

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт экономики и предпринимательства

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Информационные системы в анализе динамических систем

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

38.03.05 - Бизнес-информатика

Направленность образовательной программы

Аналитические методы и информационные технологии поддержки принятия
решений в экономике и бизнесе

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.12 Информационные системы в анализе динамических систем относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-3: Способен осуществлять разработку и исследование математических и компьютерных моделей поддержки принятия решений в экономике и бизнесе	ПК-3.1: Осуществляет разработку и исследование экономико-математических моделей ПК-3.2: Разрабатывает и применяет компьютерные модели в экономических исследованиях	ПК-3.1: Знать методы разработки и этапы исследования экономико-математических моделей Уметь разрабатывать и исследовать экономико-математические модели Владеть базовыми навыками по построению и анализу экономико-математических моделей ПК-3.2: Знать методы построения компьютерных моделей для экономических исследований Уметь разрабатывать и применять компьютерные модели в экономических исследованиях Владеть навыками работы в системах компьютерной математики для построения экономических моделей	Задания Тест Собеседование Проект	Экзамен: Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	4
Часов по учебному плану	144

в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	2
самостоятельная работа	42
Промежуточная аттестация	36 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Тема 1. Потоки на прямой	12	4	4	8	4
Тема 2. Бифуркации одномерных потоков	16	6	6	12	4
Тема 3. Состояния равновесия двумерных потоков и бифуркации	18	8	6	14	4
Тема 4. Исследование периодических траекторий	14	6	4	10	4
Тема 5. Бифуркация Андронова-Хопфа	12	6	2	8	4
Тема 6. Исследование динамических систем с помощью пакета WInSet	12	2	6	8	4
Тема 7. Применение проектно-ориентированных методов обучения в изучении курса. Работа творческих коллективов над проектными работами. Защита проектных работ творческими коллективами	22		4	4	18
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	144	32	32	66	42

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Потоки на прямой: Геометрический подход. Неподвижные точки и устойчивость. Линейный анализ устойчивости. Невозможность колебаний.

Тема 2. Бифуркации одномерных потоков: Бифуркация седло-узел. Транскритическая бифуркация. Бифуркация раздвоения (типа вилки). Несовершенные бифуркации и катастрофы.

Тема 3. Состояния равновесия двумерных потоков и бифуркации: Классификация грубых состояний равновесия. Бифуркация седло-узел. Транскритическая бифуркация. Бифуркация раздвоения (типа вилки).

Тема 4. Исследование периодических траекторий: Предельные циклы. Метод функций Ляпунова. Отображение Пуанкаре. Устойчивость предельных циклов.

Тема 5. Бифуркация Андронова-Хопфа: Нормальная форма бифуркации Андронова-Хопфа сложного фокуса. Основная теорема о бифуркации Андронова-Хопфа в случае двумерных потоков. Бифуркация Андронова-Хопфа для периодических траекторий потоков. Примеры систем бифуркации Андронова-Хопфа в моделях экономической динамики.

Тема 6. Исследование динамических систем с помощью пакета WInSet: Поиск состояний равновесия. Поиск периодических траекторий. Поиск объектов со сложной динамикой.

Тема 7. Применение проектно-ориентированных методов обучения в изучении курса: Работа творческих коллективов над проектными работами. Защита проектных работ творческими коллективами

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Информационные системы в анализе динамических систем (Капитанова О.В.)" (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=4308>).

Иные учебно-методические материалы: Виды самостоятельной работы по дисциплине:

- Подготовка к практическим занятиям
- Самостоятельное изучение некоторых теоретических аспектов теории экономического роста на основе работы с литературой.
- Подготовка к собеседованиям.
- Работа с литературой (аннотирование научных журнальных статей, посвященных теории экономического роста).
- Выполнение индивидуальных и коллективных заданий в рамках подготовки проектной работы.

