

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Самарский государственный аграрный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Врио проректора по учебной
и воспитательной работе
доцент С.В. Краснов



« 22 » июля 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математические методы в биологии

Направление подготовки: 36.04.02 Зоотехния

Профиль: Производство и переработка продукции животноводства

Название кафедры: «Зоотехния»

Квалификация: магистр

Форма обучения: очная, заочная

Кинель 2021

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Математические методы в биологии» является формирование у обучающихся системы компетенций при использовании математических методов в биологии.

Задачи: выработка знаний и умений, необходимых для использования статистических методов в биологии в целях оптимизации обработки научно-исследовательских результатов.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина (Б1.О.03) «Математические методы в биологии» относится к обязательной части блока Б1. Дисциплины (модули), предусмотренных учебным ФГОС ВО.

Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре очной формы обучения; на 1 курсе в 1 семестре заочной формы обучения.

3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей компетенции (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения ОПОП):

Карта формирования компетенций по дисциплине

| Код компетенции | Результаты освоения ОПОП Содержание компетенций | Индикаторы достижения результатов обучения по дисциплине |
|-----------------|--|---|
| УК-1 | Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий | ИД-1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними. ИД-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. ИД-3 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности |

| | | |
|-------|---|--|
| ОПК-4 | <p>Способен использовать в профессиональной деятельности методы решения задач с использованием современного оборудования при разработке новых технологий и использовать современную профессиональную методологию для проведения экспериментальных исследований и интерпретации их результатов</p> | <p>ИД-1 Знает современные технологии, оборудование и научные основы профессиональной деятельности. ИД-2 Умеет использовать в профессиональной деятельности методы решения задач с использованием современного оборудования при разработке новых технологий. ИД-3 Владеет навыками современной профессиональной методологии для проведения экспериментальных исследований и интерпретации их результатов.</p> |
| ОПК-5 | <p>Способен оформлять специальную документацию, анализировать результаты профессиональной деятельности и представлять отчетные документы с использованием специализированных баз данных.</p> | <p>ИД-1 Знать: документооборот и специализированные базы данных в профессиональной деятельности. ИД-2 Уметь: оформлять отчетные документы с использованием специализированных баз данных в профессиональной деятельности. ИД-3 Владеть: навыками документооборота с использованием специализированных баз данных в профессиональной деятельности.</p> |

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетные единицы (**144** часа)
для очной формы обучения

| Вид учебной работы | | Трудоемкость дисциплины | | Семестры (кол-во недель в семестре) |
|--|--|-------------------------|-------------------------|---|
| | | Всего часов | Объем контактной работы | 2 |
| Аудиторная контактная работа (всего) | | 36 | 36 | 36 |
| в том числе: | Лекции (Л) | 18 | 18 | 18 |
| | Лабораторные работы (ЛР) | 18 | 18 | 18 |
| Самостоятельная работа (СР) (всего), в том числе: | | 108 | 1,8 | 108 |
| СР в семестре: | - изучение лекционного материала | 18 | | 18 |
| | - изучение вопросов, выносимых на самостоятельное изучение | 64 | 1,8 | 64 |
| | - подготовка к лабораторным работам | 18 | | 18 |
| СР в сессию: | - зачет | 8 | | 8 |
| Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен) | | зачет | | зачет |
| Общая трудоемкость, час. | | 144 | 37,8 | 144 |
| Общая трудоемкость, зачетные единицы | | 4 | 1,05 | 4 |

для заочной формы обучения

| Вид учебной работы | | Трудоемкость дисциплины | | Семестры (кол-во недель в семестре) |
|--|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| | | Всего часов | Объем контактной работы | 1 |
| Аудиторная контактная работа (всего) | | 10 | 10 | 10 |
| в том числе: | Лекции (Л) | 4 | 4 | 4 |
| | Лабораторные работы (ЛР) | 6 | 6 | 6 |
| Самостоятельная работа (СР) (всего), в том числе: | | 134 | 0,5 | 134 |
| СР в семестре: | самостоятельное изучение разделов | 4 | | 4 |
| | проработка и повторение лекционного материала, чтение учебников, дополнительной литературы, работа со справочниками, энциклопедиями, ознакомление с методическими документами) | 120 | 0,5 | 120 |
| | подготовка к лабораторным занятиям | 6 | | 6 |
| | зачет | 4 | | 4 |
| Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен) | | зачет | | зачет |
| Общая трудоемкость, час. | | 144 | 10,5 | 144 |
| Общая трудоемкость, зачетные единицы | | 4 | 0,29 | 4 |

4.2 Тематический план лекционных занятий
для очной формы обучения

| № п/п | Темы лекционных занятий | Трудоемкость, ч |
|---------------|--|-----------------|
| 1 | Роль математических методов в биологии | 2 |
| 2 | Выборочный метод исследования | 2 |
| 3 | Приемы первичной статистической обработки данных | 8 |
| 4 | Законы распределения биологических переменных | 4 |
| 5 | Проверка статистических гипотез | 2 |
| Всего: | | 18 |

