

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталья Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.10.2022 14:21:41
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bffa79172803da5b7b559fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ
(МГОУ)
Физико-математический факультет

Кафедра вычислительной математики и методики преподавания информатики

Согласовано управлением организации и
контроля качества образовательной
деятельности
« 24 » марта 2022 г.
Начальник управления _____
/Р.В. Самолетов/

Одобрено учебно-методическим советом
Протокол « 21 » марта 2022 г. № 03
Председатель _____
/М.А. Миненкова/

Рабочая программа дисциплины

Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и
природопользовании

Направление подготовки
05.04.06 Экология и природопользование

Программа подготовки:
Экологическая безопасность

Квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
физико-математического факультета
Протокол « 20 » 01 2022 г. № 5
Председатель УМКом _____
/Н.Н. Барабанова/

Рекомендовано кафедрой
вычислительной математики и методики
преподавания информатики
Протокол от « 15 » 01 2022 г. № 7
Зав. кафедрой _____
/М.В. Шевчук/

Мытищи
2022

Автор-составитель:

Кузнецов Вячеслав Сергеевич,
кандидат физико-математических наук, доцент

Рабочая программа дисциплины «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 05.04.06 Экология и природопользование, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07.08.2020 г. № 897.

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий

Год начала подготовки (по учебному плану) 2022

СОДЕРЖАНИЕ

1. Планируемые результаты обучения	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Объем и содержание дисциплины	5
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся	6
5. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине	7
6. Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины	15
7. Методические указания по освоению дисциплины	17
8. Информационные технологии для осуществления образовательного процесса по дисциплине	18
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины	18

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании» является формирование систематизированных знаний и навыков в области использования средств информационных технологий и статистических методов в экологии и природопользовании.

Задачи дисциплины:

- подготовка к научно-исследовательской деятельности, связанной с изучением и численным описанием явлений в области экологии, природопользования, а также в смежных областях;
- изучение современных средств информационных технологий обработки информации методами математической статистики, приобретение навыков работы с программными средствами анализа и моделирования данных.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

ОПК-5. Способен решать задачи профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно-коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Для освоения дисциплины «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании» студенты используют знания, умения, навыки, полученные и сформированные при изучении курсов по теории вероятностей и математической статистики в рамках бакалавриата или специалитета.

Изучение дисциплины «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании» является базой для дальнейшего освоения студентами дисциплин «Методы оценки антропогенной нагрузки на окружающую среду», «Управление рисками стихийных бедствий», прохождения учебной практики, а также при выполнении магистерских работ, связанных с обработкой и анализом данных в области экологии и природопользования.

3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем дисциплины

Показатель объема дисциплины	Форма обучения
	Очная
Объем дисциплины в зачетных единицах	1
Объем дисциплины в часах	36

Контактная работа	22,2
Лекции	4(4) ¹
Практические занятия	18(18) ²
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,2
Зачет	0,2
Самостоятельная работа	6
Контроль	7,8

Форма промежуточной аттестации – зачет в 1 семестре.

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) дисциплины с кратким содержанием	Количество часов	
	Лекции	Практические занятия
Тема 1. Введение в методы описательной статистики. Признаки и переменные. Шкалы измерения. Распределение признака. Параметры распределения. Статистические гипотезы. Статистические критерии. Уровни статистической достоверности. Мощность критериев. Статистическое программное обеспечение. Язык и среда статистического программирования R	2	4
Тема 2. Статистические методы выявления различий в уровне исследуемого признака. Основные задачи сопоставления и сравнения. Критерий Розенбаума. Критерий Манна-Уитни. Критерий Крускала-Уоллиса. Критерий тенденций Джонкира.	2	4
Тема 3. Статистические методы оценки достоверности сдвига в значениях исследуемого признака. Критерий знаков. Критерий Вилкоксона. Критерий Фридмана. Критерий Пейджа.		4
Тема 4. Статистические методы исследования согласованных изменений. Обоснование задачи исследования согласованных изменений. Метод ранговой корреляции. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена		6
Итого:	4 ³	18 ⁴

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

¹ Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий.

² Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий.

³ Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий.

⁴ Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий.

№	Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Кол-во часов	Формы самостоятельной работы	Методическое обеспечение	Формы отчетности
1.	Параметрические и непараметрические статистические методы	Общие принципы. Основные понятия.	1	Работа с литературой и сетью Интернет.	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет.	Конспект
2.	Использование языка и среды статистического программирования R	Основное назначение Перспективы развития. Востребованность в мире.	1	Работа с литературой и сетью Интернет.	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет.	Конспект
3.	Возможности использования дисперсионного анализа для обработки данных в области экологии и природопользования	История развития. Перспективы развития.	1	Работа с литературой и сетью Интернет.	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет.	Конспект
4.	Многофункциональные статистические критерии анализа экологических данных	Состав. Основные функции и возможности.	1	Работа с литературой и сетью Интернет.	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет.	Конспект
5.	Однофакторный дисперсионный анализ в экологии	Понятие. Подготовка данных. Однофакторный дисперсионный анализ для несвязных выборок	2	Работа с литературой и сетью Интернет.	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет.	Конспект
	Итого		78			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.
ОПК-5. Способен решать задачи профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно-коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий.	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ОПК-5	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	<i>Знает:</i> - основные методы описательной статистики. <i>Умеет:</i> - использовать средства информационных технологий для реализации методов описательной статистики.	Выполнение практических работ, конспект	Шкала оценивания практической работы, шкала оценивания конспекта
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	<i>Знает:</i> - способы выбора статистических методов для решения прикладных задач. <i>Умеет:</i> - использовать средства ИКТ для реализации статистических методов при решении прикладных задач. <i>Владеет:</i> навыками выбора и использования средств ИКТ при решении задач в профессиональной области.	Выполнение практических работ, конспект	Шкала оценивания практической работы, шкала оценивания конспекта
УК-1	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	<i>Знает:</i> - программные средства реализации статистических методов. <i>Умеет:</i> - применять полученные знания на практике в своей профессиональной деятельности.	Выполнение практических работ, конспект	Шкала оценивания практической работы, шкала оценивания конспекта
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	<i>Знает:</i> - программные средства реализации статистических методов.	Выполнение практических работ, конспект	Шкала оценивания практической работы, шкала оценивания

			<i>Умеет:</i> - применять полученные знания на практике в своей профессиональной деятельности. <i>Владеет:</i> навыками осуществления критического анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода		конспекта
--	--	--	--	--	-----------

Шкала оценивания конспекта

Критерий	Баллы
Текст конспекта логически выстроен и точно изложен, ясен весь ход рассуждения	2
Даны ответы на все поставленные вопросы, изложены научным языком, с применением терминологии	1
Ответ на каждый вопрос заканчиваться выводом, сокращения слов в тексте отсутствуют (или использованы общепринятые)	1
Оформление соответствует образцу. Представлены необходимые таблицы и схемы	1

Шкала оценивания практической работы

Показатель	Баллы
Студент не решил задачи и показал полное незнание темы задания	0
Студент не решил задачи, но имеются только одна – две идеи или подходы к решению задач	1 – 2
Студент в целом решил задачи, но в решении имеются заметные и грубые ошибки, недостатки и недочёты	3
Студент решил задачи, однако в решении имеются несущественные ошибки, недостатки и недочёты	4
Студент решил задачи и показал полное и уверенное знание темы задания	5

5.3. Примерные практические занятия, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Пример практической работы по дисциплине

Практическая работа «Моделирование роста популяции (Динамика Ферхюльста)»

