

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Мурманский арктический государственный университет»
(ФГБОУ ВО «МАГУ»)**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.ДВ.2.2 Математические методы обработки экспериментальных данных
в области биологии**

(шифр дисциплины и название в строгом соответствии
с федеральным государственным образовательным стандартом и учебным планом)

**образовательной программы
по направлению подготовки магистратуры
06.04.01 Биология (магистерская программа: Общая биология)**

(код и наименование направления подготовки
с указанием профиля (наименования магистерской программы))

очная форма обучения

форма обучения

Составитель(и): Икко Н.В., к.б.н.,
доцент кафедры естественных наук

Утверждено на заседании Ученого совета
университета
Протокол № 9 от 18.05.2016 г.

Структура рабочей программы дисциплины (модуля).

1. Наименование дисциплины (модуля): Б1.В.ДВ.2.2 Математические методы обработки экспериментальных данных в области биологии

2. Аннотация к дисциплине.

| | |
|--|-------------------|
| Направление подготовки | 06.04.01 Биология |
| Магистерская программа | Общая биология |
| Степень | магистр |
| Форма обучения | Очная |
| Курс | 2 курс |
| семестр(ы) изучения | 3 семестр |
| Количество зачетных единиц (кредитов) | 2 |
| Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) | Зачет |
| Количество часов всего, из них: | 72 |
| лекционные | 6 |
| лабораторные | - |
| практические | 16 |
| СРС | 50 |
| на экзамен/зачет | - |

Цели освоения дисциплины

Основной целью дисциплины «Математические методы обработки экспериментальных данных в области биологии» является овладение студентами необходимым и достаточным уровнем компетенций для решения задач в различных областях профессиональной, научной, культурной и бытовой сфер деятельности на основе изучения приемов математической обработки результатов полевых и лабораторных экспериментов и наблюдений.

Результаты освоения дисциплины (модуля)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать общепрофессиональными (ПК) компетенциями:

ОПК-7: готовность творчески применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основы биостатистики;
- методы, позволяющие выявлять количественные закономерности в биологических явлениях;
- правила корректного представления результатов исследований коллегам.

Уметь:

- самостоятельно планировать экспериментальное биологическое исследование;
- самостоятельно проводить анализ экспериментальных данных;

- выполнять статистические расчеты при камеральной обработке биологических проб;
- использовать компьютерную технику при камеральной обработке биологических проб ;
- применять универсальные пакеты прикладных компьютерных программ при статистической обработке экспериментальных данных;
- математически правильно оформлять статьи биологического и экологического содержания, критически анализировать представляемые в публикациях данные.

Владеть:

- основной терминологией биологической статистики;
- методами обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации.

Краткое содержание дисциплины

Содержание дисциплины посвящено ознакомлению с основными методами статистического анализа (выборочным методом, способами оценки генеральных параметров, критериями достоверности оценок, способами проверки гипотез о распределении, дисперсионным, корреляционным, регрессионным анализами). Особое место в курсе уделяется вопросам планирования экспериментальных биологических исследований.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать общепрофессиональными компетенциями (ПК):

ОПК-7: готовность творчески применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основы биostatистики;
- методы, позволяющие выявлять количественные закономерности в биологических явлениях;
- правила корректного представления результатов исследований коллегам.

Уметь:

- самостоятельно планировать экспериментальное биологическое исследование;
- самостоятельно проводить анализ экспериментальных данных;
- выполнять статистические расчеты при камеральной обработке биологических проб;
- использовать компьютерную технику при камеральной обработке биологических проб;
- применять универсальные пакеты прикладных компьютерных программ при статистической обработке экспериментальных данных;
- математически правильно оформлять статьи биологического и экологического содержания, критически анализировать представляемые в публикациях данные.

Владеть:

- основной терминологией биологической статистики;
- методами обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации.

4. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина входит в вариативную часть блока «Дисциплины» и читается в третьем семестре. Освоению курса «Математические методы обработки экспериментальных данных в области биологии» предшествует изучение дисциплины «Компьютерные технологии в науке и образовании». Знания, умения и навыки, полученные при изучении курса «Математические

методы обработки экспериментальных данных в области биологии», используются студентами для обработки экспериментальных данных в рамках выполнения магистерской диссертации.

- 5. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.**

| Курс | Семестр | Трудоемкость в ЗЕТ | Общая трудоемкость (час.) | Контактная работа | | | Всего контактных часов | Из них в интерактивной форме | Кол-во часов на СРС | Форма контроля |
|------|---------|--------------------|---------------------------|-------------------|----|----|------------------------|------------------------------|---------------------|----------------|
| | | | | ЛК | ПР | ЛБ | | | | |
| 2 | 3 | 2 | 72 | 6 | 16 | - | 50 | 10 | 50 | Зачет |

- 6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий.**

| № п/п | Наименование темы (раздела) | Контактная работа (час.) | | | Всего контактных часов | Из них в интерактивной форме | Кол-во часов на СРС |
|-------|--|--------------------------|----|----|------------------------|------------------------------|---------------------|
| | | ЛК | ПР | ЛБ | | | |
| 1. | Описательная статистика | 1 | 2 | - | 3 | 1 | 7 |
| 2. | Выборочный метод и оценка генеральных параметров | 1 | 2 | - | 3 | 1 | 7 |
| 3. | Критерии достоверности оценок | 1 | 2 | - | 3 | 1 | 7 |
| 4. | Дисперсионный анализ | 1 | 2 | - | 3 | 1 | 7 |
| 5. | Корреляционный анализ | 1 | 2 | - | 3 | 1 | 7 |
| 6. | Регрессионный анализ | 1 | 2 | - | 3 | 1 | 7 |
| 7. | Вопросы планирования исследований | - | 4 | - | 4 | 4 | 8 |
| | Итого: | 6 | 16 | - | 22 | 10 | 50 |

- 7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).**

| № п/п | Наименование темы (раздела) | Кол-во часов на СРС | Наименование учебно-методического обеспечения |
|-------|-----------------------------|---------------------|---|
|-------|-----------------------------|---------------------|---|

| | | | |
|----|---|----|--|
| 1. | Описательная статистика | 7 | Вопросы для коллективного обсуждения к практическому занятию по теме «Основные статистические характеристики и вариационных рядов» |
| 2. | Выборочный метод и оценка генеральных параметров. | 7 | Вопросы для коллективного обсуждения к практическому занятию по теме «Выборочный метод и оценка генеральных параметров» |
| 3. | Критерии достоверности оценок. | 7 | Вопросы для коллективного обсуждения к практическому занятию по теме «Критерии достоверности оценок» |
| 4. | Дисперсионный анализ. | 7 | Вопросы для коллективного обсуждения к практическому занятию по теме «Дисперсионный анализ» |
| 5. | Корреляционный анализ. | 7 | Вопросы для коллективного обсуждения к практическому занятию по теме «Корреляционный анализ» |
| 6. | Регрессионный анализ. | 7 | Вопросы для коллективного обсуждения к практическому занятию по теме «Регрессионный анализ» |
| 7. | Вопросы планирования исследований. | 8 | Вопросы для коллективного обсуждения к практическому занятию по теме «Планирование исследований» |
| | Итого: | 50 | |

8. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю):

Общие сведения

| | | |
|----|---|--|
| 1. | Кафедра | <i>Естественных наук</i> |
| 2. | Направление подготовки | <i>06.04.01 Биология</i> |
| 3. | Дисциплина (модуль) | <i>Б1.В.ДВ.2.2 Математические методы обработки экспериментальных данных в области биологии</i> |
| 4. | Количество этапов формирования компетенций (разделы, темы дисциплины) | 7 |