для заочной формы обучения

| № п/п | Темы лекционных занятий | Трудоемкость, ч |
|---------------|--|-----------------|
| 1 | Роль математических методов в биологии | 2 |
| 2 | Выборочный метод исследования | 2 |
| Всего: | | 4 |

4.3 Тематический план лабораторных работ для очной формы обучения

| № п./п. | Темы практических работ | Трудо-емкость, ч |
|--------------|---|------------------|
| 1 | Классификация изучаемых признаков и их свойства | 2 |
| 2 | Понятие о генеральной совокупности и выборке | 2 |
| 3 | Способы отбора выборок | 2 |
| 4 | Понятие о статистических рядах | 2 |
| 5 | Способы представления материалов исследований | 2 |
| 6 | Средние значения величин | 2 |
| 7 | Показатели изменчивости признака | 2 |
| 8 | Понятие о вероятности события | 2 |
| 9 | Стандартная ошибка среднего значения | 2 |
| Всего | | 18 |

для заочной формы обучения

| № п./п. | Темы практических работ | Трудо-емкость, ч |
|--------------|---|------------------|
| 1 | Классификация изучаемых признаков и их свойства | 2 |
| 2 | Понятие о генеральной совокупности и выборке | 2 |
| 3 | Способы отбора выборок | 2 |
| Всего | | 6 |

4.4 Тематический план практических занятий

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

4.5 Самостоятельная работа

Самостоятельная деятельность обучающегося рассматривается как вид учебного труда, позволяющего целенаправленно формировать и развивать его самостоятельность для решения практических задач.

Самостоятельная (внеаудиторная) работа обучающихся состоит в проработке теоретического материала, подготовке к лабораторным занятиям. Она составляет включает следующие разделы: текущая проработка теоретического материала учебников и лекций, подготовка к лабораторным занятиям.

для очной формы обучения

| Номер раздела (темы) | Вид самостоятельной работы | Название (содержание работы) | Объем, часы |
|----------------------|---|---|-------------|
| 1-5 | Подготовка к лекциям | Осмысление и закрепление теоретического материала в соответствии с содержанием лекционных занятий | 18 |
| 1-5 | Самостоятельное изучение теоретического материала | Самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы, поиск и сбор информации по дисциплине в периодических печатных и интернет-изданиях, на официальных сайтов; | 64 |
| 1-9 | Подготовка к лабораторным занятиям | изучение материала учебного пособия по дисциплине | 18 |
| 1-9 | Подготовка к сдаче зачета | Повторение и закрепление изученного материала | 8 |
| Всего | | | 108 |

для заочной формы обучения

| Номер раздела (темы) | Вид самостоятельной работы | Название (содержание работы) | Объем, часы |
|----------------------|---|---|-------------|
| 1-2 | Подготовка к лекциям | Осмысление и закрепление теоретического материала в соответствии с содержанием лекционных занятий | 4 |
| 1-3 | Самостоятельное изучение теоретического материала | Самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы, поиск и сбор информации по дисциплине в периодических печатных и интернет-изданиях, на официальных сайтов; | 120 |
| 1-3 | Подготовка к практическим занятиям | изучение материала учебного пособия по дисциплине | 6 |
| 1-3 | Подготовка к сдаче зачета | Повторение и закрепление изученного материала | 4 |
| Всего | | | 134 |

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Математические методы в биологии» организуется в следующих видах:

1. *Самостоятельная работа по теоретическому курсу.* Включает работу со словарями, энциклопедиями и справочниками; работу с конспектами лекций; работу над учебным материалом (учебника, первоисточника, статьи, дополнительной литературы, в том числе с материалами, полученными по сети Интернет); конспектирование текстов; ответы на контрольные вопросы.

2. *Подготовка к лабораторным, практическим занятиям.* Включает работу с учебно-методической литературой курса, работу над учебным материалом (учеб-

ника, дополнительной литературы, в том числе с материалами, полученными по сети Интернет), ответы на контрольные вопросы по лабораторной работе.

3. *Подготовка к зачету.* При подготовке к зачету проработать вопросы, выносимые на зачет с учетом вопросов выносимых на самостоятельного изучения. Внимательно изучить разделы дисциплины с использованием основной и дополнительной литературы, конспектов лекций, конспектов лабораторных работ, ресурсов Интернет.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Рекомендации по использованию материалов рабочей программы

Работу с настоящей рабочей программой следует начать с ознакомления, где особое внимание следует обратить на вопросы, вынесенные для самостоятельного изучения.

Специфика изучения дисциплины заключается в том, что по содержанию дисциплина «Математические методы в биологии» является достаточно доступной для изучения, но требует воспроизведения знаний информатики и вычислительной техники.

