

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра информационных систем и математических методов в экономике

Авторы-составители: **Бячков Андрей Борисович**
Мулюков Михаил Вадимович

Рабочая программа дисциплины
ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЭКОНОМИКИ
Код УМК 95804

Утверждено
Протокол №8
от «28» апреля 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Динамические модели экономики

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление: **38.03.05** Бизнес-информатика
направленность Бизнес-аналитика

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

38.03.05 Бизнес-информатика (направленность : Бизнес-аналитика)

ПК.15 способен использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для экспериментального и теоретического исследования объектов профессиональной деятельности

ПК.3 способен на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные математические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	38.03.05 Бизнес-информатика (направленность: Бизнес-аналитика)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	6
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	28
Проведение практических занятий, семинаров	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (6 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 конкуренции предприятий в виде системы Лотки-Вольтерры.

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
<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
<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** 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-образовательную среду университета.

Специальное ПО не требуется

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.

Для проведения групповых (индивидуальных) консультаций требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, 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**

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

ПК.15

способен использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для экспериментального и теоретического исследования объектов профессиональной деятельности

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.15 способен использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для экспериментального и теоретического исследования объектов профессиональной деятельности</p>	<p>Знает постановку задачи исследования динамических моделей экономики. Владеет математическим аппаратом и инструментальными средствами для экспериментального и теоретического исследования динамических моделей экономики. Умеет решать и исследовать свойства дифференциальных и разностных уравнений, используемых в динамических моделях экономики.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не понимает постановку задачи исследования динамических моделей экономики. Не владеет математическим аппаратом и инструментальными средствами для экспериментального и теоретического исследования динамических моделей экономики. Не умеет решать дифференциальные и разностные уравнения, используемые в динамических моделях экономики.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Понимает постановку задачи исследования динамических моделей экономики. Имеет представление о математическом аппарате и инструментальных средствах для экспериментального и теоретического исследования динамических моделей экономики. 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">Хорошо</p> <p>Демонстрирует достаточный уровень владения математическим аппаратом и инструментальными средствами для экспериментального и теоретического</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>исследования 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;">Отлично</p> <p>Демонстрирует полное и уверенное владения математическим аппаратом и инструментальными средствами для экспериментального и теоретического исследования 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>

ПК.3

способен на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные математические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.3 способен на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные математические модели, анализировать и содержательно</p>	<p>Умеет строить стандартные динамические модели экономики на основе описания экономических процессов и явлений. Владеет методами анализа систем дифференциальных и разностных уравнений, используемых в динамических</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не способен строить стандартные динамические модели экономики. Не может провести анализ и содержательно интерпретировать полученные результаты. Не понимает задачу исследования свойств динамической модели экономики. Не имеет строить и исследовать свойства решения систем дифференциальных и</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
интерпретировать полученные результаты	<p>моделях экономики, и умеет содержательно интерпретировать полученные результаты.</p> <p>Знает основные методы исследования асимптотических свойств нелинейных динамических моделей экономики.</p>	<p>Неудовлетворител разностных уравнений, используемых в динамических моделях экономики.</p> <p>Удовлетворительн Имеет представление о способах построения стандартных динамических моделях экономики на основе описания экономических процессов и явлений. Может провести простейший анализ свойств динамической модели экономики. Умеет решать некоторые системы дифференциальных и разностных уравнений, используемых 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>Хорошо Демонстрирует достаточное владение способами построения и анализа стандартных динамических моделях экономики на основе описания экономических процессов и явлений. Может содержательно интерпретировать полученные результаты. Умеет решать системы дифференциальных и разностных уравнений, используемых в динамических моделях экономики. Допускает вычислительные ошибки либо большое количество мелких вычислительных неточностей или не укладывается в отведенное на решение задач время.</p> <p>Отлично Демонстрирует полное и уверенное владение способами построения и анализа стандартных динамических моделях экономики на основе описания экономических процессов и явлений. Может содержательно интерпретировать полученные результаты. Полностью владеет методами построения</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>решения системы дифференциальных и разностных уравнений, используемых в динамических моделях экономики. Знает основные методы исследования асимптотических свойств нелинейных динамических моделей 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
Входной контроль	Входной контроль Входное тестирование	Контролируемые знания: комплексные числа, решение квадратных уравнений, деление многочлена на многочлен, таблица интегралов, интегрирование по частям, интегрирование дробно-рациональных выражений, частные производные
ПК.15 способен использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для экспериментального и теоретического исследования объектов профессиональной деятельности	КМ №1 Решение дифференциальных и разностных уравнений первого порядка Письменное контрольное мероприятие	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.
ПК.3 способен на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные математические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты	КМ №2 Устойчивость линейных автономных уравнений высших порядков Письменное контрольное мероприятие	Умение решать и исследовать устойчивость линейных автономных дифференциальных и разностных уравнений высших порядков

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.3 способен на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные математические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты</p> <p>ПК.15 способен использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для экспериментального и теоретического исследования объектов профессиональной деятельности</p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Умение решать и исследовать устойчивость систем автономных дифференциальных и разностных уравнений</p>

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 или разностных уравнений	17