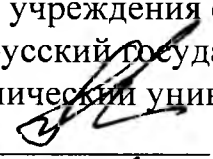


Учреждение образования “Белорусский государственный экономический университет”

УТВЕРЖДАЮ

Ректор учреждения образования
“Белорусский государственный
экономический университет”


В.Ю.Шутили
“29” 06 2021 г.

Регистрационный № УД 4326-21 /уч.

НЕЛИНЕЙНЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ЭКОНОМИКЕ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-31 03 06 «Экономическая кибернетика (по направлениям)»

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 03 06-2013, утвержденного 30.08.2013, № 88.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Асанович В.Я., профессор кафедры математических методов в экономике учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», доктор химических наук, профессор.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Калитин Б.С. профессор кафедры аналитической экономики и эконометрики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук.

Железко Б.А., доцент кафедры маркетинга Белорусского национального технического университета, кандидат технических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой математических методов экономики учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет» (протокол № 10 от 23.02.2021г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет» (протокол № 5 от 22.06 2021).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Динамические математические модели все шире применяются в социологии и экономике. К настоящему времени современная методология анализа нелинейных динамических систем оформилась в новое научное направление, называемое синергетикой. Эта междисциплинарная наука нацелена на выявление общих принципов эволюции и самоорганизации сложных систем в различных областях знания на основе построения и исследования нелинейных динамических математических моделей.

Учебная программа учебной дисциплины «Нелинейные динамические модели в экономике» разработана для обучающихся по специальности 1-310306 (экономическая кибернетика) в соответствии с образовательным стандартом специальности.

Учебная дисциплина «Нелинейные динамические модели в экономике» представляет собой систематизированное изложение теоретико-методологических основ анализа динамики экономических процессов направлена на формирование аналитического творческого мышления, умений и навыков использования аналитических инструментов в практической работе для объективной оценки влияния внешних различных факторов на устойчивость социально-экономических систем. Она является научной базой принятия стратегических и тактических управленческих решений в организационных системах различного уровня подчиненности.

Целью преподавания учебной дисциплины «Нелинейные динамические модели в экономике» является ознакомление студентов с новыми современными методами и подходами к анализу нелинейных систем дифференциальных уравнений, описывающих многочисленные процессы и явления, протекающие в экономических и социальных неравновесных системах. приобретение навыков нелинейного анализа; развитие аналитического мышления у обучающихся; использование результатов анализа в процессе обоснования стратегии развития социально-экономических систем.

Задачи, которые стоят перед изучением учебной дисциплины:

- дать студентам знание теоретических аспектов качественной теории дифференциальных уравнений,
- сформировать у студентов целостное представление об эндогенных экономических колебаниях и комплексной экономической динамике;
- способствовать овладению студентами навыками практического решения задач анализа и прогноза динамики нелинейных процессов в социально-экономических системах, приобретению ими умения самостоятельного моделирования нелинейной экономической динамики;
- освоить методику комплекснозначного анализа важнейших показателей функционирования и развития социально-экономических систем, выявления и использования внутренних резервов для экономического роста.

Структура программы и методика преподавания учебной дисциплины учитывают новые результаты экономических исследований и последние достижения в области педагогики и информационных технологий, ориентируя обучающихся на приобретение соответствующих профессиональных компетенций:

- ПК-2. Способность исследовать закономерности становления и развития экономических объектов в конкретной прикладной области

– ПК-3. Применять современные методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в сфере микро и макроэкономики;

– ПК-4. Самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности;

–ПК-6. Способность формализовывать задачи прикладной области, при решении которых возникает необходимость использования количественных и качественных оценок;

– ПК-8. Разрабатывать перспективные, среднесрочные и текущие планы экономического и социального развития субъектов хозяйствования;

–ПК-9. Проводить комплексный экономический анализ всех видов деятельности организации и разрабатывать меры по эффективному использованию ресурсов, производственных мощностей с целью повышения эффективности производственно-хозяйственной деятельности;

– ПК-12. Способность анализировать данные и оценивать требуемые знания для решения нестандартных задач с использованием математических методов и методов компьютерного моделирования;

– ПК-14. Разрабатывать стратегию развития субъектов хозяйствования всех видов собственности; использовать методы комплексного анализа, планирования и прогнозирования, в практике управления организации.