Для закрепления теоретического материала используются лабораторные работы.

5.2 Пожелания к изучению отдельных тем курса

При изучении темы: «Законы распределения биологических переменных» обратить особое внимание на причины, побуждающие исследователя знать, по какому закону распределяются биологические переменные.

5.3 Рекомендации по работе с литературой

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего. Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса и алфавитно-предметный указатель учебника или учебного пособия, если таковой имеется. Полезно составлять опорные конспекты.

5.4 Советы по подготовке к зачету. При подготовке к зачету, рекомендуется заблаговременно изучить и законспектировать вопросы, вынесенные на самостоятельную подготовку.

Для того чтобы избежать трудностей при ответах на вопросы рекомендуется при подготовке к зачету более внимательно изучить разделы с использованием основной и дополнительной литературы, конспектов лекций, конспектов практических работ, ресурсов Интернет.

6 ОСНОВНАЯ, ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И РЕСУРСЫ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

«ИНТЕРНЕТ»:

6.1. Основная литература:

6.1.1 Кердяшов, Н.Н. Математические методы в биологии [Электронный ресурс] / Н.Н. Кердяшов .— Пенза : РИО ПГАУ, 2017 .— 192 с. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/579006>.

6.2. Дополнительная литература:

6.2.1 Фролов Ю.П. Математические методы в биологии. ЭВМ и программирование : Теоретические основы и практикум / Ю. П. Фролов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Самара : Изд-во "Самарский ун-т", 1996. - 265с. (9 экз.)

6.3 Программное обеспечение.

- 6.3.1 Microsoft Windows 7 Профессиональная 6.1.7601 Service Pack 1;
- 6.3.2 Microsoft Windows SL 8.1 RU AE OLP NL;
- 6.3.3 Microsoft Office Standard 2010;
- 6.3.4 Microsoft Office стандартный 2013;
- 6.3.5 Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - стандартный Russian Edition;
- 6.3.6 WinRAR:3.x: Standard License – educational –EXT;
- 6.3.7 7 zip (свободный доступ).

6.4 Перечень информационно-справочных систем и профессиональных баз данных

- 6.4.1 <http://pravo.gov.ru> – Официальный интернет-портал правовой информации
- 6.4.2 <http://www.consultant.ru> - справочная правовая система «Консультант Плюс»
- 6.4.3 <http://www.garant.ru> - справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| № п./п. | Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
|---------|---|---|
| 1 | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации. Аудитория №2238 (ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, д.7А) | Учебная аудитория на 14 посадочных мест, укомплектованная специализированной мебелью (компьютерные столы, стулья), ПК подключенные к сети «Интернет» и обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду университета |

| | | |
|---|--|--|
| 2 | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнение курсовых работ) групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Аудитория №2238 (ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, д.7А) | Учебная аудитория на 14 посадочных мест, укомплектованная специализированной мебелью (компьютерные столы, стулья), ПК подключенные к сети «Интернет» и обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду университета |
| 3 | Помещение для самостоятельной работы, ауд. 3310а (читальный зал) Самарская обл., г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, д. 8А. | Помещение на 6 посадочных мест, укомплектованное специализированной мебелью (компьютерные столы, стулья) и оснащенное компьютерной техникой (6 рабочих станций), подключенной к сети «Интернет» и обеспечивающей доступ в электронную информационно-образовательную среду университета |
| 4 | Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, ауд. 3203б. Самарская обл., г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, д. 8А. | Специальный инструмент и инвентарь для учебного оборудования: кисточки для очистки компьютеров и комплектующих, спирт, комплектующие и расходные материалы. |

8 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1 Виды и формы контроля по дисциплине

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных навыков (владений) осуществляется в рамках текущего и промежуточного контроля в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся.

Текущий контроль освоения компетенций по дисциплине проводится при изучении теоретического материала и выполнении заданий на лабораторных занятиях. Текущему контролю подлежит посещаемость обучающимися аудиторных занятий и работа на занятиях.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в форме зачета, проводимого с учетом результатов текущего контроля.

8.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы в рамках дисциплины

Оценочные средства для проведения текущей аттестации

Контрольный вопрос по лабораторному курсу

Тема: «Способы отбора выборок»

Цель: Закрепить знания, полученные из практического курса по заданной теме. Изучить способы отбора выборок от генеральной совокупности. Научиться способам отбора выборок с учетом их типа.

Задание: охарактеризовать способы отбора выборок от генеральной совокупности.

Методика выполнения

Обучающемуся предлагается ответить на ряд вопросов по изученной теме. Обучающийся составляет план ответа и производит устное его изложение.