Перечень компетенций

| |
|---|
| ОПК-7: готовность творчески применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач. |
|---|

Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования

| Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины) | Формируемая компетенция | Критерии и показатели оценивания компетенций | | | Формы контроля сформированности и компетенции |
|--|-------------------------|--|--|--------------------------|---|
| | | Знать: | Уметь: | Владеть: | |
| Описательная статистика | ОПК-7 | – основы биостатистики; | – выполнять статистические расчеты при | – основной терминологией | Решение задач на практических занятиях. |

| | | | | | |
|--|-------|---|---|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> – методы, позволяющие выявлять количественные закономерности в биологических явлениях. | <ul style="list-style-type: none"> – камеральной обработке биологических проб; – использовать компьютерную технику при камеральной обработке биологических проб; – применять универсальные пакеты прикладных компьютерных программ при статистической обработке экспериментальных данных. | <ul style="list-style-type: none"> – биологической статистики; – методами обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации. | Тестирование. |
| Выборочный метод и оценка генеральных параметров | ОПК-7 | <ul style="list-style-type: none"> – основы биostatистики; – методы, позволяющие выявлять количественные закономерности в биологических явлениях. | <ul style="list-style-type: none"> – выполнять статистические расчеты при камеральной обработке биологических проб; – использовать компьютерную технику при камеральной обработке биологических проб; – применять универсальные пакеты прикладных компьютерных программ при статистической обработке экспериментальных данных. | <ul style="list-style-type: none"> – основной терминологией биологической статистики; – методами обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации. | Решение задач на практических занятиях. Тестирование. |
| Критерии достоверности оценок | ОПК-7 | <ul style="list-style-type: none"> – основы биostatистики; – методы, позволяющие выявлять количественные закономерности в биологических | <ul style="list-style-type: none"> – выполнять статистические расчеты при камеральной обработке биологических проб; – использовать компьютерную технику при камеральной обработке биологически | <ul style="list-style-type: none"> – основной терминологией биологической статистики; – методами обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и | Решение задач на практических занятиях. Тестирование. |

| | | | | | |
|-----------------------|-------|---|---|--|--|
| | | явлениях. | <ul style="list-style-type: none"> – применять универсальные пакеты прикладных компьютерных программ при статистической обработке экспериментальных данных. | лабораторной биологической информации. | |
| Дисперсионный анализ | ОПК-7 | <ul style="list-style-type: none"> – основы биостатистики; – методы, позволяющие выявлять количественные закономерности в биологических явлениях. | <ul style="list-style-type: none"> – выполнять статистические расчеты при камеральной обработке биологических проб; – использовать компьютерную технику при камеральной обработке биологических проб; – применять универсальные пакеты прикладных компьютерных программ при статистической обработке экспериментальных данных. | <ul style="list-style-type: none"> – основной терминологией биологической статистики; – методами обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации. | Решение задач на практических занятиях. Тестирование. |
| Корреляционный анализ | ОПК-7 | <ul style="list-style-type: none"> – основы биостатистики; – методы, позволяющие выявлять количественные закономерности в биологических явлениях. | <ul style="list-style-type: none"> – выполнять статистические расчеты при камеральной обработке биологических проб; – использовать компьютерную технику при камеральной обработке биологических проб; – применять универсальные пакеты прикладных компьютерных программ при статистической обработке | <ul style="list-style-type: none"> – основной терминологией биологической статистики; – методами обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации. | Решение задач на практических занятиях. Тестирование. |

| | | | | | |
|-----------------------------------|-------|---|---|--|--|
| | | | экспериментальных данных. | | |
| Регрессионный анализ | ОПК-7 | <ul style="list-style-type: none"> – основы биostatистики; – методы, позволяющие выявлять количественные закономерности в биологических явлениях. | <ul style="list-style-type: none"> – выполнять статистические расчеты при камеральной обработке биологических проб; – использовать компьютерную технику при камеральной обработке биологических проб; – применять универсальные пакеты прикладных компьютерных программ при статистической обработке экспериментальных данных. | <ul style="list-style-type: none"> – основной терминологией биологической статистики; – методами обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации. | Решение задач на практических занятиях. Тестирование. |
| Вопросы планирования исследований | ОПК-7 | <ul style="list-style-type: none"> – основы биostatистики; – методы, позволяющие выявлять количественные закономерности в биологических явлениях; – правила корректного представления результатов исследований коллегам. | <ul style="list-style-type: none"> – самостоятельно планировать экспериментальное биологическое исследование; – самостоятельно проводить анализ экспериментальных данных; – математически и правильно оформлять статьи биологического и экологического содержания, критически анализировать представленные в публикациях данные. | <ul style="list-style-type: none"> – основной терминологией биологической статистики; – методами обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации. | Решение задач на практических занятиях. Тестирование. |

Шкала оценивания в рамках балльно-рейтинговой системы

«2» – 60 баллов и менее «3» – 61-80 баллов «4» – 81-90 баллов «5» – 91-100 баллов

Типовое контрольное задание (тест)

Примерные зачетные тестовые задания

Вариант 1

Из предложенных вариантов ответа выберите один.

1. Статистическая совокупность – это:
 - a. множество относительно однородных единиц изучаемого явления
 - b. множество изучаемых разнородных объектов
 - c. группа зафиксированных случайных событий

2. Закон больших чисел утверждает, что:
 - a. чем больше единиц охвачено статистическим наблюдением, тем хуже проявляется общая закономерность
 - b. чем меньше единиц охвачено статистическим наблюдением, тем лучше проявляется общая закономерность
 - c. чем больше единиц охвачено статистическим наблюдением, тем лучше проявляется общая закономерность

3. Наблюдения, охватывающие все члены изучаемой совокупности без исключения, называются:
 - a. сплошными
 - b. частичными
 - c. выборочными

4. Ошибка репрезентативности относится к:
 - a. полному наблюдению
 - b. сплошному наблюдению
 - c. выборочному наблюдению

5. К каким группировочным признакам относятся вес зерен, процент жира в молоке, число деревьев на делянке?
 - a. к количественным
 - b. к альтернативным
 - c. к качественным

6. Группировочные признаки, которыми одни единицы совокупности обладают, а другие - нет, классифицируются как:
 - a. количественные
 - b. альтернативные
 - c. атрибутивные

7. Случайный отбор вариант из генеральной совокупности называется:
 - a. рандомизацией
 - b. гомогенизацией
 - c. стандартизацией

8. Повторный отбор отличается от бесповторного тем, что:
 - a. отобранная однажды единица наблюдения возвращается в генеральную совокупность
 - b. отбор повторяется, если в процессе выборки произошел сбой
 - c. повторяется несколько раз расчет средней ошибки выборки

9. Требуется вычислить средний стаж деятельности работников фирмы: 6,5,4,6,3,1,4,5,4,5.

Какую формулу Вы примените?

- a. одной из структурных средних
- b. средней геометрической
- c. средней арифметической

10. Средняя геометрическая - это:

- a. корень из произведения индивидуальных показателей
- b. произведение корней из индивидуальных показателей
- c. корень из суммы индивидуальных показателей

11. Как изменится средняя арифметическая, если все варианты совокупности уменьшить в A раз?

- a. уменьшится в A раз
- b. увеличится в A раз
- c. не изменится

Сформулируйте краткий ответ:

12. Совокупность, из которой отбирают определенную часть ее членов для совместного изучения, называют ...

13. Отобранная тем или иным способом часть генеральной совокупности называется ...