Методические указания по выполнению заданий для самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся – это планируемая работа, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Она способствует углублению и расширению знаний, формированию интереса к познавательной деятельности, овладению приемами процесса познания, развитию познавательных способностей.

Обучающиеся выполняют домашние задания, дают письменные ответы на вопросы, выполняют индивидуально и в группах задания и проводят необходимые действия по подготовке проектной работы, конспектируют научную и учебную литературу по изучаемым темам, готовят обзор публикаций по актуальным проблемам исследования по тематике проекта. Качество самостоятельной работы обучающегося проверяется преподавателем во время практических занятий, при выполнении расчетно-графических работ, по результатам выполнения заданий, опросов, по результатам написания проектной работы и ее презентации, а также по степени активности участия во время занятий. По мере изучения дисциплины по составленным программным вопросам самим обучающимся осуществляется самоконтроль. Итоговый контроль представляет собой аттестацию обучающихся по всем видам работы. Методические рекомендации по выполнению учебно-исследовательских (проектных) работ

Содержание этапа Формируемые компетенции

- | | | |
|----|---|------|
| 1. | Обоснование актуальности темы, её практической значимости | ПК-3 |
|----|---|------|

2. Теоретическая часть, включающая общетеоретический анализ проблемы, а также возможные применения методов математического и компьютерного моделирования ПК-3
3. Практическая часть, включающая обоснование выбора методов математического и компьютерного моделирования изучаемой проблемы ПК-3
4. Анализ результатов, выводы ПК-3

В ходе изучения курса «Информационные системы в анализе динамических систем» предусматривается широкое использование проектно-ориентированных методов обучения (в сочетании с внеаудиторной (самостоятельной) работой обучающихся).

В рамках этого метода обучающиеся (самостоятельно или в составе творческого коллектива) выполняют учебно-исследовательские работы. Приемлемые учебно-исследовательские работы представляют собой, как правило, работы следующего характера:

строгий разбор, изучение и анализ статьи из списка литературы для чтения, или иной статьи, опубликованной в современной международной научной печати, относительно которой творческий коллектив думает, что она должна быть в списке литературы для чтения;

углубленный анализ, обобщения, модификации статьи или цикла статей из списка литературы для чтения, или иных статей, опубликованных в современной международной научной печати, относительно которой творческий коллектив думает, что они представляют интерес для избранной темы исследовательской работы;

поиск или разработка эффективных методов исследования, позволяющих дополнить результаты уже существующих опубликованных исследований.

Приветствуются и полностью оригинальные исследования по математическому моделированию социально-экономических процессов. Однако использование интересной уже существующей работы как исходного пункта для проведения учебно-исследовательской работы может быть хорошим способом начать самостоятельные исследования.

Выполнение учебно-исследовательской работы (которая может носить характер учебно-научной или учебно-методической работы) строится по следующей схеме. Академическая группа подразделяется для выполнения текущей учебно-исследовательской работы на подгруппы по ~5 человек (подразделение группы на подгруппы выполняется преподавателем или же на основе добровольного объединения обучающихся в группы; возможны и иные способы, в том числе на основе случайного формирования состава группы).

Тема работы может быть сформулирована преподавателем или предложена подгруппой (творческим коллективом). Любой обучающийся, намеревающийся самостоятельно (в индивидуальном порядке) выполнить учебно-исследовательскую работу, должен сначала получить на это согласие лектора, а затем представить и обсудить с ним свой план работы (в течение первого месяца семестра).

В течение срока, отведенного на освоение курса, подгруппа разрабатывает тему учебно-исследовательского характера, подготавливает реферат по теме (лектору и на кафедру предоставляется окончательный текст работы с автографами авторов и электронный файл), и делает его презентацию (один или серия докладов на практических занятиях (семинарах)), на основе которой преподаватель определяет персональный вклад в общую работу каждого из членов подгруппы.

