса и рекомендованной основной литературой.

3 балла дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.

2 балла дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

1 балл дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

0 баллов - при полном отсутствии ответа, имеющего отношение к вопросу.

Задания на проверку умений и навыков

5 баллов Задания выполнены в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.

4 балла Задания выполнены в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами.

2 баллов Задания выполнены с задержкой, письменный отчет с недочетами. Работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы.

1 баллов Задания выполнены частично, с большим количеством вычислительных ошибок, объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

0 баллов Задания выполнены, письменный отчет не представлен или работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

### **7.3. Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Математическое моделирование»**

Вопросы к зачету

1. Основная задача линейного программирования.
2. Целевая функция задачи линейного программирования.
3. Допустимое решение задачи линейного программирования.
4. Оптимальное решение задачи линейного программирования.
5. Преобразование задачи, в которой ограничения представляют собой неравенства, к виду основной задачи линейного программирования.
6. Выражение целевой функции через свободные неизвестные.
7. Условия оптимальности данного допустимого решения.

8. Условие неразрешимости задачи линейного программирования из-за неограниченности целевой функции на множестве допустимых решений.

9. Правило выбора разрешающего элемента при переходе в симплексном методе от одного базисного решения к другому.

10. Процесс составления первой симплексной таблицы.

11. Процесс преобразования симплексных таблиц.

12. Экономическое содержание всех элементов симплексной таблицы.

13. Может ли задача линейного программирования иметь более одного оптимального решения?

14. Необходимость и сущность метода искусственного базиса.

15. Вид симметричной пары двойственных задач линейного программирования.

16. Правила составления задачи, двойственной к данной задаче линейного программирования с ограничениями — неравенствами.

17. Основное неравенство теории двойственности линейного программирования.

18. Транспортная задача.

19. Постановка задачи, ее структура.

20. Способы построения начального опорного плана.

21. Метод северо-западного угла.

22. Метод минимального элемента.

23. Метод потенциалов.

24. Задача о назначениях.

25. Транспортные сети.

26. Примеры сетевых транспортных задач.

27. Минимизация сети.

28. Задача о максимальном потоке.

29. Задача о кратчайшем пути.

30. Законы распределения дискретных случайных величин.

31. Интегральная и дифференциальная функции распределения непрерывной случайной величины-ны.

32. Непрерывные случайные величины и их числовые характеристики.

33. Равномерное и показательное распределения непрерывной случайной величины.

34. Нормальное распределение случайной величины.

35. Вероятность попадания нормально распределенной случайной величины в заданный интервал (вывод).

36. Статистическое распределение и его характеристики.

37. Представление данных в корреляционном анализе

38. Коэффициент корреляции

39. Корреляционное отношение

40. Корреляционное поле

41. Линейная регрессия

42. Статистический анализ уравнения регрессии

Темы рефератов

1. Задачи линейного программирования с параметрами в функционале.

2. Задачи линейного программирования с параметрами в системе ограничений.

3. Алгоритмы решения сетевых задач.

4. Транспортная задача в матричной постановке. Венгерский метод.

5. Задачи геометрического программирования.

6. Задачи стохастического программирования.

7. Задачи дискретного программирования.

8. Задачи квадратичного программирования

9. Блочная задача линейного программирования. Метод декомпозиции Данцига-Вульфа.

10. Двойственные многокритериальные задачи.

11. Числовые характеристики биномиального распределения.

12. Числовые характеристики распределения Пуассона.

13. Нормальное двумерное распределение.

14. Числовые характеристики геометрического распределения.

15. Числовые характеристики показательного распределения.
16. Гипергеометрическое распределение.
17. Распределение Стьюдента.
18. Показательный закон надёжности.
19. Геометрическое изображение статистического распределения.
20. Доверительный интервал для нормального распределения.
21. Статистические гипотезы.
22. Понятие о нелинейной регрессии.
23. Корреляционное отношение.
24. Виды соединений.
25. Нелинейная корреляция.
26. Случайные процессы.
27. Статистическое оценивание дисперсии.
28. Множественная корреляция.

### Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи

#### 1. Задачи математического программирования

Практическая №1: Сформулируйте задачу линейного программирования для минимизации суммарных затрат на лабораторные анализы: два типа анализаторов (А и В) с разной пропускной способностью и стоимостью анализа; требуется проанализировать 600 проб с ограничением времени работы. Выписать переменные, целевую функцию и ограничения.

Практическая №2: Сформулируйте целочисленную задачу планирования смен инспекторов: не менее 3 инспекций в день по каждой зоне, каждый инспектор работает целое число смен. Постройте целевую функцию для минимизации затрат на оплату труда и укажите тип задачи.

Ситуационная №1: На перерабатывающем предприятии нужно определить оптимальные объёмы переработки двух видов сырья, чтобы максимизировать выход продукта при ограничениях по емкости, доступности сырья и санитарным нормам — опишите, как перевести требования в ЛП и какие переменные выбрать.