– ПК-19. Обладать навыками самостоятельной исследовательской работы в области анализа комплексной (сложной) экономической динамики.

В результате изучения учебной дисциплины «Нелинейные динамические модели в экономике» обучающийся должен:

знать:

теоретические основы экономико-математического анализа динамики социально-экономических систем:

- классификацию СЭС,
- виды записи зависимости экономических показателей от времени,
- методы решений дифференциальных уравнений,
- элементы качественной теории дифференциальных уравнений;
- модели экономической динамики для систем различного уровня и вида деятельности,
- существенно нелинейные эффекты в задачах динамики,
- элементы теории бифуркаций,

- элементы теории катастроф, элементарные катастрофы Тома

уметь:

- анализировать обобщенную нелинейную модель экономической динамики,
- строить и анализировать модели экономической динамики на основе обыкновенных дифференциальных уравнений (системы различного уровня и вида деятельности, динамические процессы в экономике с учетом кризисов, переходные и циклические процессы),
- анализировать поведение существенно нелинейных динамических систем,
- проводить бифуркационный анализ модели экономического роста,

иметь навыки:

- расчета и анализа основных экономических показателей динамики экономической деятельности субъектов;
- оценки конкретных ситуаций при принятии решений о стратегических и тактических направлениях экономической деятельности субъекта хозяйствования;
- самостоятельной исследовательской работы в области комплекснозначного анализа динамики сложной экономической системы.

В соответствии с учебным планом специальности 1-310306 (экономическая кибернетика) учебная программа рассчитана на 150 часов, из них аудиторных занятий 68 часов. Распределение по видам занятий: лекций – 30 часов; практических занятий – 16 часов. Лабораторные занятия 22 часа. Рекомендуемая форма контроля – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1 Линейные динамические системы

Цель, задачи и содержание анализа линейных динамических систем. Что такое «нелинейность» и почему базовые экономические модели содержат линейные или линеаризованные динамические системы.

Линейные динамические модели и процессы Фазовый портрет как способ изображения динамического процесса. Неподвижные точки. Понятие аттрактора и репеллера. Виды аттракторов. Автономные системы на плоскости. Построение фазовых портретов на плоскости. Фазовые портреты для канонических систем на плоскости. Классификация линейных систем.

Тема 2. Устойчивость линейных динамических систем

Устойчивость неподвижных точек (равновесий) Функция Ляпунова. Теорема Ляпунова об устойчивости и ее приложения. Структурная устойчивость.

Анализа устойчивости линейных динамических систем в непрерывном времени. Типы равновесий (стационарных состояний) для систем первого порядка. Пример 1: определение характера устойчивости динамики (равновесия) в монетарной модели Кейгана. Пример 2: линеаризация и анализ устойчивости для уравнения динамики капиталовооруженности в модели экономического роста Солоу. Типы равновесий (стационарных состояний) для систем второго порядка. Пример 3: равновесие – неустойчивый узел в модели динамики инфляции и государственного долга Дрейзена. Пример 4: равновесие устойчивый фокус в модель динамики инфляции и безработицы. Пример 5: седловое равновесие для линеаризованной динамической системы в модели Рамсея.

Анализа устойчивости линейных динамических систем в дискретном времени. Типы равновесий (стационарных состояний) для систем первого порядка. Пример 6: определение характера устойчивости динамики адаптивных инфляционных ожиданий. Пример 7: линеаризация и анализ устойчивости для уравнения динамики капиталовооруженности в модели экономического роста Даймонда. Типы равновесий (стационарных состояний) для систем второго порядка. Пример 8. Анализ устойчивости эндогенных колебаний в модели инвестиционного цикла Мецлера..

Тема 3. Эндогенные экономические колебания

Предельные циклы. Существование предельных циклов (теорема Пуанкаре-Бендиксона). Пример 2.1: предельные циклы в модели Калдора. Уравнение Лъенарда. Единственность предельного цикла (теорема Левинсона-Смита). Пример 2.2: предельные циклы в модифицированной модели мультипликатора-

акселератора. Модели типа «хищник-жертва» (уравнения Лотки-Вольтерра). Теорема Хирша-Смейла. Пример 2.3: модель «классовой борьбы» Гудвина.