14. Числовые показатели, характеризующие генеральную совокупность, называются ...

15. Числовые показатели, характеризующие выборку, называются ...

16. Величина отклонения выборочной характеристики от его генерального параметра называется ...

17. Отдельный член статистической совокупности называется ...

18. Двойной ряд чисел, показывающий, каким образом числовые значения признака связаны с их частотами в данной статистической совокупности, называется ...

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний

Ключи к примерным тестовым заданиям:

| Вопрос | Ответ |
|--------|-------|
| 1 | a |
| 2 | c |
| 3 | a |
| 4 | c |
| 5 | a |
| 6 | b |
| 7 | a |
| 8 | a |
| 9 | c |

| | |
|----|--|
| 10 | а |
| 11 | а |
| 12 | генеральной |
| 13 | выборочной |
| 14 | параметрами |
| 15 | характеристиками (статистиками) |
| 16 | статистической ошибкой |
| 17 | вариантой |
| 18 | вариационным рядом (рядом распределения) |

Вопросы к зачету/экзамену

1. Основные задачи вариационной статистики и ее значение в экспериментальной биологии.
2. Изменчивость и способы ее описания.
3. Сущность выборочного метода
4. Ранжирование. Частота признака.
5. Средняя арифметическая.
6. Дисперсия. Среднее квадратичное отклонение.
7. Степени свободы.
8. Коэффициент вариации.
9. Определение необходимого объема выборки.
10. Параметрические критерии достоверности оценок.
11. Непараметрические критерии достоверности оценок.
12. Определение достоверности эмпирических распределений.
13. Формы регрессии.
14. Коэффициенты корреляции и детерминации.
15. Типы корреляции.
16. Критерий существенности коэффициента регрессии.
17. Критерий существенности коэффициента корреляции.
18. Существенная разность выборочных средних.
19. Дисперсионный анализ: однофакторные комплексы.
20. Дисперсионный анализ: двухфакторные комплексы
21. Дисперсионный анализ: модель со случайными градациями факторов.
22. Дисперсионный анализ: модель с фиксированными градациями факторов.

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

Основная литература

1. Ванько В. И. Вариационное исчисление и оптимальное управление: учебник для студ. вузов / В. И. Ванько, О. В. Ермошина, Г. Н. Кувыркин; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. - Изд. 3-е, испр. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. - 488 с.
2. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для вузов / Гмурман В. Е. - 11-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2005. - 479 с.
3. Максимова О. В. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для студ. сред. спец. учеб. заведений / Максимова О. В. - 2-е изд. - М. : Дашков и К, 2007. - 320 с.
4. Пантелеев А. В. Вариационное исчисление в примерах и задачах: учеб. пособие для студ. вузов / А. В. Пантелеев. - М.: Высшая школа, 2006. - 272 с.
5. Цлаф Л. Я. Вариационное исчисление и интегральные уравнения: справочное руководство / Л. Я. Цлаф. - Изд. 3-е., стер. - СПб.: Лань, 2005. - 192 с.

Дополнительная литература

1. *Вариационное исчисление и вариационные принципы [Электронный ресурс] : 20 книг в PDF-формате / Арнольд В. И., Биркгоф Д., Бишоп Р., Гантмахер Ф. Р., Гриффитс Ф., Громол Д., Картан А., Краснов М. Л., Ланцош К., Парс Л. А., Полак Л. С., Ректорис К., Рунд Х., Синг Дж. Л., Стернберг С., Татаринев Я. В., Уиттекер Э., Фоменко А. Т., Цлаф Л. Я., Эльсгольц Л. Э. ; Лаб. "Компьютерные информационные технологии" (КИТ) ; НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика". - [Б. м.] : КИТ, 2005. - 1 электрон. опт. диск (CD-R).*
2. Глотов Н.В., Животовский Л.А., Хованов Н.В., Хромов-Борисов Н.Н. Биометрия. Л. 1982.
3. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию. – Петрозаводск, 2003. 304 с.
4. Казакова Г. Б. Статистика : учеб. пособие по дисц. "Математические методы в биологии" для аспирантов, обуч. по спец. 03.00.16 "Экология" и 03.00.32 "Биологические ресурсы" : [в 3 ч.] : Ч. 1 / Казакова Г. Б. ; Федер. агентство по рыболовству, Федер. ГОУВПО "Мурм. гос. техн. ун-т". - Мурманск : МГТУ, 2008. - 82 с.
5. Калацкая Л. В. Компьютерные технологии в математическом моделировании : пособие для студ. биол. факультета спец. 1-31 01 01 "Биология (по направл.)", 1-33 01 01 "Биоэкология" / Калацкая Л. В., Козлова Е. И., Новиков В. А. - Минск : БГУ, 2009. - 151 с.
6. Каменская М. А. Информационная биология : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по направл. подгот. бакалавров и магистров 020200 "Биология" и биол. специальностям / Каменская М. А. ; под ред. А. А. Каменского. - М. : Академия, 2006. - 368 с.
7. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: «Высшая школа», 1990. 351 с.
8. Пугачев В. С. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для студ. вузов / В. С. Пугачев. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 496 с.
9. Пузаченко Ю. Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях: учеб. пособие для студ. вузов. - М.: Академия, 2004. - 416 с.
10. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. – М.: МедиаСфера, 2002. 312 с.
11. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. – Минск: Вышэйш. школа, 1973. 319 с.
12. Сударев Ю. Н. Основы линейной алгебры и математического анализа : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по направл. "Биология" / Сударев Ю. Н., Першикова Т. В., Радославова Т. В. - М. : Академия, 2009. - 352 с.
13. *Статистика [Электронный ресурс]: электрон. учебник, презентации (анимация, звук), подроб. тренировоч. тесты, контрол. тесты, словарь терминов, персоналии / под ред. М. Г. Назарова. - Электрон. дан. и прог. - М.: КноРус: ИнфоФонд, 2008. - 1 электрон. опт. диск: зв., цв.*
14. *Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по направл. "Биология" / Мятлев В. Д., Панченко Л. А., Ризниченко Г. Ю., Терехин А. Т. - М. : Академия, 2009. - 320 с.*
15. Тимофеев С. Ф. Методы количественного анализа данных в экологических и гидробиологических исследованиях : метод. указ. к практ. занятиям / Тимофеев С. Ф. ; М-во образования РФ. - Мурманск : МГПИ, 2001. - 32 с.
16. Тихомиров В. Н. Методы анализа биологического разнообразия : пособие для студ. биол. факультета спец. 1-31 01 01 "Биология", 1-33 01 01 "Биоэкология" / Тихомиров В. Н. - Минск : БГУ, 2009. - 87 с.
17. Терентьев П.В., Ростова Н.С. Практикум по биометрии. ЛГУ. 1977
18. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Статистический анализ данных на компьютере. – М.: ИНФРА-М, 1998. 528 с.
19. Урбах В.Ю. Математическая статистика для биологов и медиков. – М.: Изд-во АН

СССР, 1963. 323 с.

20. Юнкеров В.И., Григорьев С.Г. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований. – СПб: ВМедА, 2002. 266 с.