Ситуационная №2: Требуется распределить ограниченное количество реагентов между несколькими тестами на разные патогены так, чтобы обеспечить заданный уровень контроля риска при минимальных затратах — сформулируйте модель (включая возможные вероятностные ограничения).

#### 2. Базисы (базисные решения, базис)

Практическая №1: Для системы ограничений  $x_1 + 2x_2 \leq 100$ ,  $3x_1 + x_2 \leq 90$ ,  $x_1, x_2 \geq 0$  найдите все базисные решения (подсказать: добавить переменные-запас) и определите, какие из них допустимы.

Практическая №2: На примере транспортной матрицы  $2 \times 3$  объясните, что такое базис (количество базисных элементов =  $m+n-1$ ), построите один возможный базисный план.

Ситуационная №1: Интерпретируйте базис как набор задействованных складов и маршрутов в плане распределения ветеринарных вакцин; что означает переход от одного базиса к другому в операционной деятельности?

Ситуационная №2: Дайте критерии выбора базиса при формировании начального плана отбора проб на многочисленных фермах (какие пункты сделать базисными, почему).

#### 3. Методы математического планирования

Практическая №1: Приведите полное пошаговое решение небольшой ЛП (две переменные) методом графического анализа и методом симплекса; сравните результаты и интерпретируйте теньевая цена ресурсов.

Практическая №2: Примените метод ветвей и границ к задаче назначения (4 инспектора, 4 участка) с целевой функцией минимизации суммарного времени; опишите шаги и критерии отсечения.

Ситуационная №1: Предложите, какой метод выбрать для: а) реального времени принятия решения по маршрутам доставки проб (быстро, приближенно) и б) планирования годового графика контроля (точный, оптимальный). Обоснуйте выбор.

Ситуационная №2: На предприятии появилась нестандартная ситуация (резкое уменьшение мощности одного анализатора). Опишите, как с помощью метода динамического программирования пересчитать расписание анализов на ближайшие 3 дня.

4. Основные типы статистических распределений и их особенности, применительно к биологическим процессам

Практическая №1: Для события «число заражённых голов в выборке из 50 при истинной вероятности  $p=0.02$ » предложите подходящие дискретные модели (биномиальная, пуассоновская аппроксимация); вычислите вероятность  $\geq 2$  заражённых (можно оставить в общем виде или дать цифры при  $p=0.02$ ).

Практическая №2: Для времени до порчи продукта смоделируйте экспоненциальное распределение с параметром  $\lambda$ ; найдите вероятность сохранения качества в течение  $t$  дней и среднее время до порчи.

Ситуационная №1: Данные по концентрации пестицидов в партиях имеют распределение, близкое к нормальному. Опишите, как использовать нормальное распределение для расчёта доли партий, превышающих норматив.

Ситуационная №2: Эпизоды вспышек болезни редкие и независимые — объясните, почему пуассоновская модель уместна, какие допущения она несёт и как это влияет на планирование мониторинга.

5. Типовые задачи математического моделирования

Практическая №1: Постройте модель распространения инфекции в небольшой популяции животных (SIR-модель упрощённо), выпишите уравнения и предложите способ оценить параметры  $\beta$  и  $\gamma$  по полевым данным.

Практическая №2: Смоделируйте деградацию качества продукта на складе как экспоненциальный или нормальный процесс с зависимостью от температуры; сформулируйте задачу оптимизации температурного режима при ограниченном бюджете на охлаждение.

Ситуационная №1: Разработайте модель распределения проб по лабораториям с учётом времени доставки, пропускной способности и риска простоя приборов; сформулируйте целевую функцию (минимизация суммарного времени ожидания/затрат) и ограничения.

Ситуационная №2: Смоделируйте логистическую сеть доставки скоропортящейся продукции от хозяйств к переработчику с учётом ограничений по времени (критическое окно качества). Постройте задачу на графе: узлы — фирмы/склады, рёбра — дороги с временем (стоимостью), цель — минимизировать потери качества/затраты.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### основная

Л1.1 Казарян М. Л., Музаев И. Д. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ [Электронный ресурс]: сб. науч. тр. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2018. - 150 с. – Режим доступа: <http://new.znaniium.com/go.php?id=972756>

Л1.2 Крон Р. В. Курс лекций по дисциплине "Математическое моделирование": учеб. пособие. - Ставрополь, 2019. - 840 КБ

### дополнительная

Л2.1 Попова С. В., Крон Р. В., Долгих Е. В. Основы линейной алгебры и линейное программирование: учеб.-метод. пособие. - Ставрополь: Сервисшкола, 2017. - 563 КБ

б) Методические материалы, разработанные преподавателями кафедры по дисциплине, в соответствии с профилем ОП.