Тема 4 Теория бифуркаций и ее применение в моделировании экономической динамики

Понятие бифуркации. Структурная устойчивость системы. Сингулярность. Ветвь равновесий. Точка бифуркации и величина бифуркации. Бифуркационная диаграмма.

Бифуркации в моделях с непрерывным временем. Бифуркация типа складки. Пример 1: равновесие на рынке труда. Пример 2: модель монетизации бюджетного дефицита. Складка как бифуркация типа седло-узел. Гистерезис. Пример 3: модель монетизации бюджетного дефицита с учетом реальных эффектов инфляции. Транскритическая бифуркация. Пример 4: стационарные состояния в модели Солоу. Бифуркация типа вилки. Пример 5: редуцированная модель Калдора. Бифуркация Хопфа. Пример 6: бифуркация Хопфа и предельные циклы в модели Калдора.

Бифуркации в моделях в дискретном времени. Бифуркации типа складки, вилки и транскритическая бифуркация в моделях с дискретным временем. Удваивающая период бифуркация. Пример 7: рост населения и удваивающая период бифуркация. Бифуркация Хопфа в моделях с дискретным временем.

Тема 5. Хаос в экономической динамике

Хаотическая динамика в моделях с дискретным временем. Сложная (хаотичная) динамика, определяемая логистическим уравнением. Понятие неподвижной точки периода k . Вторая и последующие итерации отображения для логистического уравнения. Удвоение периода неподвижной точки для логистического уравнения. Сложное поведение системы после прохождения точки аккумуляции. Детерминированный хаос, как одновременное наличие периодических траекторий разного порядка и аperiodических траекторий. Эргодичность и чувствительная зависимость от начальных условий. Определение хаотического отображения. Теорема Ли-Йорка. Пример : хаотическая динамика в неоклассической модели экономического роста с эффектом загрязнения окружающей среды. Перемежающаяся сходимостью.

Хаотическая динамика (странные аттракторы) в моделях с непрерывным временем. Понятие странного аттрактора. Аттрактор Лоренца. Аттрактор Рёсслера. Странные аттракторы и хаотическая динамика в моделях с непрерывным временем

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «НЕЛИНЕЙНЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ЭКОНОМИКЕ

»

ДЛЯ ДНЕВНОЙ ФОРМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Иное	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Количество часов УСР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Линейные динамические системы	4	4						Тесты
2	Устойчивость линейных динамических систем								Тесты, контрольная работа
		6	2		4				
3	Эндогенные экономические колебания	8	4		6				Тесты,
4	Теория бифуркаций и ее применение в моделировании экономической динамики								Тесты контрольная работа
		6	2		6				
5	Хаос в экономической динамике	6	4		6				Тесты
	Всего часов	30	16		22				Зачет

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине «Нелинейные динамические модели в экономике»

В овладении знаниями учебной дисциплины важным этапом является самостоятельная работа студентов. Рекомендуется бюджет времени для самостоятельной работы в среднем 2-2,5 часа на 2-х часовое аудиторное занятие.

Основными направлениями самостоятельной работы студента являются:

- первоначально подробное ознакомление с программой учебной дисциплины;
- ознакомление со списком рекомендуемой литературы по дисциплине в целом и ее разделам, наличие ее в библиотеке и других доступных источниках, изучение необходимой литературы по теме, подбор дополнительной литературы;
- изучение и расширение лекционного материала преподавателя за счет специальной литературы, консультаций;
- подготовка к практическим занятиям по специально разработанным планам с изучением основной и дополнительной литературы;
- подготовка к выполнению диагностических форм контроля (тесты, контрольные работы, устные опросы и т.п.);
- подготовка к зачету.

В качестве домашнего задания студент должен самостоятельно найти в экономической литературе примеры экономических моделей, где нелинейность динамики (предельные циклы, бифуркации, хаос) имеет принципиальное значение. Поиск литературы осуществляется с помощью библиотечных ресурсов интернета. Выбор конкретных научных статей согласовывается с преподавателем в индивидуальном порядке.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Ширяев, В. И. Принятие решений. Динамические задачи. Управление фирмой : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 230400 "Прикладная математика" специальности 230410 "Прикладная математика", по специальности 080116 "Математические методы в экономике" и другим экономическим специальностям / В. И. Ширяев, Е. В. Ширяев. - Изд. стер. - Москва : Либроком, 2016. - 187, [1] с. : ил.

2. Логинова, Н. А. Экономическая синергетика : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 38.03.02 "Менеджмент" / Н. А. Логинова. - Москва : ИНФРА-М, 2019. - 125, [2] с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат).

3. Коннова, Л. П. Математический анализ: практико-ориентированный курс с элементами кейсов : учебник для бакалавриата по направлениям подготовки 38.03.01 "Экономика" и 38.03.02 "Менеджмент" / Л. П. Коннова, А. А. Рылов, И. К. Степанян ; ФГБОУ ВПО "Финансовый ун-т при Правительстве Рос. Федерации" (Финансовый ун-т), Департамент анализа данных, принятия решений и финансовых технологий. - Москва : Прометей, 2019. - 279 с. : ил.

4. Татарников, О. В. Математический анализ для экономистов : учебник для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению подготовки "Экономика" / О. В. Татарников, Е. В. Швед ; Российская экон. акад. им. Г.В. Плеханова. - Москва : КНОРУС, 2020. - 274, [1] с. : ил. - (Бакалавриат).

Дополнительная

5. Калитин, Б.С. Математические модели экономики: Учеб.пособие/ Б. С.Калитин.-Минск: БГУ.- 2004.-182 с.

6. Ахромеева, Т.С., Нестационарные структуры и диффузионный хаос /. – М.: Т.С. Ахромеева, - М.:Наука, 1992, 541 с.

7. Кузнецов, С.П. Динамический хаос.- М.: Физматлит, 2001, 296с.

8. Лоскутов, А.Ю., Введение в синергетику. / А.Ю. Лоскутов - М.: Наука, 1990, 272с.

9.Магницкий, Н.А. Современные методы анализа нелинейных диссипативных систем обыкновенных дифференциальных уравнений. / Н.А. Магницкий – М.: ВМК МГУ, 2004, 112с.

10. Малинецкий , Г.Г., Современные проблемы нелинейной динамики. / Г.Г Малинецкий.– М.: УРСС, 2002, 360с.

11. Постон , Т., Теория катастроф и ее приложение./ Т. Постон -М. Мир, 1980, 617 стр.

12. Петров, Л. Ф. Методы динамического анализа экономики : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по

направлению 080100 "Экономика" и экономическим специальностям / Л. Ф. Петров ; Российская экон. акад. им. Г.В. Плеханова. - Москва : ИНФРА-М, 2012. - 237, [1] с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат).

13. Эрроусмит, Д., Обыкновенные дифференциальные уравнения. Качественная теория с приложениями. /Пер. с англ.- Д.Эрроусмит, К. Плейс, - М.:1986. -243 с.

14. Занг , В.Б. Синергетическая экономика. /Пер. с англ.-В.Б.Занг –М.:Мир, 1999. -335 с.

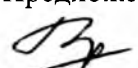
15. Малинецкий, Г.Г. Математические основы синергетики: хаос, структуры, вычислительный эксперимент. / Г.Г. Малинецкий .- Изд. 5-е.- М.:изд-во ЛКИ,2007.- 312 с.

16. Кузнецов, А. П., Нелинейность: от колебаний к хаосу (задачи и учебные программы) /. А. П., Кузнецов - М. –Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2006,. – 188 с.

17. Прогноз и моделирование кризисов и мировой динамики / отв. ред. А.А. Акаев, А.В. Коротаев, Г.Г. Малинецкий ; Российская акад. наук, Ин-т прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Московский гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. - Изд. 2-е. - Москва : Либроком : URSS, 2014. - 350 с. : ил. - (Будущая Россия ; № 21).

18. Протасов, Д. Н. Математическое моделирование экономических систем: учебное электронное издание / Д. Н. Протасов, Н. П. Пучков ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2018. – 94 с. : табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=570447> (дата обращения: 04.06.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8265-1927-1. – Текст : электронный.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Высшая математика	Кафедра высшей математики	Предложений нет  В.В. Косьянчук (подпись)	протокол № 10 от 28 мая 2021 г

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на ____/____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1		

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры математических методов экономики (протокол № ____ от ____ 2021 г.)

Заведующий кафедрой ММЭ _____ Г.О. Читая

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

_____ Д.А.Марушко