Критерии и шкала оценки при защите заданий:

- оценка «зачтено» выставляется обучающимся, если они свободно владеют материалом, проявляют способность к отбору выборок с учетом их типа;
- оценка «не зачтено» выставляется обучающимся, не владеющим основополагающими знаниями по поставленному вопросу, не проявляющим познавательские и анализирующие способности, не способным продемонстрировать знания и умения отбора выборок с учетом их типа.

Пример выполнения задания

Способы отбора выборок из генеральной совокупности проводят по следующим схемам:

1. Повторный отбор – производят по схеме возвращения учтенных единиц в генеральную совокупность, так что одна и та же единица может попасть в выборку повторно (отлов окольцованных птиц, суточный количественный учет животных на пробной площадке, повторное использование объектов для экспериментов). Подобный отбор не влияет на состав генеральной совокупности, и возможность каждой единицы попасть в выборку не меняется.

2. Бесповторный отбор – учтенные единицы не возвращаются в генеральную совокупность, каждая отобранная единица регистрируется только один раз (отлов животных для изучения). Этот отбор влияет на состав генеральной совокупности и возможность каждой единицы попасть в выборку меняется.

Оба способа отбора (повторный и бесповторный) делятся на 2 типа:

1. Отбор, не требующий расчленения генеральной совокупности на части – простой случайный отбор. Элементы извлекаются случайным образом непосредственно из генеральной совокупности (отбор животных для эксперимента, отлов животных из популяции). Человек весьма несовершенное «орудие» случайного отбора. В психике каждого из нас, даже при кажущейся беспристрастности, заложено подсознательное предпочтение определенного облика объекта, а значит и стремление к тенденциозному субъективному отбору элементов наблюдения.

Независимо от наших попыток соблюдать максимальное благоразумие и честность при формировании выборок всегда имеется определенная вероятность того, что появится невольная систематическая ошибка. На практике для осуществления случайного отбора применяют метод случайных чисел. Для этого можно воспользоваться либо таблицами случайных чисел, либо соответствующими модулями (процедурами) в статистических программах. Пример: для проведения эксперимента из 100 подопытных животных необходимо отобрать 10 особей. Конечно, исследователь может отобрать тех животных, которые первыми выбегут из клетки после открывания дверцы. Но, в этом случае он должен будет понимать, что его отбор является довольно субъективным и не лишен скрытых систематических ошибок. В результате этого выборка может неадекватно отражать свойства генеральной совокупности или опытная и контрольная группы животных могут оказаться изначально неоднородными, что будет влиять на результаты эксперимента. Чтобы произвести действительно простой случайный отбор, необходимо создать равную вероятность для всех животных быть включенными в выборку. Для этого исследователь предварительно может пронумеровать (от 1 до 100) всех животных (генеральная совокупность) и для отбора воспользоваться таблицей случайных чисел.

Случайные числа (по: Лакину, 1990) 3393; 6270; 4228; 60694; 9407; 1865; 8549; 3217; 2351; 8410; 9108; 2330; 2157; 7416; 0388; 6173; 1703; 8132; 9065; 6717; 789; 3590; 2502; 5945; 3402; 0491; 4328; 2365; 6175; 7695; 9085; 6307; 6910; 9174; 1753; 1797; 9229; 3422; 9861; 8357; 2638; 2908; 6368; 0398; 5495; 3283; 0031; 5955; 6544; 3883; 28

Случайные числа – это последовательность чисел, выбранных из некоторой генеральной совокупности чисел при помощи какого-нибудь случайного процесса (жеребьевка). Из таблицы необходимо отобрать 10 чисел, не превышающих значение 100 (т. к. в нашем случае $N = 100$). Просматривание таблицы можно начинать в любом месте и вести в произвольном направлении. Допустим, мы начнем с первого столбца таблицы и будем двигаться последовательно сверху вниз, учитывая 2 последних цифры четырехзначных чисел. В итоге животных под номерами 93, 8, 91, 85, 38, 70, 30, 90, 7, 28 необходимо будет отобрать для эксперимента. Более удобный способ составления случайных выборок исследователь может найти, открыв табличный процессор MS EXCEL: в меню «Сервис» нужно выделить строку «Анализ данных», найти процедуру «Выборка» и щелкнуть на кнопку ОК.

Общий вид меню пакета «Анализ данных» и диалоговое окно процедуры «Выборка» В диалоговом окне процедуры «Выборка» необходимо лишь установить «Случайный метод выборки», мышкой указать «Входной интервал» (столбец электронной таблицы с порядковыми номерами животных) и ввести объем выборки в поле «Число выборок» (в нашем примере 10). Необходимо отметить, что данная процедура реализует повторную случайную выборку, поэтому заранее полезно указывать немного больший объем выборки, чем требуется отобрать для исключения повторяющихся объектов. Не менее удобным для целей формирования выборок является модуль Рандомизация статистической программы

АТТЕСТАТ. Диалоговое окно модуля «Рандомизация» К примеру, с помощью данного модуля можно случайным образом распределять объекты в контрольные и опытные группы. Простой случайный отбор имеет преимущества в тех случаях, когда объем генеральной совокупности не слишком велик. Но каким образом можно создать равную вероятность попадания в выборку единиц наблюдения, если исследователь имеет дело, например, с породой. Предварительно отловить и пронумеровать всех особей для того, чтобы произвести простой случайный отбор, явно не получится. В этом случае можно использовать отбор второго типа.