Модель роста популяции

Пусть x_0 — начальная численность популяции, а x_n — ее численность через n лет. Коэффициентом прироста R называют относительное изменение численности за год:

$$R = (x_{n+1} - x_n) / x_n.$$

Если эта величина — константа r , то закон, управляющий динамикой, имеет вид

$$(1.1) \quad x_{n+1} = f(x_n) = (1 + r)x_n.$$

Через n лет численность популяции будет равна $x_n = (1+r)^n x_0$. Для того чтобы ограничить этот экспоненциальный рост, Ферхюльст заставил коэффициент прироста R меняться вместе с изменением численности популяции. Считая, что численность популяции, заполняющей данную экологическую нишу, не может быть больше некоторого максимального значения X (которое можно положить равным 1), он предположил, что зависящий от размеров популяции коэффициент прироста R пропорционален величине $1 - x_n$, т. е. положил $R = r(1 - x_n)$; константу r мы будем называть параметром роста. Таким образом, когда $x_n < 1$, численность популяции по-прежнему растет, но лишь до тех пор, пока не будет достигнуто значение $x_n = 1$, при котором рост прекращается

Закон, управляющий динамикой, теперь будет выглядеть так:

$$(1.2) \quad x_{n+1} = f(x_n) = (1+r)x_n - rx_n^2.$$

Для x_0 имеются два значения, при которых численность популяции не изменяется: $x_0 = 0$ и $x_0 = 1$. Когда $x_0 = 0$, популяция попросту отсутствует с самого начала, а в этом случае вообще никакой рост невозможен. Однако если начальная численность хоть немного отлична от нуля, $0 < x_0 < 1$, то при $r > 0$ на следующий год она возрастет: $x_1 \approx x_0 + rx_0$. Следовательно, состояние равновесия $x_0 = 0$ является неустойчивым. Последовательные значения $x_0, x_1, x_2, \dots$ растут до тех пор, пока они успешно не достигнут значения 1. Для того чтобы определить характер устойчивости состояния равновесия $x_0 = 1$, проследим, как изменяются во времени малые отклонения $\delta_n = x_n - 1$. Линеаризуя (1.2), найдем

$$(1.3) \quad \delta_{n+1} \approx (1-r)\delta_n,$$

откуда видно, что по абсолютной величине δ_{n+1} меньше, чем δ_n , когда $0 < r < 2$. График на рис. 17 соответствует случаю $r = 1.8$, в качестве начального значения выбрано $x_0 = 0.1$. Величина x поначалу растет, поскольку она заметно меньше 1. Но на третьем шаге ее значение уже немного выше указанного уровня. Начиная с этого момента, отклонения убывают по абсолютной величине в соответствии с (1.3), $\delta_{n+1} \approx -0.8\delta_n$, процесс приближается к нужному конечному состоянию $x = 1$. Однако при $r > 2$ соотношение (1.3) предсказывает рост отклонений δ_n , и мы приходим к выводу, что состояние равновесия $x = 1$ теперь уже неустойчиво. Чтобы продолжить исследования, проведем эксперимент, результаты которого представлены на рис. 18. График показывает, что при $r = 2.3$ процесс в конце концов начинает периодически осциллировать между двумя уровнями. Это наводит на мысль рассмотреть первую итерацию соотношения (1.2), $x_{n+2} = f(f(x_n)) = f^2(x_n)$, и исследовать устойчивость неподвижных точек отображения f^2 . Они оказываются устойчивыми до тех пор, пока $r < \sqrt{6} = 2.449$.

Переход от порядка к хаосу

С ростом r анализ соотношения (1.2) все более усложняется. Для $r = 2.5$ вид ломаной линии на рис. 19 позволяет заключить, что в этом случае процесс приходит к устойчивым периодическим колебаниям с периодом 4, а в дальнейших экспериментах обнаруживается последовательное удвоение периода колебаний при все ближе расположенных друг к другу значениях r .

Наконец при $r = 2.570$ процесс вообще перестает быть периодическим. Теперь он все время прыгает около бесконечного числа значений так, что поведение процесса, несмотря на его полную изначальную детерминированность, практически невозможно прогнозировать на

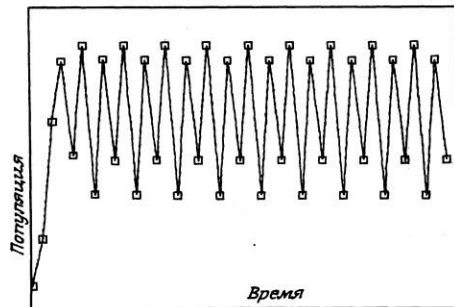


Рис. 19. $r = 2.5$.

