

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра информационных систем и математических методов в экономике**

**Авторы-составители: Мулюков Михаил Вадимович**

Рабочая программа дисциплины

**ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЭКОНОМИКИ II**

Код УМК 96055

Утверждено  
Протокол №9  
от «21» мая 2019 г.

Пермь, 2019

## **1. Наименование дисциплины**

Динамические модели экономики II

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **09.03.02** Информационные системы и технологии  
направленность Информационные системы и технологии в экономике

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Динамические модели экономики II** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**09.03.02** Информационные системы и технологии (направленность : Информационные системы и технологии в экономике)

**ПК.1** Способность применять в исследовательской деятельности современный математический аппарат, разрабатывать на основе социально-экономической информации компьютерные модели, проводить вычислительные эксперименты с целью их верификации

#### **Индикаторы**

**ПК.1.1** Применяет в исследовательской деятельности современный математический аппарат, фундаментальные концепции и современные методологии

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	09.03.02 Информационные системы и технологии (направленность: Информационные системы и технологии в экономике)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	7
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	28
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	14
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (7 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Входной контроль**

Для изучения дисциплины требуются знания по следующим темам: комплексные числа, решение квадратных уравнений, деление многочлена на многочлен, таблица интегралов, интегрирование по частям, интегрирование дробно-рациональных выражений, частные производные

### **Общие сведения о дифференциальных уравнениях**

Рассматриваются уравнения с разделяющимися переменными, линейные уравнения первого порядка, уравнение Бернулли, некоторые типы уравнений второго порядка. Методы разделения переменных и вариации произвольных постоянных

### **Общие сведения о разностных уравнениях**

Рассматриваются классы разностных уравнений и их основные свойства. Рассматриваются некоторые классические задачи, использующие разностные уравнения: в частности, последовательность Фибоначчи.

### **Однородные линейные автономные уравнения**

Рассматривается класс линейных автономных однородных дифференциальных и разностных уравнений. Рассматриваются свойства этих уравнений и способы их решения. В качестве примера исследуется модель Самуэльсона-Хикса.

### **Устойчивость линейных автономных уравнений**

Рассматривается класс линейных автономных однородных дифференциальных и разностных уравнений. Рассматриваются методы исследования устойчивости уравнений данного класса.

### **Неоднородные линейные автономные уравнения**

Рассматривается класс линейных автономных неоднородных дифференциальных и разностных уравнений. Рассматриваются методы решения некоторых уравнений данного класса.

### **Системы линейных автономных уравнений**

Рассматриваются системы линейных автономных дифференциальных и разностных уравнений. Для систем этого класса изучается вопрос о поиске решения и исследования устойчивости. В качестве примера исследуется паутинообразная модель рыночного равновесия.

### **Локальная устойчивость систем нелинейных уравнений**

Рассматриваются системы нелинейных автономных дифференциальных и разностных уравнений. Изучается вопрос и поиске точек равновесия данных систем и исследования локальной устойчивости точек равновесия. В качестве примера исследуется модель Гудвина.

### **КМ №1 Решение дифференциальных и разностных уравнений первого порядка**

Цель первой контрольной точки состоит в контроле навыков построения решения дифференциальных и разностных уравнений первого порядка. Контрольное мероприятие проходит в виде письменной контрольной работы.

### **КМ №2 Устойчивость линейных автономных уравнений высших порядков**

Цель второй контрольной точки заключается в контроле уровня знаний постановки задачи устойчивости для линейных автономных дифференциальных и разностных уравнений, умения решать данные уравнения, а так же владения методами исследования устойчивости данных уравнений.

### **Итоговое контрольное мероприятие**

Цель итогового контрольного мероприятия заключается в контроле освоения курса в целом. Для этого

студентам предлагается задача исследования устойчивости положений равновесия нелинейной системы автономных дифференциальных или разностных уравнений. Контрольное мероприятие проходит в виде письменной контрольной работы.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Полосков И. Е. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Курс лекций и практикум: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров «Прикладная математика и информатика» и "Информационные системы и технологии"/М-во науки и высш. образования РФ, Перм. гос. нац. исслед. ун-т.-Пермь:ПГНИУ,2020, ISBN 978-5-7944-3532-0.-226.  
<https://elis.psu.ru/node/631491>
2. Левко С. В. Математический анализ. Практикум по решению задач. учебно-методическое пособие для студентов всех направлений подготовки бакалавров и специальностей механико-математического, экономического и физического факультетов, изучающих дисциплину "Математический анализ" Ч. 3/С. В. Левко, Е. А. Скачкова, Е. А. Шилова ; М-во науки и высш. образования РФ, Пермский государственный национальный исследовательский университет.-Пермь:ПГНИУ,2019, ISBN 978-5-7944-3379-1.-92.-Библиогр.: с. 91 <https://elis.psu.ru/node/602721>
3. Коврижных А. Ю. Дифференциальные и разностные уравнения: Учебное пособие/Коврижных А. Ю..- Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ,2014, ISBN 978-5-7996-1341-9.-148.  
<http://www.iprbookshop.ru/68426.html>

### Дополнительная:

1. Королев, А. В. Дифференциальные и разностные уравнения : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. В. Королев. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 280 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-9896-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/433869>
2. Юмагулов, М. Г. Обыкновенные дифференциальные уравнения : теория и приложения / М. Г. Юмагулов. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 181 с. — ISBN 978-5-4344-0763-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/91969.html>



## 9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<https://www.resolventa.ru/spr/algebra/corner.htm> Деление многочленов  
<https://www.resolventa.ru/spr/algebra/complex.htm> Комплексные числа  
<https://www.resolventa.ru/spr/matan/antiderivative.htm> Неопределённый интеграл  
<https://www.resolventa.ru/index.php/diferencialnie-uravneniya> Дифференциальные уравнения  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20170210.pdf> Разностные уравнения  
<https://www.resolventa.ru/index.php/diferencialnie-uravneniya> Дифференциальные уравнения  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20170210.pdf> Разностные уравнения  
<https://www.resolventa.ru/index.php/diferencialnie-uravneniya> Дифференциальные уравнения  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20170210.pdf> Разностные уравнения  
<https://www.resolventa.ru/index.php/diferencialnie-uravneniya> Дифференциальные уравнения  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20170210.pdf> Разностные уравнения  
<https://www.resolventa.ru/index.php/diferencialnie-uravneniya> Дифференциальные уравнения  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20170210.pdf> Разностные уравнения  
<https://www.resolventa.ru/index.php/diferencialnie-uravneniya> Дифференциальные уравнения  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20170210.pdf> Разностные уравнения  
<https://www.resolventa.ru/index.php/diferencialnie-uravneniya> Дифференциальные уравнения  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20170210.pdf> Разностные уравнения

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Динамические модели экономики II** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)
- доступ в электронную информационно-образовательной среду университета.
- тестирование

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

В учебном процессе для изучения дисциплины «Динамические модели экономики» для проведения лекционных и занятий семинарского типа (практические занятия) требуется аудитория, оснащенная

презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для самостоятельной работы требуется аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, а так же помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации требуется аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Индивидуальные и групповые консультации - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской или аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Динамические модели экономики II**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ПК.1**