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), необходимых для освоения дисциплины (модуля):

- электронные образовательные ресурсы (ЭОР)
- 1) <http://www.ievbran.ru/kiril/Article/A18/Kramar.html> - "ПРАКТИКУМ ПО МАТЕМАТИЧЕСКИМ МЕТОДАМ В ЭКОЛОГИИ" С.С. Крамаренко (Николаевский государственный технический университет)
- 2) Автоматический расчет T - критерия Вилкоксона - <http://www.psychol-ok.ru/statistics/wilcoxon/>
- 3) <http://www.psychol-ok.ru/statistics/student/> - автоматический расчет t-критерия Стьюдента
- 4) http://studlab.com/news/vychislenie_srednego_znachenija/2011-10-22-183 - вычисление среднего арифметического, среднего квадратичного отклонения и среднего геометрического
- 5) <http://math.semestr.ru/group/group.php> - показатели вариации (средняя, мода (в т.ч. и графическим способом), медиана, размах вариации, квартили, децили, квартильный коэффициент дифференциации, коэффициент вариации)
- 6) <http://math.semestr.ru/group/hypothesis-testing.php> - проверка гипотезы о виде распределения
- 7) <http://www.psychol-ok.ru/statistics/fisher/> - угловое преобразование Фишера
- 8) <http://www.infamed.com/stat/s04.html> - сравнение двух дисперсий по критерию Фишера
- 9) <http://www.psychol-ok.ru/statistics/pearson/> - χ^2 - критерий Пирсона
- 10) <http://www.infamed.com/stat/s02.html> - коэффициент вариации
- 11) <http://www.infamed.com/stat/s07.html> - максимум-критерий
- 12) http://www.spearman.ru/ru/correlation_analysis/spearman_rank_correlation_coefficient/calc - коэффициент корреляции Спирмена
- 13) <http://planetcalc.ru/527/> - коэффициент корреляции Пирсона
- 14) <http://www.psychol-ok.ru/statistics/student/> - t-критерий Стьюдента для независимых и зависимых выборок
- 15) <http://www.psychol-ok.ru/statistics/wilcoxon/> - t -критерий Вилкоксона
- 16) <http://www.infamed.com/stat/s03.html> - G критерий знаков
- 17) <http://www.psychol-ok.ru/statistics/mann-whitney/> - U-критерий Манна-Уитни
- 18) <http://chemstat.com.ru/node/22> - оценка однородности дисперсий по критерию Кохрена
- 19) <http://math.semestr.ru/corel/corel.php> - уравнение линейной регрессии
- 20) <http://math.semestr.ru/corel/noncorel.php> - уравнение нелинейной регрессии
- 21) <http://mathhelpplanet.com/static.php?p=onlayn-mnk-i-regressionny-analiz> - уравнение регрессии (линейная, степенная, квадратичная, кубическая, гиперболическая, показательная, логарифмическая, экспоненциальная)

- электронно-библиотечные системы (ЭБС), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.

Лицензионные ЭБС, предоставляющие возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет:

- 1). «Университетская библиотека онлайн»
<http://www.biblioclub.ru/>
- 2). ЭБС «IPRbooks»
<http://www.iprbookshop.ru/>
- 3). ЭБС «Айбукс»
<http://ibooks.ru/>

**11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).
Планы практических занятий**

Практическое занятие № 1

Тема: Основные статистические характеристики вариационных рядов (2 часа)

Цель занятия – знакомство со способами преобразования и визуализации экспериментальных данных, способами статистического описания выборки. Занятие направлено на формирование компетенций: ОПК-7.

Вопросы для коллективного обсуждения:

1. Как характеризовать структуру совокупности при количественных, порядковых и качественных признаках?
2. Какие две группы показателей позволяют характеризовать вариационные ряды?
3. Почему среднее арифметическое значение и стандартное отклонение являются основными характеристиками вариационного ряда?

Примеры заданий для самостоятельной работы:

1. Было подсчитано число лучей в хвостовых плавниках камбал.

53 51 52 55 56 49 51 52 54 56
 54 53 52 53 51 55 53 55 53 54
 51 51 56 54 54 53 54 54 55 53
 52 55 53 53 56 53 52 56 52 52
 56 55 50 54 49 54 54 55 54 55
 52 51 55 52 55 54 51 54 53 54
 54 56 54 55 53 53 56 55 54 53
 55 52 53 52 51 55 53 54 51 50
 53 54 55 52 55 52 53 50 53 52
 58 57 57 58 56 57 56 58 57 57

Составьте вариационный ряд и постройте полигон распределения. Вычислите \bar{x} , σ^2 , σ , моду, медиану, а также коэффициенты асимметрии и эксцесса для данного вариационного ряда.

2. Вес цыплят белых леггорнов (в г) за 2 месяца был следующим: 1-я неделя – 62,7; 2-я – 121,4; 3-я – 193,0; 4-я – 380,0; 5-я – 481,0; 6-я – 504,0; 7-я – 719,0; 8-я – 759,0. Определите, на сколько увеличился вес по неделям, и после этого вычислите средний привес по формуле средней геометрической.
3. Были установлены следующие показатели высоты в холке (в см):

| | \bar{x} | σ |
|-------------------|-----------|----------|
| Для телят | 60 | 3 |
| Для молодых коров | 100 | 5 |

Отличаются ли они по степени изменчивости?

4. Исследуется уровень летальности при различных формах острых гнойных деструкций легких. В хирургической клинике сформированы данные о количестве наблюдений и случаях летальности для трех форм острых гнойных деструкций легких:

| Номер группы | Форма заболевания | Число больных | Число летальных исходов |
|--------------|----------------------|---------------|-------------------------|
| 1 | Гнойный абсцесс | 140 | 4 |
| 2 | Гангренозный абсцесс | 48 | 11 |
| 3 | Гангрена доли | 8 | 3 |

Определите относительные величины частоты летальных исходов. Рассчитайте среднее квадратическое отклонение для абсолютных и относительных значений альтернатив.

Литература

Основная:

1. Пантелеев А. В. Вариационное исчисление в примерах и задачах: учеб. пособие для студ. вузов / А. В. Пантелеев. - М.: Высшая школа, 2006. - 272 с.

Дополнительная:

1. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию: Учеб. пособие/ Э.В. Ивантер, А.В. Коросов. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2003. – 304 с.
2. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: «Высшая школа», 1990. – 351 с.
3. Пузаченко Ю. Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях: учеб. пособие для студ. вузов. - М.: Академия, 2004. - 416 с.
4. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. – Минск: Вышэйш. школа, 1973. – 320 с.

Практическое занятие № 2

Тема: Выборочный метод и оценка генеральных параметров (2 часа)

Цель занятия – знакомство выборочным методом, со способами оценки генеральных параметров по выборочным характеристикам. Занятие направлено на формирование компетенций: ОПК-7.

Вопросы для коллективного обсуждения:

1. Понятия «выборочная совокупность» и «генеральная совокупность».
2. В чем заключается ошибка выборочности?
3. Как определить необходимый объем выборочной совокупности?
4. Что такое нормированное отклонение?
5. Какой процент особей укладывается в пределах $\pm 1\sigma$, $\pm 2\sigma$, $\pm 3\sigma$?
6. Какие вероятности считаются доверительными?
7. Что такое уровень значимости? Какая связь между уровнем значимости и вероятностью?