Требования к оформлению письменной работы (проекта): оптимальный объем творческой работы составляет в среднем 20-30 страниц машинописного текста. А4, Times New Roman, 14 пт, полуторный интервал (1,5 пт), выравнивание по ширине, нумерация страниц внизу от центра, номер 1 на титульном листе не ставится, красная строка – 1,25. Поля: левое – 30 мм,

правое – 10 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 25 мм. Заголовки глав и параграфов отличаются по размеру и выделяются пустыми строками. Каждая глава начинается с новой страницы, после параграфа следует оставлять две пустых строки.

Крупные таблицы, рисунки и схемы выносятся в приложение. Подписи к рисункам располагаются под рисунком по центру; подписи к таблицам располагаются над таблицей по правому краю. Библиографические ссылки оформляются в соответствии с действующим стандартом.

Требования к содержанию проекта:

1. четкость и доступность изложения материала;
2. соответствие темы работы ее содержанию;
3. актуальность и практическая значимость работы;
4. эрудиция автора, умелое использование различных точек зрения по теме работы;
5. наличие собственных взглядов и выводов по проблеме;
6. умение использовать специальную терминологию и литературу по теме.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

1. Проанализируйте следующие уравнения графические: изобразите векторное поле на прямой, найдите неподвижные точки, классифицируйте их устойчивость и схематично постройте график $x(t)$ при различных начальных условиях. Если возможно, найдите аналитическое решение $x(t)$.

a. $\rightarrow \dot{x} = 4x^2 - 16;$

b. $\rightarrow \dot{x} = 1 - x^{14};$

c. $\rightarrow \dot{x} = x - x^3;$

d. $\rightarrow \dot{x} = e^{-x} \sin x;$

2. Решите логистическое уравнение аналитически двумя путями для произвольного начального условия :

- a. разделите переменные и интегрируйте как элементарные дроби;
- b. сделайте замену переменных и решите получившееся дифференциальное уравнение для x

3. Используйте линейный анализ устойчивости, чтобы классифицировать неподвижные точки следующих систем:

- a. $\dot{x} = x(1 - x)$
- b. $\dot{x} = x(1 - x)(2 - x)$
- c. $\dot{x} = \tan x$
- d. $\dot{x} = x^2(6 - x)$
- e. $\dot{x} = \ln x$

4. Для каждого из следующих уравнений изобразите все качественно различные векторные поля, которые возникают при различных r . Покажите, что седло-узловая бифуркация происходит при критическом значении r , определите его. Изобразите бифуркационные диаграммы неподвижных точек в зависимости от r .

- a. $\dot{x} = 1 + rx + x^2$
- b. $\dot{x} = r - \cosh x$
- c. $\dot{x} = r + x - \ln(1 + x)$
- d. $\dot{x} = r + \frac{x}{2} - \frac{x}{1+x}$

5. Для каждого из следующих уравнений изобразите все качественно различные векторные поля, которые возникают при различных r . Покажите, что транскритическая бифуркация происходит при критическом значении r , определите его. Изобразите бифуркационные диаграммы неподвижных точек в зависимости от r .

- a. $\dot{x} = rx + x^2$
- b. $\dot{x} = x - rx(1 - x)$
- c. $\dot{x} = rx - \ln(1 + x)$
- d. $\dot{x} = x(r - e^x)$

6. Для каждого из следующих уравнений изобразите все качественно различные векторные поля, которые возникают при различных r . Покажите, что бифуркация трезубец происходит при критическом значении r , определите его, классифицируйте как сверхкритическую или докритическую. Изобразите бифуркационные диаграммы неподвижных точек в зависимости от r .

- a. $\dot{x} = rx + 4x^3$
- b. $\dot{x} = rx - \sinh x$
- c. $\dot{x} = rx - 4x^3$
- d. $\dot{x} = x + \frac{rx}{1+x^2}$

7. Решите предложенную систему аналитически, постройте (если необходимо) бифуркационную диаграмму и проанализируйте существование предельных циклов. Постройте в WInSet.