**Способность применять в исследовательской деятельности современный математический аппарат, разрабатывать на основе социально-экономической информации компьютерные модели, проводить вычислительные эксперименты с целью их верификации**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ПК.1.1</b> Применяет в исследовательской деятельности современный математический аппарат, фундаментальные концепции и современные методологии</p>	<p>Студент знает фундаментальные концепции построения динамических моделей экономики, умеет применять современный математический аппарат дифференциальных и разностных уравнений применительно к исследованию динамических моделей экономики, владеет навыками применения современной методологии к данной задаче.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает фундаментальных концепций построения динамических моделей экономики. Не понимает постановку задачи исследования динамических моделей экономики. Не владеет навыками применения современной методологии к задаче исследования свойств динамических моделей экономики. Не умеет решать дифференциальные и разностные уравнения, используемые в динамических моделях экономики.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Имеет представления о фундаментальных концепциях построения динамических моделей экономики. Понимает постановку задачи исследования динамических моделей экономики. Частично владеет навыками применения современной методологии к данной задаче. Умеет решать простейшие типы дифференциальные и разностные уравнения, используемые в динамических моделях экономики. Решает задачи медленно, неуверенно. При решении допускает грубые вычислительные ошибки. Не может довести решение ни одной задачи до ответа.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает основные фундаментальные концепции построения динамических моделей экономики.</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Демонстрирует достаточный уровень владения математическим аппаратом дифференциальных и разностных уравнений применительно к исследованию динамических моделей экономики. Умеет применять современную методологии к задаче исследования свойств динамических моделей экономики. Умеет решать большинство дифференциальных и разностных уравнений, используемых в динамических моделях экономики, и исследовать свойства их решений стандартными методами. Допускает вычислительные ошибки либо большое количество мелких вычислительных неточностей или не укладывается в отведенное на решение задач время.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает фундаментальные концепции построения динамических моделей экономики. Демонстрирует полное и уверенное владения математическим аппаратом дифференциальных и разностных уравнений применительно к исследованию динамических моделей экономики. Умеет применять современную методологии к задаче исследования свойств динамических моделей экономики. Полностью владеет методами решения и исследования свойств дифференциальных и разностных уравнений, используемых в динамических моделях экономики. При их реализации укладывается в отведенное время, не допускает грубых вычислительных ошибок или большого количества мелких вычислительных неточностей.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Входной контроль <b>Входное тестирование</b>	Проверяются знания по математическому анализу, статистике и обыкновенным дифференциальным уравнениям.
<b>ПК.1.1</b> Применяет в исследовательской деятельности современный математический аппарат, фундаментальные концепции и современные методологии	КМ №1 Решение дифференциальных и разностных уравнений первого порядка <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Умение решать дифференциальное уравнение Бернулли; Умение решать линейное неоднородное дифференциальное уравнение первого порядка методом Бернулли; Умение решать дифференциальные уравнения первого порядка в разделяющихся переменных; Умение решать линейное автономное разностное уравнение первого порядка.
<b>ПК.1.1</b> Применяет в исследовательской деятельности современный математический аппарат, фундаментальные концепции и современные методологии	КМ №2 Устойчивость линейных автономных уравнений высших порядков <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Умение решать и исследовать устойчивость линейных автономных дифференциальных и разностных уравнений высших порядков
<b>ПК.1.1</b> Применяет в исследовательской деятельности современный математический аппарат, фундаментальные концепции и современные методологии	Итоговое контрольное мероприятие <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Умение решать и исследовать устойчивость систем автономных дифференциальных и разностных уравнений

## Спецификация мероприятий текущего контроля

### Входной контроль

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Максимальный результат	20
Допустимый уровень знаний, достаточный для прохождения курса	9
Проводится в форме теста. Задачи с выбором ответа. За каждый правильный ответ 1 балл	1

### КМ №1 Решение дифференциальных и разностных уравнений первого порядка

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Студент решил дифференциальное уравнение Бернулли и неоднородное линейное дифференциальное уравнение первого порядка	17
Студент решил хотя бы одно разностное или дифференциальное уравнение	13

### КМ №2 Устойчивость линейных автономных уравнений высших порядков

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Исследовать асимптотическую устойчивость линейного неоднородного дифференциального или разностного уравнения высшего порядка	17
Решить линейное неоднородное дифференциальное или разностное уравнение второго порядка	13

### Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Исследовать локальную устойчивость положений равновесия системы нелинейных автономных дифференциальных или разностных уравнений	23
Найти все положения равновесия системы нелинейных автономных дифференциальных	17

или разностных уравнений