Примеры заданий для самостоятельной работы:

1. Средний процент жира в молоке за лактацию коров холмогорских помесей был следующим: 3,4; 3,6; 3,2; 3,1; 2,9; 3,7; 3,2; 3,6; 4,0; 3,4; 4,1; 3,8; 3,4; 4,0; 3,3; 3,7; 3,5; 3,6; 3,4; 3,8. Определите \bar{x} , σ и $\sigma_{\bar{x}}$. Установите доверительные интервалы для \bar{x} при вероятности 0,99; при вероятности 0,95.
2. На 400 растениях гибридной ржи первые цветки появились в среднем на 70,5 дня после посева. Среднее квадратическое отклонение было 6,9 дня. Определите среднюю ошибку для \bar{x} и доверительные интервалы при $P = 0,05$ и $P = 0,01$.
3. Пользуясь таблицей нормального интеграла вероятности, рассчитайте, какая доля вариант находится в вариационной кривой: а) между $-1,5\sigma$ и $+1,0\sigma$; б) между \bar{x} и $+2,6\sigma$; в) между \bar{x} и $-1,8\sigma$; г) между $+1\sigma$ и $2,8\sigma$; д) в интервале $\bar{x} \pm 1,65\sigma$; е) в интервале $\bar{x} \pm 0,68\sigma$; ж) за пределами $+2,2\sigma$; з) за пределами $\pm 2,4\sigma$.
4. Известно, что группа коров, охватывающая 10 тысяч голов, имеет по удою за лактацию $\bar{x} = 3200$ кг и $\sigma = 300$ кг. Сколько в группе может быть коров, удои которых за лактацию превышают 4100 кг? В каких пределах колеблются удои преобладающей части группы (70%) коров?
5. Выловленная в пруду рыба имела по весу $\bar{x} = 75$ г и $\sigma = 25$ г. Какова вероятность, что вес пойманных рыб будет: а) в пределах от 325 до 425 г; б) не более 400 г; в) не более 425 г; г) не менее 375 г; д) не менее 350 г?
6. При обследовании 150 взрослых мужчин средний рост был равен 167 см, а $\sigma = 6$ см. В каких пределах находится средняя арифметическая генеральной совокупности с вероятностью 0,99? С вероятностью 0,95?
7. Предполагается произвести выборочным методом определение среднего веса зерен партии пшеницы. Сколько зерен должна содержать выборочная совокупность, чтобы с вероятностью 0,95 отклонение полученного в выборке среднего веса зерен от среднего веса зерен во всей партии не превышало 0,001 г? В предыдущих обследованиях $\sigma = 0,05$ г.

Литература

Основная:

1. Пантелеев А. В. Вариационное исчисление в примерах и задачах: учеб. пособие для студ. вузов / А. В. Пантелеев. - М.: Высшая школа, 2006. - 272 с.

Дополнительная:

1. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию: Учеб. пособие/ Э.В. Ивантер, А.В. Коросов. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2003. – 304 с.
2. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: «Высшая школа», 1990. – 351 с.
3. Пузаченко Ю. Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях: учеб. пособие для студ. вузов. - М.: Академия, 2004. - 416 с.
4. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. – Минск: Вышэйш. школа, 1973. – 320 с.

Практическое занятие № 3

Тема: Критерии достоверности оценок (2 часа)

Цель занятия – знакомство со статистическими гипотезами и способами их проверки. Занятие направлено на формирование компетенций: ОПК-7.

Вопросы для коллективного обсуждения:

1. Объясните сущность нулевой гипотезы, приведите примеры.
2. Какие способы проверки принятой гипотезы вы знаете?
3. Опишите разницу между параметрическими и непараметрическими критериями достоверности.
4. Как оценивается достоверность разницы между средними арифметическими значениями?
5. Как формулируется нулевая гипотеза при сравнении двух средних арифметических?
6. В чем преимущества попарного сравнения данных? Приведите примеры.
7. Как оценивается достоверность разницы между вариансами?
8. В чем заключается нулевая гипотеза при сравнении вариантов?
9. Можно ли считать достоверным различие между вариансами, если фактическое значение F больше табличного? Если оно меньше табличного?

Примеры заданий для самостоятельной работы:

1. У серебристо-черных лисиц подмосковных совхозов было подсчитано количество желтых тел в яичниках:

| | | | | | | | | | | |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| В 1933—1935 гг. | 5 | 3 | 8 | 4 | 6 | 4 | 5 | 9 | 5 | |
| | 5 | 4 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 7 | 4 | |
| | 5 | 7 | 5 | 3 | 3 | 5 | 4 | 5 | 4 | |
| В 1959—1962 гг. | 6 | 7 | 4 | 5 | 5 | 6 | 7 | 5 | 6 | 8 |
| | 7 | 7 | 5 | 6 | 4 | 5 | 7 | 5 | 6 | 4 |
| | 5 | 7 | 6 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 5 |
| | 6 | 8 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 | 6 |
| | 5 | 9 | 8 | 8 | 5 | 8 | 5 | 6 | 7 | |

Достоверно ли различие по числу желтых тел на самку за два периода времени?

2. В опыте по откорму 15 баранов получали ежедневно в качестве подкормки по 5 г фосфорной муки, 15 других баранов примерно того же возраста, веса и происхождения были контрольными. Суточный привес был следующим (в г):

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Опытная группа | 234 | 277 | 214 | 201 | 174 | 167 | 184 | 157 | 196 | 173 | 190 | 191 | 141 | 150 | 191 |
| Контрольная группа | 183 | 154 | 175 | 159 | 157 | 189 | 198 | 165 | 176 | 124 | 173 | 182 | 204 | 151 | 147 |

3. Были получены следующие данные о весе тушканчиков (*Dipus aegyptius*):

| | | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Самцы | 186 | 190 | 165 | 182 | 182 | 182 | 180 |
| | 173 | 157 | 179 | 164 | 146 | 173 | 144 |
| | 156 | 156 | 165 | 160 | 160 | 161 | 144 |
| | 153 | 152 | 151 | 173 | | | |
| Самки | 162 | 163 | 190 | 188 | 147 | 146 | 145 |
| | 157 | 162 | 186 | 175 | 147 | 145 | 145 |
| | 155 | 174 | 180 | 148 | 175 | 145 | 144 |
| | 153 | 165 | 141 | 164 | | | |

Отличаются ли по весу самцы от самок? Сравните степень изменчивости этого признака у самцов и самок.

4. Для изучения влияния рационов с добавкой 10 мкг витамина В₁₂ на рост свиней было составлено попарно 16 групп, в каждой из которых было по 6 голов. Средние суточные привесы в фунтах (на 100 фунтов живого веса) представлены в следующей таблице:

| Рационы | Пары групп | | | | | | | |
|---------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| С В ₁₂ | 1,60 | 1,68 | 1,75 | 1,64 | 1,75 | 1,79 | 1,78 | 1,77 |
| Без В ₁₂ | 1,56 | 1,52 | 1,52 | 1,49 | 1,59 | 1,56 | 1,60 | 1,56 |
| <i>d</i> | 0,04 | 0,16 | 0,23 | 0,15 | 0,16 | 0,23 | 0,18 | 0,21 |

Какова достоверность разницы?

5. Сравнивали влияние мягкого и жесткого облучения на смертность яиц дрозофилы, при этом вычисляли разности средних и отмечали их знак. Группы яиц возраста 1-3 часа дали из общего числа 20 случаев 15 случаев «+» и 5 случаев «-» («+» – превышение смертности при мягком облучении над смертностью при жестком). А группы возраста 4-7 часов все 11 случаев – только «+». С помощью критерия знаков определите достоверность различий между воздействием мягких и жестких лучей.
6. На 10 парах крыс определяли биологическую ценность белков земляного ореха – сырого Р и жареного R. Пары данных (в условных единицах) были следующими: 61 – 55, 60 – 54, 56 – 47, 63 – 59, 56 – 51, 63 – 61, 59 – 57, 56 – 54, 44 – 63, 61 – 58. Достоверна ли разница? Какой метод можно применить для установления ошибки и разницы? На сколько изменятся результаты, если исключить отличающуюся от остальных пару данных 44 – 63? Достаточны ли полученные данные для того, чтобы можно было сделать какой-либо вывод?