- a. $\begin{cases} \dot{x} = x(a + y) \\ \dot{y} = x + by^2 \end{cases}$
- b. $\begin{cases} \dot{x} = x(y - bx) \\ \dot{y} = y(a + x + y) \end{cases}$
- c. $\begin{cases} \dot{x} = x(b - x) - y \\ \dot{y} = y(x - a) \end{cases}$
- d. $\begin{cases} \dot{x} = x(y - ax) \\ \dot{y} = y(b + x + y) \end{cases}$
- e. $\begin{cases} \dot{x} = b(y - x^2) \\ \dot{y} = x(yx + a) \end{cases}$
- f. $\begin{cases} \dot{x} = x(b - x) - y \\ \dot{y} = y(x - a) \end{cases}$

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
отлично	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.
очень хорошо	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.
хорошо	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.
удовлетворительно	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.
неудовлетворительно	При решении стандартных задач не продemonстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

1. Колебания не возможны:

~в любых системах для физических процессов

=в системах первого порядка

~в системах второго порядка

~для систем с бесконечным временем

2. Малые изменения решения при малых изменениях дополнительных данных задачи и функций, определяющих дифференциальное уравнение, называются:

=устойчивостью решения;

~негрубостью решения;

~качеством решения;

~адекватностью решения.

3. Метод Эйлера - это ... метод анализа динамических систем.

=численный

~аналитический

~графический

~статистический

4. Неподвижная точка - это точка, где производная функции:

=равна нулю

~больше нуля

~ меньше нуля

~стремится к бесконечности

5. Сколько состояний равновесия у модели Ферхюльста?

=2

~1

~0

6. Фазовый портрет - это:

~график функции $f(x)$

=качественная картина поведения всех траекторий системы

~векторное поле в пространстве

~качественная картина состояний равновесия

7. Чтобы проанализировать систему на устойчивость, нужно:

~решить уравнение

~вычислить интеграл функции

~разложить функцию в ряд Тейлора

=линеаризовать уравнение

8. Эффект достижения решением бесконечности за конечное время называется

=взрыв

~катастрофа

~бифуркация

~катарсис

9. Бифуркация - это

=качественные изменения в динамике

~количественное изменение в динамике

~раздвоение

~хаос

10. В суперкритической бифуркации вилки из одной неподвижной точки образуется:

=три неподвижных точки

~две неподвижных точки

~пустота

~одна, но меняется устойчивость

11. Жесткая бифуркация - это

=докритическая

~сверхкритическая

~суперкритическая

~транскритическая

12. Когда при изменении параметров состояния системы неподвижная точка может подойти к краю верхней поверхности и после этого упасть скачком на нижнюю поверхность, происходит:

=катастрофа

~хаос

~авария

~крушение

13. Катастрофа голубого неба - это

=бифуркация

~хаос

~что-то странное

~физическое явление

14. Неподвижная точка исчезает после бифуркации в случае:

=бифуркации седло-узел

~транскритической бифуркации

~обеих видов бифуркаций

~ни одной из указанных

15. Бифуркация седло-узел является

=бифуркацией состояния равновесия

~бифуркацией предельного цикла

~нелокальной бифуркацией

~бифуркацией гомоклинической структуры

16. Выберите пункт, который не является разновидностью бифуркации вилки:

~суперкритическая

~субкритическая

~докритическая

=критическая

17. Система, в которой малое изменение параметров не приводит к качественному перестроению структуры фазового пространства, называется

=грубой

~жесткой

~мягкой

~обыкновенной

18. Динамическая система на плоскости включает

=два дифференциальных уравнения

~одно дифференциальное уравнение

~три дифференциальных уравнения

~произвольное количество уравнений

19. Число независимых событий, необходимых для реализации бифуркации, называется ее

=кратностью

~степенью

~параметром

~масштабом

20. Превращение устойчивого узла в устойчивый фокус

~это бифуркация

=бифуркацией не является

~не возможно

~может быть бифуркацией, а может и не быть, в зависимости от контекста

21. При транскритической бифуркации:

=меняется тип устойчивости состояний равновесия

~меняется количество состояний равновесия

~меняется тип состояния равновесия\': из фокуса в центр

~меняется тип состояния равновесия\': из узла в фокус

22. Состояние равновесия устойчиво, когда

=действительные части корней характеристического уравнения отрицательны

~действительные части корней характеристического уравнения положительны

~мнимые части корней характеристического уравнения отрицательны

~мнимые части корней характеристического уравнения положительны

23. Тип состояния равновесия определяется по

=характеристическому уравнению

~определителю матрицы

~коэффициентам линеаризованной системы

~разложению в ряд Тейлора

24. Если характеристический показатель меньше 0, то

=предельный цикл устойчив

~предельный цикл не устойчив

~предельный цикл не существует

~полуустойчив

25. Критерий Бендиксона-Дюлака используется для

=доказательства отсутствия предельных циклов

~доказательства существования предельных циклов

~определения типа состояния равновесия

~определения устойчивости состояния равновесия

26. Общие методы для отыскания функции Ляпунова:

=не существуют

~общеизвестны

~включают нахождение последовательности производных

~подразумевают линеаризацию исходной системы

27. Отображение Пуанкаре задается функцией

=последования

~наследования

~преследования

~слежения

28. Замкнутая (периодическая) траектория векторного поля, в окрестности которой нет других таких траекторий, называется...

=Предельный цикл

=Орбитальная траектория

~Критическая траектория

~Аттрактор

29. Предельный цикл НЕ может быть

~притягивающим

~отталкивающим

~полуустойчивым

=нейтральным

30. Теорема Кёнигса определяет

=устойчивость неподвижной точки

~вид предельного цикла

~тип состояния равновесия

~разновидность бифуркации

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

1. Что называется динамической системой?
2. Что такое фазовые координаты? Фазовое пространство? Что такое фазовая траектория?
3. Что такое интегральная кривая системы дифференциальных уравнений?
4. Что такое состояние равновесия динамической системы?
5. Какое состояние равновесия называется устойчивым, асимптотически устойчивым?
6. Система линейных д.у. второго порядка. Какой вид имеет характеристическое уравнение такой системы?
7. Как зависит характер состояния равновесия от корней характеристического уравнения.
8. Что такое «пограничный» случай между состояниями равновесия «узел» и «седло» ?
9. Какое состояние равновесия имеет система в случае комплексно-сопряженных корней?
10. Устойчивым или неустойчивым состоянием равновесия является центр?
11. Какое состояние равновесия занимает «промежуточное» положение между устойчивым узлом и устойчивым фокусом? Поясните, что происходит при малых изменениях параметров системы?
12. В каком случае состоянием равновесия системы является дикритический узел?
13. Какая система является линеаризованной системой для данной нелинейной системы? Что такое уравнения первого приближения?
14. Какой вид имеет характеристическое уравнение нелинейной системы?
15. Какое состояние равновесия, называется простым?
16. Сформулируйте результаты А.М. Ляпунова об устойчивости и неустойчивости состояний равновесия нелинейной системы
17. При каких условиях уравнения первого приближения не дают ответа на вопрос об устойчивости состояния равновесия нелинейной системы.

18. При каких условиях для определения характера и устойчивости простых состояний равновесия нелинейной системы можно пользоваться результатами исследованиями линейной системы?

19. Какие состояния равновесия являются негрубыми? Что это означает?

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Проект) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

В рамках данной методики предполагается, что тему проектной работы формулирует сама группа.

