

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bffa679172803da5b7b559fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Факультет безопасности жизнедеятельности
Кафедра безопасности жизнедеятельности и методики обучения

Согласовано
деканом факультета безопасности
жизнедеятельности
« 26 » _____ 2024 г.

/Ковалев П.А./

Фонд оценочных средств

по дисциплине

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

Мытищи

2024

Содержание

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
3. Примерные практические занятия, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

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.

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,	Шкала оценивания практической работы,

		работа.		конспект	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

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

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:

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

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 $x_0 = 0.1$.

соответствует случаю $r = 1.8$, в качестве начального значения выбрано

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 в соответствии с (1.3), $\delta_{n+1} \approx -0.8\delta_n$,

ют по абсолютной величине в соответствии

процесс

приближается к нужному конечному состоянию $x = 1$. Однако при $r > 2$ соотношение (1.3) предсказывает рост и мы приходим к выводу, что состояние равновесия $x =$ отклонений δ_n ,

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 $x_{n+2} = f(f(x_n)) = f^2(x_n)$,

и

расс

матр

еть

перв

ую

итер

аци

ю

соот

ноше

ния

(1.2),

исследовать устойчивость неподвижных точек отображения f^2 . Они оказываются

устойчивыми до тех $= 2.449 \cdot \sqrt{6}$

пор, пока $r <$

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

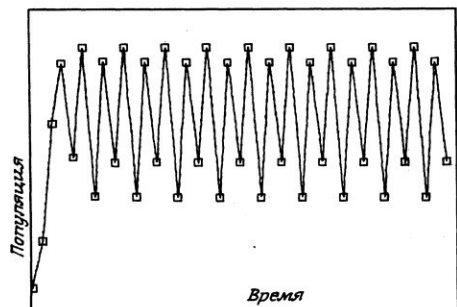


Рис. 19. $r = 2.5$.

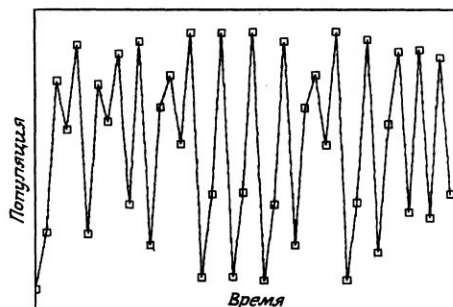


Рис. 20. $r = 3$.

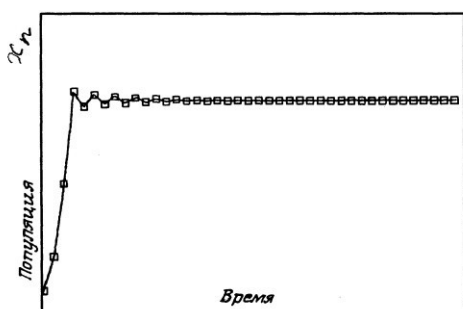


Рис. 17. $r = 1.8$.

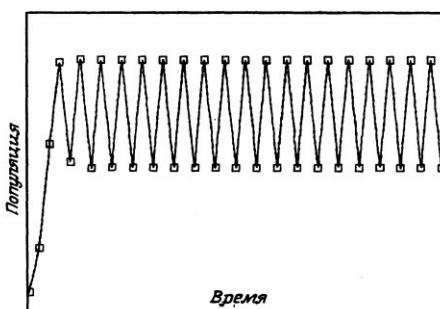


Рис. 18. $r = 2.3$.