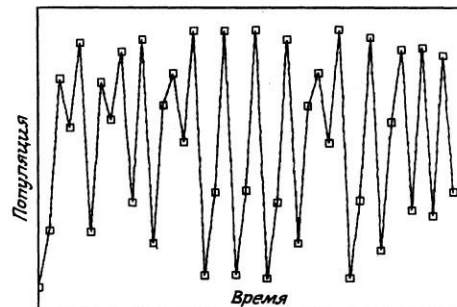


Рис. 20. $r = 3$.

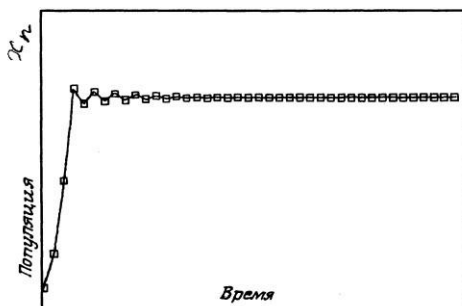


Рис. 17. $r = 1.8$.

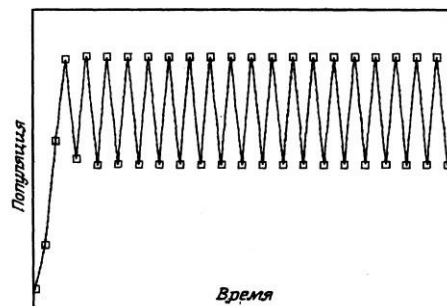


Рис. 18. $r = 2.3$.

большие периоды времени. Подобное поведение обычно называют *хаотическим*. Примером может служить последовательность, показанная на рис. 20, она получена при $r=3.0$ и $x_0 = 0.1$. Если r_n — значение параметра роста, соответствующее n -й бифуркации (т. е. моменту, когда колебания периода 2^n теряют устойчивость и устойчивыми становятся колебания периода 2^{n+1}), то оказывается, что отношение длин следующих друг за другом интервалов

$$\delta_n = \frac{r_n - r_{n-1}}{r_{n+1} - r_n}$$

сходится (это было обнаружено З. Гроссманном и С. Томэ, а также Фейгенбаумом) к значению

$$(1.4) \quad \delta_n \rightarrow \delta = 4.669..., \text{ когда } n \rightarrow \infty.$$