2. Отбор, при котором генеральная совокупность разбивается на части:

А. Серийный отбор – генеральную совокупность предварительно делят на классы (серии), затем из общего количества серий случайным способом отбирают несколько серий для сплошного изучения. Подобный вариант отбора следует применять при работе с относительно однородными объектами исследования (группы испытуемых животных одинакового возраста, при работе с пчёлами). Пример, необходимо составить выборку из пчёл пасеки. Предварительно нужно разбить всю площадь пасеки на пробные ульи, присвоить им порядковые номера и с помощью уже известных нам способов случайным образом отобрать ряд пробных улей, на которых можно произвести сплошное обследование по учету пчёл.

Б. Типический отбор – генеральная совокупность делится на несколько классов (типических групп), а затем случайным образом делается выборка из каждой отдельной типической группы (т. е. в отличие от серийного отбора сплошного изучения каждой типической группы не производится). Используется этот способ с успехом в тех случаях, когда исследуемые объекты неравномерно распределены в определенном объеме или на определенной территории. Пример: необходимо установить размерновозрастную структуру популяции ящерицы живородящей на определенной территории, включающей различного типа лесные и луговые участки, вырубки, дороги и т. д. Для получения репрезентативной выборки всю территорию нужно поделить на ряд типических групп (участки леса, луг, опушки, вырубка, обочины дорог), в наибольшей степени различающихся между собой. Затем каждую типическую группу можно разбить на ряд пробных площадок, случайным способом выбрать в каждой группе несколько таких площадок, на которых и произвести отлов животных. Таким образом, общий объем выборки будет включать особи из каждой типической группы, что обеспечит репрезентативное описание всей генеральной совокупности.

В. Механический отбор – генеральная совокупность «механически» делится на столько групп, сколько объектов должно войти в выборку, а из каждой группы отбирается один объект. Пример: при обследовании посева ржи на урожайность намечено отобрать 100 колосьев. Следовательно, поле ржи можно разбить на 100 равных делянок и с каждой случайным образом отобрать по 1 растению; при изучении особенностей вида можно отлавливать каждый пятый, десятый и т. п. экзemplя животного данного вида на маршруте. В последнем случае, однако, нужно следить за тем, чтобы алгоритм составления выборки не совпадал с каким-либо

периодическим процессом в природе, способным повлиять на репрезентативность выборки.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины осуществляется в виде зачета. Зачет проводится по билетам.

Перечень вопросов к зачету

1. Роль математических методов в биологии.
2. История возникновения биометрии как науки.
3. Понятие о статистической совокупности.
4. Понятие об объеме совокупности.
5. Понятие о признаке.
6. Классификация изучаемых признаков и их свойства.
7. Понятие о генеральной совокупности и выборке.
8. Основные свойства выборки.
9. Способы отбора выборок из генеральной совокупности.
10. Понятие о статистических рядах.
11. Типы статистических рядов.
12. Способы представления материалов исследований.
13. Средние значения величин.
14. Степенные средние величины.
15. Структурные (нестепенные) средние величины.
16. Программное обеспечение для расчета выборок.
17. Показатели изменчивости признака.
18. Понятие о вероятности события.
19. Закон распределения.
20. Виды распределения.
21. Понятие асимметрии и эксцесса распределения.
22. Биномиальное распределение
23. Стандартная ошибка среднего значения.
24. Метод сравнения для проверки статистических гипотез.
25. Достоверность выборочной разности. Нулевая и альтернативная гипотезы. Понятие критерия достоверности.
26. Классификация критериев достоверности.
27. Браковка выбросов и критерии исключения.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный аграрный университет»
Направление подготовки: 36.04.02 Зоотехния
Профиль: Производство и переработка продукции животноводства
Название кафедры: «Зоотехния»
Дисциплина: «Математические методы в биологии»

Билеты к зачету
Билет 1

1. Роль статистических методов в биологии.
2. Типы статистических рядов.

Составитель _____ Земскова Н.Е.

Зав. кафедрой _____ Карамаев С.В.

« ____ » _____ 20 ____ года

Пример эталонного ответа на вопросы билета

Вопрос 1. Роль математических методов в биологии.