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 3. Гроссманном и С. Томэ, а также Фейгенбаумом) к значению

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

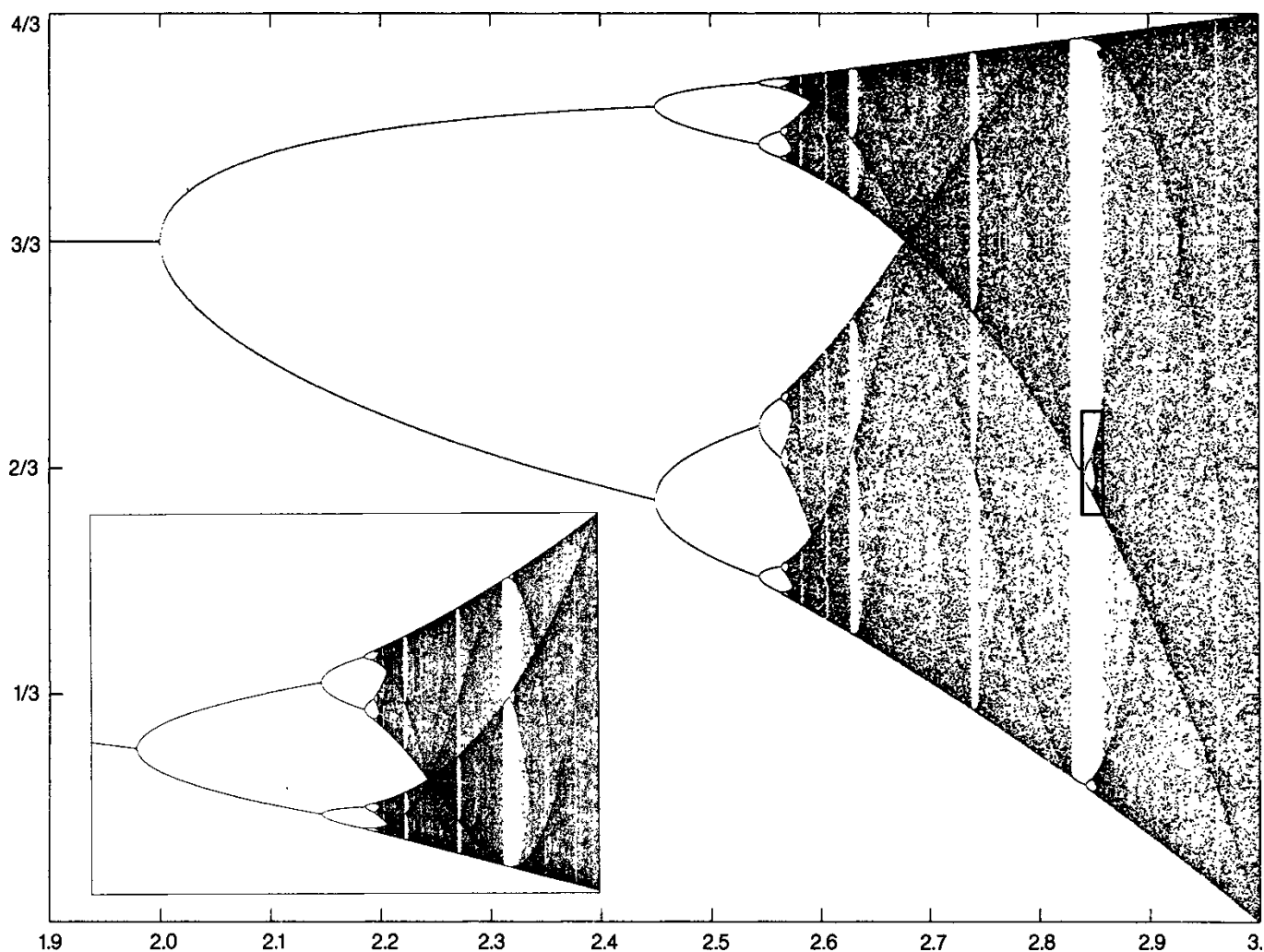


Рис. 21. Сценарий удвоения периода процесса Ферхюльста (1.2). Параметр роста r изменяется вдоль оси абсцисс ($1.9 < r < 3$). Для каждого значения r по истечении переходного периода длительностью в 5000 итераций на плоскость рисунка наносятся 120 итераций точки x . На вставке в увеличенном виде показана 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 $\sqrt{6} \quad 2 < r <$

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 .

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

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 выносятся 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