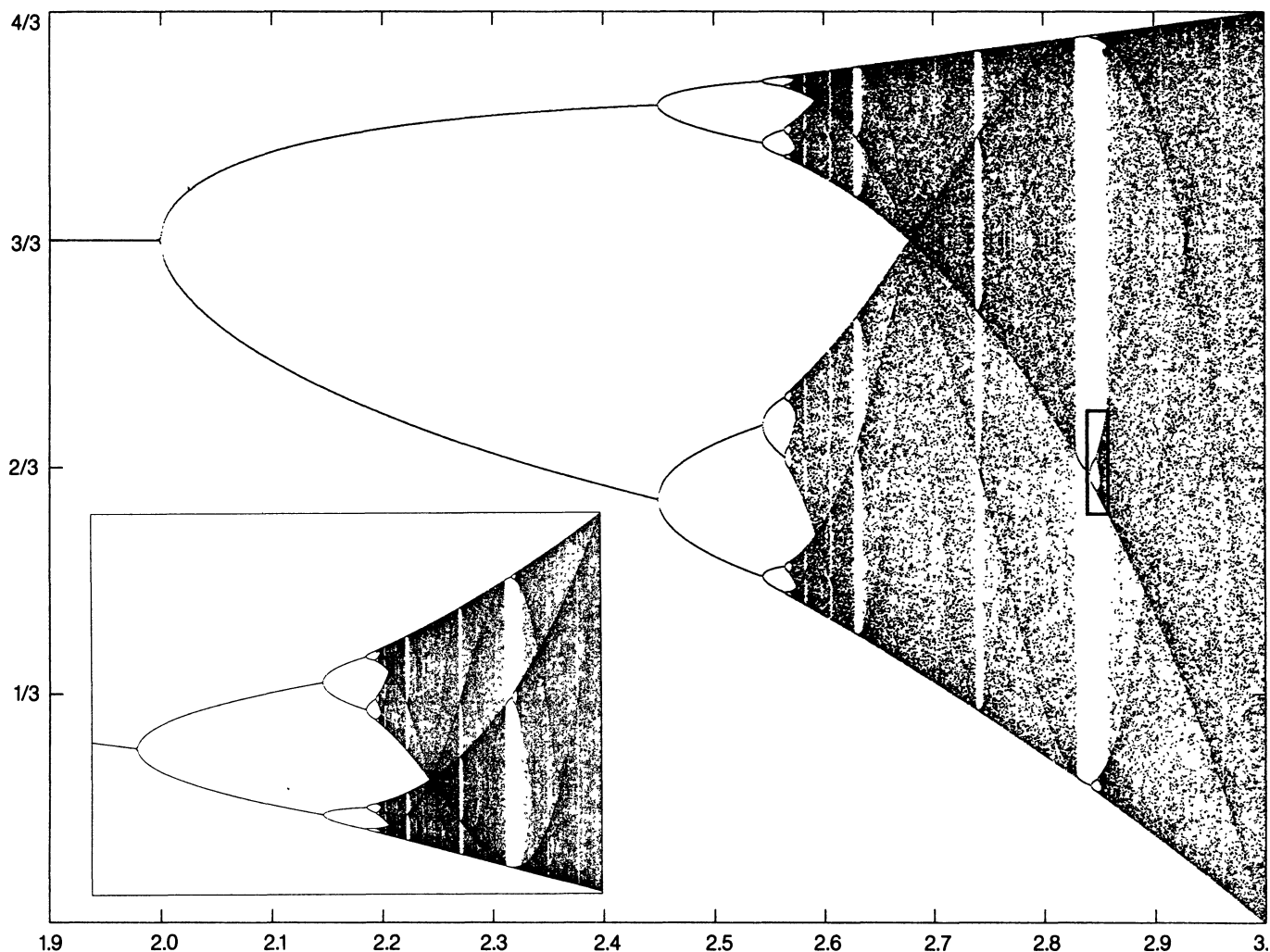


Рис. 21. Сценарий удвоения периода процесса Ферхюльста (1.2). Параметр роста r изменяется вдоль оси абсцисс ($1.9 < r < 3$). Для каждого значения r по истечении переходного периода длительностью в 5000 итераций на плоскость рисунка наносятся 120 итераций точки x . На вставке в увеличенном виде показана выделенная рамкой часть; кратность увеличения в направлении r превышает кратность увеличения в направлении x .

Фейгенбаум показал, что *то же самое число δ* возникает и в различных процессах, отличных от процесса Ферхюльста, и что оно на самом деле является универсальной характеристикой сценария удвоения периода для целого класса одномерных процессов.

Конечно, в случае процесса Ферхюльста хотелось бы иметь представление о всех возможных типах поведения. Здесь окажется полезной *бифуркационная диаграмма* на рис. 21, отражающая зависимость динамики от параметра r . Для каждого значения r первые 5000 итераций были оставлены «в тени», чтобы процесс успел выйти в свой *аттрактор* (который характеризует асимптотическое поведение, не включающее особенности переходного периода), а следующие 120 итераций были нанесены на диаграмму для того, чтобы показать природу этого аттрактора. Он состоит из одной точки при $r < 2$, из двух точек при $2 < r < \sqrt{6}$ затем из 4, 8, 16,... точек вплоть до области хаоса, где точки аттрактора могут заполнять целые полосы.