Значимость математических методов в биологии определяется как самим характером современных исследований в этих областях, так и естественными свойствами объектов изучения. Основной метод современной биологии – количественный. Качественная интерпретация изучаемых явлений и процессов давно перестала быть достаточным и надежным инструментом для подтверждения или опровержения выдвигаемых гипотез, доказательства теоретических положений, установления причинно-следственных зависимостей, определения влияния факторов среды на свойства живых систем. Большинство современных биологических исследований имеет дело с «лавиной» чисел, через которые выражаются данные о размерах, весе, возрасте, численности, биомассе, плодовитости организмов, продуктивности экосистем, урожайности сортов, концентрации веществ, соотношении между признаками, дозами факторов, различными количественными показателями и числовыми характеристиками. На этот кажущийся первоначально хаотичным набор первичной числовой информации накладываются свойства самих объектов изучения, усиливающие разброс данных, в частности широкая изменчивость живых систем.

Современные математические методы оказываются столь полезными при обработке численных данных в биологии именно потому, что они основаны на признании изменчивости и обладают мощными средствами её учета. В итоге, в кажущемся хаосе полученных цифр вдруг открываются конкретные закономерности, которые требуют объективной оценки.

Подтверждение существования закономерного в видимом хаосе изменчивости достигается посредством использования методов статистического анализа. Применение прикладных методов статистики к сложным живым системам способствовало появлению нового направления в биологических науках и математике, которое получило название «биометрия». Кроме данного общепризнанного термина, использовались и используются другие – биометрика, вариационная статистика, биологическая статистика, биоматематика, в последнее время - компь-

ютерная биометрия. Однако какие бы термины и громкие словосочетания ни применялись, суть данного научного направления остается фактически одной и той же – статистическая, математическая обработка результатов наблюдений и экспериментов в биологических науках, с целью отделения закономерного от случайного, оценки разнообразных связей и зависимостей между биологическими явлениями, поиска причин, определения влияния фактора и т. д.

Некоторые исследователи определяют биометрию как направление, опирающееся на индуктивный подход, идущий от конкретных эмпирических данных и фактов к теоретическим обобщениям. Путь от «эмпирики» к общим теориям «обслуживается» биометрическими методами, поэтому биометрию принято считать средством эмпирического познания природы. В основе биометрии лежат такие разделы математики, как теория вероятностей и математическая статистика.

Другой путь называется дедуктивным подходом, при котором на первое место выдвигаются математические модели, основанные на теоретических обобщениях, с последующей проверкой моделей опытом. Этот путь «обслуживается» так называемой математической биологией, исследующей теоретические проблемы с помощью математического моделирования. Характерной особенностью биометрии является применимость её методов не к единичным фактам, а только к их совокупностям, к массовым явлениям. Именно в сфере массовых случайных явлений обнаруживаются закономерности, не свойственные единичным объектам. В этом плане область приложения статистических методов в биологии и экологии очень значительна, так как многие биологические явления массовы по своей природе – в них участвуют не одна клетка, не одна особь, не одна бактерия, не один вид или популяция, а их совокупности, взаимодействующие между собой. Осуществление событий в таких совокупностях может быть оценено вероятностями. Такие проблемы, как изменчивость морфологических, физиологических признаков животных и растений, возрастная изменчивость органов у человека, установление влияния экологических факторов, количественный учет организмов, классификационные построения в систематике, изучение наследственности в генетике, индивидуальный рост организмов, популяционная динамика численности, особенности сукцессии (последовательная, закономерная смена одного сообщества (фитоценоза другим) экосистем, могут изучаться лишь с помощью математических и математико-статистических методов. С другой стороны, не всякое исследование в биологии и экологии должно и может опираться на биометрию, многие великие открытия были сделаны без использования количественных методов анализа. Но в тех областях биологических наук, где исследования проводятся на основе измерений и подсчетов, игнорирование статистической обработки полученного исследователем материала может привести к мало убедительным или даже ошибочным выводам. Напротив, корректное применение биометрических методов увеличивает доказательность сделанных заключений, помогает правильно планировать эксперименты, выявлять скрытые закономерности и правильно их интерпретировать, устанавливая причины наблюдаемых явлений, отделять их от следствий, выделять из множества воздействующих на явление факторов наиболее важные, измерять силу их влияния, дает возможность получить точную количественную характеристику изменчивости исследуемых показателей, оценить достоверность проверяемой гипотезы, определить степень различий между признаками. Несмотря на ценность применения методов математики в биологии, существуют некоторые опасности, от которых следует предостеречь студентов и начинающих исследователей.

Первая из них – это механическое использование количественных методов анализа в исследованиях, без понимания их сути и приложимости к тем или иным биологическим явлениям и экологическим процессам. Очень важно знать и учитывать особенности и условия применения тех или иных статистических процедур, поскольку любой метод имеет свои ограничения. Без учета этих ограничений применение соответствующего метода становится математически неправомерно, это приводит к фальсификации результатов и выводов научной работы, к отклонению проверяемой гипотезы там, где на самом деле её нужно было бы принять, к установлению влияния фактора, который в реальности не влияет, к подтверждению не существующих связей между элементами системы. Описанные фальсификации могут возникать при формаль-

ном применении биометрических методов с целью создать лишь видимость строгой научности в той или иной исследовательской работе. Вторая опасность связана с широко распространенным мнением о том, что математическая обработка данных может если не полностью учесть, то свести к минимуму те технические, организационные и методические ошибки, которые возникли при проведении исследования. На это часто надеются недобросовестные исследователи. Данное мнение глубоко ошибочно, статистические методы можно с равным успехом применять как к верным данным, так и к неправильно полученным. В данном случае работает принцип: «что посеешь, то и пожнешь». Поэтому биометрию можно сравнить с жерновом, «который всякую засыпку смелет, но ценность помола определяется исключительно ценностью засыпанного».

Вопрос 2. Типы статистических рядов.

Математическая обработка собранных данных начинается с построения так называемых статистических рядов, представляющих собой набор числовых значений признака, расположенных в определенном порядке. Рассмотрим более подробно типы статистических рядов.

1. Ранжированный ряд – одинарный ряд, в котором значения признака располагаются в возрастающем (или убывающем) порядке. Пример: имеется набор цифр: 34342543345. Из них: 23333444455 – ранжированный ряд. Значение ряда: можно определить размах изменчивости признака (от 2 до 5), наиболее часто встречающееся значение (3 и 4), подготовительный этап для построения вариационного ряда.

2. Вариационный ряд (ряд распределения) – двойной ряд чисел, отражающий соотношение ранжированных значений признака с частотой их встречаемости в данной выборке. Другими словами, вариационный ряд – это двойной ряд чисел, состоящий из классов и частот встречаемости значений признака. Пример: 23333444455 – ранжированный ряд, 2;3;445 – значения признака, 1442 – частота встречаемости. Значение вариационного ряда – он позволяет определить закономерность варьирования (закон распределения) изучаемого признака. В зависимости от того, в каком диапазоне и как варьирует признак – дискретно или непрерывно, – статистическая совокупность может распределяться в безынтервальный или интервальный вариационные ряды. Тип вариационного ряда можно определить по формуле (Лакин, 1990): $\lambda(K) = X_{\max} - X_{\min} / k$, где λ – ширина классового интервала, X_{\max} ; X_{\min} – максимальное и минимальное значение выборки, k – число классов, на которые следует разбить вариацию признака.

Рассчитывается по формуле Стерджеса: $k = 1 + 3.32 \lg(n)$, где n – объем выборки. Таким образом, если $\lambda = 1$ или $\lambda \approx 1$, то строится безынтервальный ряд, если $\lambda \neq 1$, то строится интервальный ряд. Если признак варьирует дискретно и в узких границах ($\lambda = 1$ или $\lambda \approx 1$), то строится безынтервальный вариационный ряд. Рассмотрим данные о количестве птенцов в гнездах древесной ласточки *Tachycineta bicolor* (Рокицкий, 1973): 4 6 6 4 5 5 5 5 5 5 1 4 5 4 5 4 5 5 7 4 6 6 5 6 4 4 5 6 5 5 4 2 6 4 6 2 5 6 5 5 4. Данный признак является дискретным и $\lambda \approx 1$, значит достаточно подсчитать встречаемость конкретных значений, не разбивая их на классовые интервалы. Искомый безынтервальный вариационный ряд будет выглядеть следующим образом: Количество птенцов Частота встречаемости 1- 1; 2 – 2; 4 – 11; 5 – 18; 6 – 9; 7 – 1.

Интервальный ряд. Интервальный вариационный ряд применяется, если изучаемый признак изменяется непрерывно ($\lambda \neq 1$) или значения дискретного признака, варьирующего в широких пределах, имеют малую повторяемость.

Например, в воде мелководного озера Неро (Ярославская область) в течение года были измерены концентрации общего фосфора (в мкг/л): 46; 41; 153; 98; 140; 95; 208; 88; 65; 108; 60; 41; 179; 320; 176; 118; 191; 108; 62; 91; 90; 66; 189; 274; 170; 95; 62; 108; 45; 58; 90; 83; 202; 134; 166; 82; 117; 62; 91; 37; 80; 45; 111; 83; 120; 108; 91; 241; 90; 66; 163; 110; 117; 91; 180; 104; 91; 134; 92; 83.

Для построения интервального вариационного ряда с начала весь диапазон изменчивости концентраций общего фосфора разбивается на серию равных классовых интервалов, затем подсчитывается, сколько вариантов попало в каждый интервал. Число классов зависит от вели-

чины выборки: если число вариант 30-60 – число классов 6-8; если 61-99 – 7-8; если 100 и более – 9-12.

В нашем примере величина классового интервала $\lambda = 41$, число классовых интервалов $k = 7$, $\lambda(K) = 320-37/7=40,4 \approx 41$. соответственно вариационный ряд имеет вид: Классовые интервалы концентраций (мкг/л); 37–78; 78.1–119; 119.1–160; 160.1–201; 201.1–242; 283.1–324.

Частота встречаемости 14; 28; 5; 8; 3; 1; 1.

3. Временной ряд (ряд динамики) – двойной ряд чисел, отражающий варьирование вариант изучаемого признака во времени (по годам, месяцам, дням, часам). Пример: сезонные изменения биомассы фитопланктона в озере можно охарактеризовать следующим временным рядом 2; 11; 6; 1; 20; 30; 10; 2 – биомасса фитопланктона (мг/л), III IV V VI VII VIII IX X – месяцы.

4. Эмпирический ряд регрессии – двойной ряд чисел, отражающий связь между значениями сопряженных признаков. Пример: в 2011 г. в районе биостанции «Улейма» студентами ЯрГУ были получены следующие данные о численности насекомых-опылителей на пробной площадке (X) и температуре воздуха в периоды учета насекомых (Y): X: 17 19 59 114 94 78 78 64 78 48 35 36 5 5 11; Y: 17 16.8 23.8 25.6 27 24.7 21.8 22.7 23.1 21.8 20.3 19 15 14.5 18.8

8.3. Критерии оценивания уровня сформированности компетенций

Критерии оценки к зачету.

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 2-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время зачета. Ответ студента на зачете квалифицируется «зачтено», «не зачтено».

Шкала оценивания зачета

| Результат зачета | Критерии (дописать критерии в соответствии с компетенциями) |
|------------------|---|
| «зачтено» | Ответ обучающегося на вопрос должен быть полным и развернутым, ни в коем случае не зачитываться дословно, содержать четкие формулировки всех определений, касающихся указанного вопроса, подтверждаться фактическими примерами. Такой ответ должен продемонстрировать знание обучающимся материала лекций, базового учебника и дополнительной литературы. |
| «не зачтено» | Ответ обучающегося на вопрос содержит неправильные формулировки основных определений, прямо относящихся к вопросу, или обучающийся вообще не может их дать, как и подтвердить свой ответ фактическими примерами. Такой ответ демонстрирует незнание материала дисциплины. |

8.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений, навыков, характеризующая этапы формирования компетенций по дисциплине «Математические методы в биологии» проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Контроль текущей успеваемости обучающихся – текущая аттестация – проводится в ходе семестра с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний; формирования у них умений и навыков; своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по ее корректировке; совершенствованию методики обучения; организации учебной работы и оказания обучающимся индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков обучающихся:

- на занятиях (опрос, обсуждение результатов лабораторных работ);
- по результатам проверки качества конспектов лекций и иных материалов;
- по результатам отчета обучающихся в ходе индивидуальной консультации преподавателя, проводимой в часы самоподготовки, по имеющимся задолженностям.

Контроль за выполнением обучающимися каждого вида работ может осуществляться поэтапно и служит основанием для предварительной аттестации по дисциплине.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится с целью выявления соответствия уровня теоретических знаний, практических умений и навыков по дисциплине требованиям ФГОС по направлению подготовки в форме экзамена.

Зачет проводится после завершения изучения дисциплины в объеме рабочей учебной программы. Форма проведения зачета производится устно – по билетам.

Форма контроля по дисциплине включает в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень освоения обучающимися знаний и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и навыков.

Процедура оценивания компетенций, обучающихся основана на следующих стандартах:

1. Периодичность проведения оценки (на каждом занятии).
2. Многоступенчатость: оценка (как преподавателем, так и обучающимися группы) и самооценка обучающегося, обсуждение результатов и комплекса мер по устранению недостатков.
3. Единство используемой технологии для всех обучающихся, выполнение условий сопоставимости результатов оценивания.
4. Соблюдение последовательности проведения оценки: предусмотрено, что развитие компетенций идет по возрастанию их уровней сложности, а оценочные средства на каждом этапе учитывают это возрастание.

Краткая характеристика процедуры реализации текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине для оценки компетенций обучающихся представлена в таблице:

| № п/п | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика процедуры оценивания компетенций | Представление оценочного средства в фонде |
|-------|----------------------------------|--|---|
| 1 | Устный опрос | Устный опрос по основным терминам может проводиться в начале/конце лабораторного или практического занятия в течение 15-20 мин. Либо устный опрос проводится в течение всего практического занятия по заранее выданной тематике. Выбранный преподавателем обучающийся может отвечать с места либо у доски. | Вопросы по темам/разделам дисциплины |
| 2 | Зачет | Проводится согласно графику учебного процесса. При выставлении оценок учитывается уровень приобретенных компетенций обучающегося. Компонент «знать» оценивается теоретическими вопросами по содержанию дисциплины, компоненты «уметь» и «владеть» - практикоориентированными заданиями. | Комплект вопросов к зачету |