- Модель динамики капитала с учётом загрязнения окружающей среды
- Исследование рационального выбора потребителя при условии цикличности предпочтений
- О реализации переходного процесса в случае наличия хаотической динамики цены
- Линейные модели циклов деловой активности
- Модель Хикса
- Модель Гудвина
- Хаотическая динамика и моделирование циклов деловой активности
- Модель Пу

Критерии оценивания (оценочное средство - Проект)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач
отлично	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок

Оценка	Критерии оценивания
	и недочетов.
очень хорошо	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами
удовлетворительно	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	При решении стандартных задач не продemonстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продemonстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном

			все задания, но не в полном объеме	Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	в полном объеме, но некоторые с недочетами	и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-3

Потоки на прямой. Геометрический подход.

Потоки на прямой. Неподвижные точки и устойчивость.
Потоки на прямой. Линейный анализ устойчивости.
Потоки на прямой. Невозможность колебаний.
Потоки на прямой. Бифуркация седло-узел.
Потоки на прямой. Транскритическая бифуркация.
Потоки на прямой. Бифуркация раздвоения (типа вилки).
Потоки на прямой. Несовершенные бифуркации и катастрофы.
Классификация грубых состояний равновесия двумерных потоков.
Потоки на плоскости. Бифуркация седло-узел.
Потоки на плоскости. Транскритическая бифуркация.
Потоки на плоскости. Бифуркация раздвоения (типа вилки).
Предельные циклы. Метод функций Ляпунова.
Предельные циклы. Отображение Пуанкаре.
Устойчивость предельных циклов.
Нормальная форма бифуркации Андронова-Хопфа сложного фокуса.
Основная теорема о бифуркации Андронова-Хопфа в случае двумерных потоков.
Примеры систем бифуркации Андронова-Хопфа в моделях экономической динамики.
Исследование динамических систем с помощью пакета WInSet. Поиск состояний равновесия.
Исследование динамических систем с помощью пакета WInSet. Поиск периодических траекторий.
Исследование динамических систем с помощью пакета WInSet. Поиск объектов со сложной динамикой.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний, умений и навыков в объеме, превышающем программу

Оценка	Критерии оценивания
	подготовки.
отлично	Уровень знаний, умений и навыков в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.
очень хорошо	Уровень знаний, умений и навыков в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок
хорошо	Уровень знаний, умений и навыков в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний, умений и навыков. Допущено много негрубых ошибки.
неудовлетворительно	Уровень знаний, умений и навыков ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие необходимых знаний, умений и навыков. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Юмагулов М. Г. Введение в нелинейную динамику: теория, приложения, модели : учебное пособие для вузов / Юмагулов М. Г. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 368 с. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-507-47417-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=888306&idb=0>.
2. Ильяшенко Ю. С. Избранные задачи теории динамических систем / Ильяшенко Ю. С. - Москва : МЦНМО, 2021. - 128 с. - Книга из коллекции МЦНМО - Математика. - ISBN 978-5-4439-2206-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=828677&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Круглов Евгений Валентинович. Дифференциальные и разностные уравнения: методы решения. Экономические приложения : учебно-методическое пособие / Е. В. Круглов, Ю. А. Кузнецов, Е. А. Таланова ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2020. - 35 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=794631&idb=0>.
2. Лобанов А. И. Математическое моделирование нелинейных процессов : учебник / А. И. Лобанов, И. Б. Петров. - Москва : Юрайт, 2023. - 255 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-9916-8897-0. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=842873&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Операционная система Microsoft Windows
2. Прикладное программное обеспечение Microsoft Office (Word, Excel, Power Point), пакеты WInSet и SciLab
3. <http://elibrary.ru/>
4. <http://www.nber.org/>
5. <http://www.ams.org/journals/>
6. <http://www.informaworld.com/>
7. <http://www.jstor.org/>
8. <http://www.mathnet.ru/>
9. <http://www.ras.ru/>
10. <http://www.sciencedirect.com/science>
11. <http://www.springerlink.com>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 38.03.05 - Бизнес-информатика.

Автор(ы): Капитанова Ольга Владимировна, кандидат физико-математических наук.

Рецензент(ы): Круглов Евгений Валентинович, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Кузнецов Юрий Алексеевич, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 12.12.2023, протокол № 6.