Л3.1 Белько И. В., Морозова И. М. Теория вероятностей, математическая статистика, математическое программирование [Электронный ресурс]: учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат, Специалитет. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022. - 299 с. – Режим доступа: <http://znaniium.com/catalog/document?id=395044>

Л3.2 Болотский А. В. Математическое программирование и теория игр [Электронный ресурс]: учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 116 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/217433>

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

| № | Наименование ресурса сети «Интернет» | Электронный адрес ресурса   |
|---|--------------------------------------|---|
| 1 | Математический сайт                  | <a href="http://www.math.ru/">http://www.math.ru/</a>                     |
| 2 | Математика                           | <a href="http://window.edu.ru/catalog/">http://window.edu.ru/catalog/</a> |
| 3 | Общероссийский математический портал | <a href="http://www.mathnet.ru/">http://www.mathnet.ru/</a>               |
| 4 | Университетская библиотека ONLAIN    | <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a>               |

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

Цель лекционного курса – теоретическая подготовка студентов по математическому моделированию. В лекциях сообщаются основные сведения по данному курсу, излагаются методические проблемы и способы их решения с опорой на предыдущие знания студентов по разделам «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Дискретная математика». Лекции готовят студентов к критическому анализу литературы, математических программ, учебников на разных ступенях обучения. Студенты знакомятся с взглядом на общую картину мира с точки зрения математического моделирования. Темы лекций плавно подводят студентов к четкому пониманию сущности математического моделирования, их методической структуры и их применения в различных областях знаний. Чтение лекций сопровождается рассмотрением примеров, соответствующих основным положениям лекций и является логичным, наглядным, ориентированным на последующие приложения излагаемого материала в других дисциплинах.

Дальнейшее осмысление и уточнение знаний, приобретенных на лекциях, осуществляются на практических занятиях, цель которых – формирование умений применения усвоенных ранее знаний для практического решения задач.

На практических занятиях, проводимых по группам, студент овладевает основными методами и приемами решения задач, а также получает разъяснение теоретических положений курса. Практические задачи служат для закрепления теоретических основ, излагаемых в лекциях, получение практических навыков решения задач по курсу исследования операций. Занятия проходят с использованием рабочих тетрадей, в которых отражен необходимый минимум задач для освоения курса и тем.

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства и информационных справочных систем (при необходимости).**

### *11.1 Перечень лицензионного программного обеспечения*

1. Kaspersky Total Security - Антивирус
2. Microsoft Windows Server STDCORE AllLngLicense/Software AssurancePack Academic OLV 16Licenses LevelE AdditionalProduct CoreLic 1Year - Серверная операционная система
3. OPERA - Система управления отелем

4. Fidelio - Подсистема интеграции с партнерами и GDS. инструмент для интеграции системы бронирования отеля с различными партнерскими сетями и системами глобальной дистрибуции (GDS).

5. Аппаратно-программный комплекс «ARGUS-KARYO» -

### 11.3 Перечень программного обеспечения отечественного производства

1. Kaspersky Total Security - Антивирус

2. Аппаратно-программный комплекс «ARGUS-KARYO» -

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

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

| № п/п | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы  | Номер аудитории | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы  |
|-------|--|-----------------|--|
| 1     | Учебная аудитория для проведения занятий всех типов (в т.ч. лекционного, семинарского, практической подготовки обучающихся), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | 1/ФВМ           | Специализированная мебель на 320 посадочных места, персональный компьютер – 1 шт., плазменная медиа панель – 1 шт., интерактивная доска – 1 шт., трибуна для лектора – 1 шт., микрофон – 6 шт., учебно-наглядные пособия в виде презентаций, информационные плакаты, подключение к сети «Интернет», выход в корпоративную сеть университета. |
| 2     | Помещение для самостоятельной работы обучающихся, подтверждающее наличие материально-технического обеспечения, с перечнем основного оборудования   |                 |  |

### 13. Особенности реализации дисциплины лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на промежуточной аттестации присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения промежуточной аттестации оформляются увеличенным шрифтом;

- задания для выполнения на промежуточной аттестации зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

в) для глухих и слабослышащих:

- на промежуточной аттестации присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- промежуточная аттестация проводится в письменной форме;

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- по желанию студента промежуточная аттестация может проводиться в письменной форме;

д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента промежуточная аттестация проводится в устной форме.

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование» составлена на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура по направлению подготовки 36.04.01 Ветеринарно-санитарная экспертиза (приказ Минобрнауки России от 28.09.2017 г. № 982).

Автор (ы)

\_\_\_\_\_ доцент КМ, к.п.н Жукова Виктория Артемовна

Рецензенты

\_\_\_\_\_ доцент , к.ф-м.н Захаров Владимир Викторович

\_\_\_\_\_ доцент , к.т.н Литвин Дмитрий Борисович

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование» рассмотрена на заседании Кафедра математики протокол № 27 от 10.03.2025 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 36.04.01 Ветеринарно-санитарная экспертиза

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Крон Роман Викторович

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование» рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Институт ветеринарии и биотехнологий протокол № 9 от 11.04.2024 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 36.04.01 Ветеринарно-санитарная экспертиза

Руководитель ОП \_\_\_\_\_