Структура каскада бифуркаций, который Э. Н. Лоренц наблюдал за точкой хаоса $r = 2.570$, соответствует структуре каскада бифуркаций, предшествующего этой точке. На этот факт первыми обратили внимание Зигфрид Гроссманн и Стефан Томэ из Марбургского университета в Западной Германии: около точки $r = 3.0$ имеется только *одна* хаотическая полоса, которая распадается при $r = 2.679$ на *две* полосы, при $r = 2.593$ на *четыре*, затем на 8, 16, 32 и т. д. до тех пор, пока к значению $r = 2.570$ такое удвоение не произойдет

бесконечное число раз.

Рисунок 21 содержит и целый ряд других бифуркационных «деревьев», которые также характеризуются числом δ . Внутри хаотической области видны «окна», в которых аттрактор снова состоит из отдельных точек. Например, при $r = 2.8284$ возникают устойчивые колебания периода 3, которые затем удваивают период до 6, 12, 24,..., растворяясь в хаосе при $r = 2.8495$.

Задания

1. Написать программу, отображающую динамику изменения численности популяции во времени в зависимости от параметра r . Результат представить в виде графика (см. рис.17-20).
2. Написать программу построения *бифуркационной диаграммы* (рис. 21), отражающей зависимость динамики от параметра r .

Примерные вопросы к зачету

1. Что называется математической моделью природного явления? Виды моделей
2. Дайте характеристику понятий: структура и параметры математических моделей
3. Охарактеризуйте средние величины
4. Охарактеризуйте показатели изменчивости признаков
5. Что называется коэффициентом асимметрии и каково его назначение?
6. Что называется нормированной случайной величиной и каковы ее основные свойства?
7. Законы распределения, наиболее часто используемые в геоэкологии
8. Генеральная и выборочная совокупность, в чем их принципиальное отличие?
9. Метод моментов в геоэкологии: суть и особенности
10. Метод наибольшего правдоподобия: сущность, достоинства и недостатки
11. Метод квантилей: сущность, порядок оценки, достоинства и недостатки
12. Понятие «гипотеза», отличие параметрических и непараметрических гипотез
13. Статистические методы выявления различий в уровне исследуемого признака
14. Уровень значимости: смысл и выбор
15. Доверительные границы
16. Охарактеризуйте функциональные и стохастические связи
17. Охарактеризуйте коэффициент корреляции: формула и классификация
18. Назовите задачи факторных связей
19. Статистические методы оценки достоверности сдвига в значениях исследуемого признака
20. Изложите и дайте характеристику графических методов
21. Статистические методы исследования согласованных изменений
22. Метод Монте-Карло и его использование

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Общее количество баллов по дисциплине – 100 баллов.

Максимальное количество баллов, которое можно набрать в течение семестра за выполнение практических и самостоятельных работ – 80 баллов.

За написание конспектов по итогам лекционных занятий обучающийся может набрать максимально 10 баллов (2 конспекта по 5 баллов).

За подготовку конспектов по самостоятельной работе обучающийся может набрать максимально 25 баллов (5 конспектов по 5 баллов).

За выполнение практических работ обучающийся может набрать максимально 45 баллов (9 работ по 5 баллов).

Максимальная сумма баллов, которые обучающийся может набрать при сдаче зачета, составляет 20 баллов.

Для сдачи зачета по дисциплине необходимо выполнить все практические работы (получить допуск к зачету у преподавателя, проводившего практические работы). Существенным моментом является посещаемость занятий (в случае пропусков занятий предполагается более подробный опрос по темам пропущенных занятий). На зачет выносится материал, рассмотренный в лекционном курсе и отработанный на практических занятиях. Для получения зачета надо правильно ответить на несколько поставленных вопросов. В затруднительных ситуациях (в отдельных случаях) допускается на зачете воспользоваться тетрадью с записью материалов лекций и семинаров в присутствии преподавателя. При этом преподаватель может убедиться, в какой степени студент ориентируется в «своих» материалах, и по ряду дополнительных вопросов (по тетради) решить вопрос о зачете.