Литература

Основная:

1. Пантелеев А. В. Вариационное исчисление в примерах и задачах: учеб. пособие для студ. вузов / А. В. Пантелеев. - М.: Высшая школа, 2006. - 272 с.

Дополнительная:

1. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию: Учеб. пособие/ Э.В. Ивантер, А.В. Коросов. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2003. – 304 с.
2. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: «Высшая школа», 1990. – 351 с.
3. Пузаченко Ю. Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях: учеб. пособие для студ. вузов. - М.: Академия, 2004. - 416 с.
4. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. – Минск: Вышэйш. школа, 1973. – 320 с.

Лабораторное занятие № 4

Тема: Практическое анализ (2 часа)

Цель занятия – знакомство с возможностями дисперсионного анализа для исследования влияния фактора на признак. Занятие направлено на формирование компетенций: ОПК-7.

Вопросы для коллективного обсуждения:

1. Что такое градации факторов? Какая разница между фиксированными и случайными градациями факторов?
2. Как установить достоверность влияния изучаемого фактора?
3. Какие параметры оценивают средние квадраты? В чем истинное значение показателя F при дисперсионном анализе?
4. В чем заключается иерархическая схема дисперсионного анализа? Как вычисляются F при иерархической схеме?
5. Как используются коэффициенты Q ?

Примеры заданий для самостоятельной работы:

1. Изучали продолжительность развития эмбрионов (в днях) кроликов разных пород:

| Породы | Продолжительность развития отдельных крольчат | | | | | | | | | |
|-------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Альбиносы | 30 | 36 | 31 | 30 | 34 | 32 | 34 | 32 | 33 | 32 |
| | 35 | 32 | 31 | 33 | 33 | 35 | 31 | 33 | 32 | 33 |
| Шиншилла | 31 | 32 | 30 | 34 | 32 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 |
| | 30 | 32 | 31 | 32 | 30 | 31 | 33 | 32 | 32 | 33 |
| Голландские | 30 | 29 | 30 | 31 | 30 | 30 | 30 | 31 | 31 | 31 |
| | 30 | 31 | 29 | 32 | 31 | 31 | 30 | 31 | 31 | 31 |
| Польские | 30 | 31 | 29 | 30 | 29 | 30 | 29 | 31 | 29 | 30 |
| | 30 | 30 | 31 | 30 | 30 | 30 | 31 | 30 | 31 | 30 |

Влияет ли породность на продолжительность развития эмбрионов кроликов?

2. В опытах по изучению влияния синэстрола в дозе 0,5 мг (инъекции масляного раствора и кристаллов) на вес яйцеводов пятисуточных цыплят получены следующие результаты (в мг):

| Группы | Вес отдельных яйцеводов | | | | | |
|------------------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Масляный раствор | 125 | 160 | 200 | 141 | 254 | 113 |
| Кристаллы | 23 | 40 | 130 | 122 | 44 | 120 |
| Контроль | 5 | 6 | 7 | 9 | | |

Примените метод дисперсионного анализа для установления влияния синэстрола. Сравните средние арифметические отдельных групп, пользуясь величиной статистической ошибки по данным дисперсионного анализа.

3. Изучали процент гемоглобина в крови кур разных пород:

| Породы | Отдельные наблюдения | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|----------------------|----|----|----|----|----|-------|----|----|----|----|----|----|
| | самцы | | | | | | самки | | | | | | |
| Итальянские | 87 | 92 | 86 | 91 | 90 | 93 | 90 | 53 | 59 | 50 | 52 | 62 | 60 |
| Куропатчатые | 91 | 90 | 88 | 89 | | | | 64 | 68 | 70 | 60 | | |
| Минорки | 85 | 82 | 85 | 86 | 89 | 84 | | 59 | 62 | 65 | 70 | 65 | 63 |
| Бентамы | 82 | 82 | 85 | | | | | 65 | 68 | 72 | | | |

Влияет ли породность и пол на процент гемоглобина?

4. Подсчитано количество желтых тел в яичниках серебристо-черных лисиц в течение ряда лет:

| Годы | Количество желтых тел у отдельных самок | | | | | | | | | |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1933—1935 | 4 | 5 | 6 | 6 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 | 5 |
| 1936—1938 | 5 | 4 | 3 | 6 | 6 | 5 | 6 | 5 | 5 | 5 |
| 1943—1947 | 4 | 7 | 4 | 5 | 6 | 5 | 5 | 6 | 5 | 5 |
| 1948—1949 | 8 | 5 | 6 | 4 | 5 | 5 | 7 | 6 | 6 | 5 |
| 1950—1952 | 5 | 8 | 7 | 6 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 6 |
| 1953—1955 | 5 | 5 | 7 | 5 | 7 | 6 | 6 | 6 | 8 | 6 |
| 1959—1962 | 6 | 6 | 5 | 7 | 5 | 7 | 6 | 8 | 6 | 6 |

Изменилось ли количество желтых тел за 30 лет?

5. Изучено количество водных насекомых в разные сезоны года в пробах из двух рек Северной Каролины (США):

| Месяцы и годы | Отдельные пробы | | | | | | | | | | | |
|---------------|-----------------|-----|----|----|----|-----|-----------|-----|-----|----|-----|-----|
| | речка 1-я | | | | | | речка 2-я | | | | | |
| Декабрь 1952 | 7 | 19 | 18 | 9 | 1 | 15 | 25 | 16 | 10 | 9 | 28 | 14 |
| Март 1953 | 29 | 114 | 24 | 37 | 49 | 64 | 35 | 22 | 18 | 45 | 29 | 27 |
| Июнь 1953 | 124 | 63 | 83 | 51 | 81 | 106 | 20 | 26 | 38 | 44 | 127 | 52 |
| Сентябрь 1953 | 72 | 100 | 67 | 87 | 68 | 9 | 40 | 263 | 189 | 45 | 100 | 115 |

Примените дисперсионный анализ для установления влияния на количество насекомых сезона года (фактор А) и места сбора насекомых (фактор В).

Литература

Основная:

1. Пантелеев А. В. Вариационное исчисление в примерах и задачах: учеб. пособие для студ. вузов / А. В. Пантелеев. - М.: Высшая школа, 2006. - 272 с.

Дополнительная:

1. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию: Учеб. пособие/ Э.В. Ивантер, А.В. Коросов. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2003. – 304 с.
2. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: «Высшая школа», 1990. – 351 с.
3. Пузаченко Ю. Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях: учеб. пособие для студ. вузов. - М.: Академия, 2004. - 416 с.
4. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. – Минск: Вышэйш. школа, 1973. – 320 с.

Практическое занятие № 5

Тема: Корреляционный анализ (2 часа)

Цель занятия – знакомство со способами изучения зависимости между признаками при помощи корреляционного анализа. Занятие направлено на формирование компетенций: ОПК-7.

Вопросы для коллективного обсуждения:

1. Какая разница между корреляционной и функциональной зависимостями? Между положительной и отрицательной корреляциями?
2. Каковы возможные значения коэффициента корреляции? Какие значения коэффициента корреляции следует считать высокими, средними и почему?
3. Как понимать нулевую гипотезу в применении к коэффициенту корреляции, к разнице между двумя коэффициентами корреляции?
4. Что такое ранговая корреляция? Множественная корреляция?
5. В чем сущность метода корреляционных плеяд?

Примеры заданий для самостоятельной работы:

1. Длины первого молярного x и второго молярного y зубов у ископаемого млекопитающего *Phenacodus primaevus* оказались следующими (в мм):

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>x</i> | 10,7 | 10,8 | 10,6 | 10,7 | 10,1 | 11,2 | 11,4 | 12,1 | 12,3 | 12,0 | 12,3 | 12,7 | 12,9 |
| <i>y</i> | 11,2 | 10,9 | 10,5 | 10,5 | 9,6 | 11,2 | 11,3 | 12,2 | 12,1 | 11,7 | 11,0 | 13,2 | 13,0 |
| <i>x</i> | 12,8 | 13,1 | 13,3 | 13,3 | 13,4 | 12,7 | 12,5 | 12,7 | 13,6 | 13,5 | 13,7 | 13,6 | 13,8 |
| <i>y</i> | 12,2 | 13,4 | 12,6 | 12,2 | 12,0 | 11,2 | 11,4 | 11,3 | 13,6 | 13,2 | 12,7 | 12,9 | 12,3 |

Определите коэффициент корреляции, оцените его достоверность и установите доверительные границы при $P = 0,05$.

- Между живым и убойным весом свиней на материала 533 голов был получен $r = 0,986$. Каковы доверительные границы этого коэффициента корреляции при вероятности 0,95?
- Были получены следующие данные о весе x (в г) левой камеры сердца и длине ядер y (в μ) в мышцах сердца:

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>x</i> | 207 | 221 | 256 | 262 | 273 | 289 | 291 | 292 | 304 | 328 | 372 | 397 | 460 | 632 |
| <i>y</i> | 16,6 | 18,0 | 15,9 | 20,7 | 19,4 | 19,8 | 11,7 | 21,0 | 23,0 | 13,6 | 19,6 | 22,9 | 19,4 | 28,4 |

Ввиду резко асимметричного распределения вариантов по ряду x примените для установления связи коэффициент ранговой корреляции.

- Была определена корреляция между длиной хвоста и длиной всего тела у 2 видов змей *Lampropeltis polyzona* ($n = 19$, $r = 0,988$) и *L. ellapsoides* ($n = 25$, $r = 0,899$). Переведите r в z и определите достоверность разницы между ними.
- В 36 анализах крови определяли: x – число эритроцитов (в миллионах), y – содержание гемоглобина (в %) и z – оседание крови за 24 часа (в мм):

| | | | | | | | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>x</i> | 0,80 | 0,71 | 2,63 | 3,19 | 2,80 | 3,14 | 3,21 | 3,28 | 3,63 | 3,30 | 4,10 | 3,29 |
| <i>y</i> | 22 | 45 | 61 | 66 | 72 | 83 | 73 | 82 | 78 | 82 | 81 | 82 |
| <i>z</i> | 8 | 18 | 24 | 26 | 28 | 29 | 30 | 30 | 30 | 30 | 32 | 32 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>x</i> | 3,46 | 3,32 | 3,11 | 3,28 | 3,66 | 3,90 | 4,33 | 3,80 | 3,82 | 3,81 | 4,20 | 4,47 |
| <i>y</i> | 77 | 80 | 82 | 79 | 84 | 75 | 82 | 79 | 87 | 87 | 87 | 90 |
| <i>z</i> | 32 | 33 | 33 | 34 | 34 | 34 | 34 | 35 | 36 | 37 | 37 | 38 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>x</i> | 3,71 | 4,22 | 3,90 | 4,36 | 1,30 | 2,50 | 2,80 | 3,10 | 2,87 | 3,68 | 3,59 | 3,40 |
| <i>y</i> | 97 | 96 | 92 | 94 | 27 | 50 | 63 | 71 | 70 | 72 | 76 | 71 |
| <i>z</i> | 40 | 40 | 40 | 44 | 12 | 20 | 26 | 28 | 29 | 30 | 30 | 30 |

Определите коэффициент корреляции r_{xy} , r_{xz} и r_{yz} и коэффициенты частной корреляции $r_{xz \cdot y}$, $r_{xy \cdot z}$, $r_{yz \cdot x}$.

Литература

Основная:

- Пантелеев А. В. Вариационное исчисление в примерах и задачах: учеб. пособие для студ. вузов / А. В. Пантелеев. - М.: Высшая школа, 2006. - 272 с.

Дополнительная:

- Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию: Учеб. пособие/ Э.В. Ивантер, А.В. Коросов. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2003. – 304 с.
- Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: «Высшая школа», 1990. – 351 с.
- Пузаченко Ю. Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях: учеб. пособие для студ. вузов. - М.: Академия, 2004. - 416 с.
- Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. – Минск: Вышэйш. школа, 1973. – 320 с.

Практическое занятие № 6

Тема: Регрессионный анализ (2 часа)

Цель занятия – знакомство с возможностями регрессионного анализа для оценки зависимости признака от фактора или другого признака. Занятие направлено на формирование компетенций: ОПК-7.

Вопросы для коллективного обсуждения:

- В чем преимущество регрессии по сравнению с корреляцией?

2. Под каким углом пересекаются эмпирические линии регрессии при слабой корреляции? При сильной корреляции?
3. Что выражает уравнение регрессии x по y и уравнение регрессии y по x ?
4. Как формулируется нулевая гипотеза по отношению к регрессии?
5. Как проводится сравнение двух коэффициентов регрессии при больших и малых n ?
6. Какая величина называется ковариацией?

Примеры заданий для самостоятельной работы:

1. У 20 взрослых мужчин были измерены высота тела x (в см) и вес y (в кг):

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| x | 165 | 176 | 175 | 168 | 167 | 172 | 175 | 180 | 179 | 173 |
| y | 56 | 75 | 70 | 61 | 61 | 63 | 72 | 80 | 76 | 68 |
| x | 166 | 178 | 169 | 169 | 170 | 176 | 180 | 169 | 177 | 176 |
| y | 58 | 76 | 60 | 64 | 63 | 71 | 78 | 63 | 75 | 71 |

Составьте корреляционную решетку и вычислите r и s_r . Эти же данные используйте для определения регрессии y по x всеми методами.

2. Предполагается, что между количеством настриженной шерсти y и живым весом овец x имеется зависимость. Для 10 овец были получены следующие данные (в кг):

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| x | 50 | 55 | 60 | 50 | 65 | 60 | 50 | 55 | 50 | 65 |
| y | 4,0 | 4,2 | 4,1 | 4,2 | 4,5 | 4,3 | 4,1 | 4,4 | 4,0 | 4,2 |

Постройте линии регрессии y по x (теоретическую и эмпирическую). Определите коэффициент регрессии.

3. Вычислите коэффициент регрессии по следующему ряду данных (в мм) о длине хвоста (x) и общей длине тела (y) у самок королевской змеи *Lampropeltis polyzona*:

| | | | | | | | | | | |
|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| x | 37 | 49 | 50 | 51 | 53 | 54 | 68 | 86 | 93 | 106 |
| y | 284 | 375 | 353 | 366 | 418 | 408 | 510 | 627 | 683 | 820 |
| x | 130 | 137 | 142 | 142 | 146 | 149 | 155 | 156 | 187 | |
| y | 1056 | 986 | 1086 | 1086 | 1078 | 1122 | 1254 | 1202 | 1387 | |

Составьте уравнение регрессии и определите достоверность b .

4. Следующее уравнение выражает зависимость между количеством отелов коров x и удоем за лактацию y (в кг) в пределах первых 7 отелов: $y = 1800 + 70x$. рассчитайте теоретические удои коров после отелов, начиная с первого и кончая седьмым, и изобразите эту закономерность на графике.
5. Под влиянием облучения рентгеновскими лучами наблюдалось следующее замедление размножения вируса мозаики Аукуба y (в тыс.) в зависимости от длительности облучения x (в мин.):

| | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|
| x | 0 | 3 | 7,5 | 15 | 30 | 45 | 60 |
| y | 271 | 226 | 209 | 108 | 59 | 29 | 12 |

Составьте уравнение регрессии, приняв за y логарифм количества вирусов и за x – минуты облучения. Постройте эмпирическую и теоретическую (ось ординат – логарифмы) линии регрессии.

Литература

Основная:

1. Пантелеев А. В. Вариационное исчисление в примерах и задачах: учеб. пособие для студ. вузов / А. В. Пантелеев. - М.: Высшая школа, 2006. - 272 с.

Дополнительная:

1. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию: Учеб. пособие/ Э.В. Ивантер, А.В. Коросов. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2003. – 304 с.
2. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: «Высшая школа», 1990. – 351 с.
3. Пузаченко Ю. Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях: учеб. пособие для студ. вузов. - М.: Академия, 2004. - 416 с.
4. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. – Минск: Вышэйш. школа, 1973. – 320 с.

Практическое занятие № 7

Тема: Планирование исследований (4 часа)

Цель занятия – знакомство со способами определения необходимого для исследования объема выборки, способами проверки сомнительных вариантов. Занятие направлено на формирование компетенций: ОПК-7.

Вопросы для коллективного обсуждения:

1. Как можно определить необходимый объем выборки?
2. Какие способы выявления и исключения промахов из серии измерений вы знаете?
3. Для каких целей используют приближенные оценки основных статистических показателей?
4. Объясните понятие «ложные повторности».

Примеры заданий для самостоятельной работы:

1. Случайная выборка девяти вариантов характеризуется средней $\bar{x} = 12,1 \pm 0,68$. Точность выборочной средней оказалась недостаточно высокой: $C_s = 6$. Какое число испытаний n нужно провести, чтобы ошибку средней уменьшить вдвое? В данном случае $s_x = 2,04$.
2. Собранный с шести опытных делянок урожай зерна озимой ржи варьировал следующим образом:

| | | | | | | |
|-------------------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1. Номера делянок | 2. 1 | 3. 2 | 4. 3 | 5. 4 | 6. 5 | 7. 6 |
| 8. Урожай, кг | 9. 21,9 | 10. 24,6 | 11. 20,8 | 12. 25,1 | 13. 30,8 | 14. 23,2 |

Установите, принадлежит ли варианта $x_5 = 30,8$ к данной генеральной совокупности.

3. При обследовании группы обезьян ($n = 100$) на содержания кальция в сыворотке крови были установлены следующие лимиты данного показателя: $x_{\min} = 9,0$ мг% и $x_{\max} = 14,7$ мг%. Дайте приближенную оценку средней арифметической и ее ошибки.

Литература

Основная:

1. Пантелеев А. В. Вариационное исчисление в примерах и задачах: учеб. пособие для студ. вузов / А. В. Пантелеев. - М.: Высшая школа, 2006. - 272 с.

Дополнительная:

1. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: «Высшая школа», 1990. – 351 с.
2. Пузаченко Ю. Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях: учеб. пособие для студ. вузов. - М.: Академия, 2004. - 416 с.
3. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. – Минск: Вышэйш. школа, 1973. – 320 с.

Тематика курсовых работ (при наличии в учебном плане)

Курсовые работы по данной дисциплине учебным планом не предусмотрены

12. **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).**

Лицензионное программное обеспечение, находящееся в открытом доступе для студента:

Windows7 Professional, 7Zip, Java, FlashPlayer, Adobe Reader, DJVuReader, MS Office 2007, LibreOffice.org, Mozilla FireFox.

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

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий с перечнем основного оборудования | Фактический адрес учебных кабинетов и объектов, номер ауд. |
|-------|--|---|
| 1. | Учебная аудитория, оборудованная мебелью аудиторной (столы, стулья, доска аудиторная), мультимедийным оборудованием (проектор, экран) | 184209, Мурманская область, город Апатиты, улица Энергетическая, дом 19, здание Учебного корпуса № 3, ауд. 119 |
| 2. | <i>Лаборатория информационных технологий</i> Оборудование: Мультимедийный проектор NEC VT-650 – 1 шт., экран матовый на штативе – 1 шт. 19 ПЭВМ: системный блок DEPO Neos 420MN: материнская плата MSI i945GC (MS-7267), процессор IntelPentiumDual CPU E2160 1,80GHz, ОЗУ DDR2-667 1Gb Samsung M3 78T2863QZS-CE6 2 планки, ЖД Samsung HD160HJ 160Gb SATA 3Gb/s, видеокарта NVIDIA GeForce 8500 GT PCI-E – 6 шт. HP Compaq dx2300 Microtower: материнская плата Broadwater i946GZ, процессор IntelPentiumDual CPU E2160 1,80GHz, ОЗУ DDR2-667 1Gb Kingston 99U5316-001.A02LF 2 планки, ЖД WDC WD1600AAJS-60PSA0 160GbSATA 3Gb/s, видеокарта ATIRadeonHD 4350 13 шт. Монитор Acer AL 1917 19" - 19 шт., клавиатура -19 шт., мышь – 19 шт. | 184209, Мурманская область, город Апатиты, улица Энергетическая, дом 19, здание Учебного корпуса № 5, ЛИТ 4 |

14. Технологическая карта дисциплины.

**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
06.04.01 «Биология», магистерская программа: Общая биология**

(код, направление, профиль)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Шифр дисциплины по РУП: **Б1.В.ДВ.2.2**

Дисциплина **Математические методы обработки экспериментальных данных в области биологии**

Курс **2** семестр **3**

Кафедра **Естественных наук**

Ф.И.О. преподавателя, звание, должность **Икко Наталья Викторовна, к.б.н., доцент**

Общ. трудоемкость_{час/ЗЕТ} **72/2** Кол-во семестров **1** Интерактивные формы_{общ./тек. сем.} **10/10**

ЛК_{общ./тек. сем.} **6/6** ПР/СМ_{общ./тек. сем.} **16/16** ЛБ_{общ./тек. сем.} **-** Форма контроля **зачет**

| № п/п | Содержание задания | Количество мероприятий | Максимальное количество баллов | Срок предоставления |
|----------------------|---|------------------------|--------------------------------|---------------------|
| <i>Основной блок</i> | | | | |
| 1. | Выполнение заданий на практических занятиях | 8 | 48 | по расписанию |
| 4. | Бланочное тестирование | 1 | 12 | декабрь |
| Итого: | | | 60 | |
| | Зачет | | 1 вопрос | по расписанию |

| | | | | |
|----------------------------|------------------------------------|--|--|----------------------------------|
| | | | (теоретический) – 20 2 вопрос (решение задачи) - 20 | |
| Итого: | | | 40 | |
| <i>Дополнительный блок</i> | | | | |
| | Решение задач по пропущенным темам | | по 6 баллов за одну тему | по согласованию с преподавателем |
| | Конспектирование материала по теме | | по 2 балла за одну тему | |
| Итого: | | | Не более 40 | |

Минимальное количество баллов, которое обязан набрать студент в течение семестра для допуска к экзамену - 20 баллов.

Для студентов, обучающихся по ФГОС, в ведомости предусмотрена графа «баллы». При заполнении преподавателем ведомости учитывается следующее соотношение баллов и оценок:

| | | |
|--------------|---------------------|-----------|
| от 91 до 100 | отлично | зачтено |
| от 81 до 90 | хорошо | |
| от 61 до 80 | удовлетворительно | |
| 60 и менее | неудовлетворительно | незачтено |

15. Иные сведения и материалы на усмотрение ведущей кафедры.