Шкала оценивания зачета

Критерий оценивания	Баллы
Студент чётко излагает предложенный текст и демонстрирует его содержания, читает бегло, без ошибок, переводит отрывок на русский язык адекватно содержанию оригинала, грамотно составил диалог по пройденной тематике	11-20
Студент чётко излагает предложенный текст и демонстрирует его содержания, читает бегло, с допущением незначительных ошибок, переводит отрывок на русский язык адекватно содержанию оригинала с незначительными ошибками, диалог по пройденной тематике составлен с незначительными ошибками	1-10
Студент демонстрирует непонимания прочитанного текста, читает с допущением множества ошибок, переводит отрывок на русский язык неадекватно содержанию оригинала, составил диалог по пройденной тематике с допущением большого числа лексических и грамматических ошибок	0

Итоговая шкала оценивания результатов освоения дисциплины

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по приведенной ниже шкале. При выставлении итоговой оценки преподавателем учитывается работа обучающегося в течение освоения дисциплины, а также оценка по промежуточной аттестации.

Количество баллов	Оценка по традиционной шкале
81-100	Зачтено
61-80	Зачтено
41-60	Зачтено
0-40	Не зачтено

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература

1. Анализ данных : учебник для вузов / под ред. В. С. Мхитаряна. — Москва : Юрайт, 2022. — 490 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/489100>
2. Берикашвили, В. Ш. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы : учебное пособие для вузов / В. Ш. Берикашвили, С. П. Оськин. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2022. — 164 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/493106>
3. Шорохова, И. С. Статистические методы анализа : учебное пособие / И. С. Шорохова, Н. В. Кисляк, О. С. Мариев. — 2-е изд. — Москва : Флинта, 2017. — 301 с. — Текст: непосредственный. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482354>

6.2. Дополнительная литература

1. Гашев, С. Н. Математические методы в биологии: анализ биологических данных в системе Statistica : учебное пособие для вузов / С. Н. Гашев, Ф. Х. Бетляева, М. Ю. Лупинос. — Москва : Юрайт, 2022. — 207 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/492334>
2. Горленко, О. А. Дисперсионный анализ экспериментальных данных : учеб. пособие для вузов / О. А. Горленко, Н. М. Борбаць, Т. П. Можаяева. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2022. — 132 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/495700>
3. Калинина, В. Н. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2022. — 472 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/488996>
4. Мясникова, Н.А. Алгоритмы и структуры данных : учеб.пособие для вузов. - М. : Кнорус, 2021. - 186с. – Текст: непосредственный.
5. Ризниченко, Г. Ю. Динамика популяций : учебное пособие для вузов. — Москва : Юрайт, 2022. — 46 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/508123>
6. Ризниченко, Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебное пособие для вузов. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2022. — 181 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/490489>
7. Самсонова, И. Д. Научные методы исследований в природопользовании / И. Д. Самсонова, В. Н. Саттаров, Г. Р. Гильманова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 120 с. — Текст : электронный. — URL: <https://e.lanbook.com/book/218819>
8. Соловьев, В.И. Анализ данных в экономике : теория вероятностей, прикладная статистика, обработка и визуализация данных в Microsoft Excel: учебник для вузов. - М. : Кнорус, 2019. - 498с. – Текст: непосредственный
9. Яковлев, В. Б. Статистика. Расчеты в Microsoft Excel : учебное пособие для вузов. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2022. — 353 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/491936>

6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Ежедневный электронный журнал [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.3dnews.ru>
2. Интернет-Университет Информационных Технологий [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.intuit.ru>
3. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://elibrary.ru>
4. Оперативные новости, обзоры и тестирование компьютеров [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.ixbt.com>

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методические рекомендации по организации самостоятельной работе

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows

Microsoft Office

Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ

Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных:

fgosvo.ru

pravo.gov.ru

www.edu.ru

Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)

7-zip

Google Chrome

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием.
- помещения для самостоятельной работы, укомплектованные учебной мебелью, персональными компьютерами с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду МГОУ;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные мебелью (шкафы/стеллажи), наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями.