

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное автономное 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

DYNAMIC MODELS OF ECONOMICS

Код УМК 97824

**Утверждено
Протокол №9
от «06» июня 2022 г.**

Пермь, 2022

1. Наименование дисциплины

Dynamic Models of Economics

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление подготовки: **38.03.05** Бизнес-информатика

направленность Информационные системы и большие данные

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Dynamic Models of Economics** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

38.03.05 Бизнес-информатика (направленность : Информационные системы и большие данные)

ОПК.4 Способен применять статистические и экономико-математические методы для обработки экономической информации и выявления закономерностей экономических процессов

Индикаторы

ОПК.4.1 Применяет основные методы математического анализа для количественной оценки социально-экономических процессов

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	38.03.05 Бизнес-информатика (направленность: Информационные системы и большие данные)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	10
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 (10 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Input control

To study the discipline, knowledge is required on the following topics: complex numbers, solving quadratic equations, dividing a polynomial by a polynomial, a table of integrals, integration by parts, integration of fractional rational expressions, partial derivatives

General information about differential equations

Equations with separable variables, first-order linear equations, Bernoulli's equation, some types of second-order equations are considered. Methods of separation of variables and variations of arbitrary constants. The Solow model is considered.

General information about difference equations

Classes of difference equations and their main properties are considered. Some classical problems using difference equations are considered: in particular, the Fibonacci sequence.

Homogeneous linear autonomous equations

A class of linear autonomous homogeneous differential and difference equations is considered. The properties of these equations and methods for their solution are considered. As an example, the Harrod-Damar model is investigated.

Stability of linear autonomous equations

A class of linear autonomous homogeneous differential and difference equations is considered. Methods for studying the stability of equations of this class are considered.

Inhomogeneous linear autonomous equations

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

Systems of linear autonomous equations

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.

Local stability of systems of nonlinear equations

Systems of nonlinear autonomous differential and difference equations are considered. The question is being studied and the search for equilibrium points of these systems and the study of local stability of equilibrium points. As an example, the model of competition of enterprises in the form of the Lotka-Volterra system is studied.

Test No. 1 Solution of differential and difference equations of the first order

The purpose of the first control point is to control the skills of constructing the solution of differential and difference equations of the first order. The control event takes the form of a written control work.

Test No. 2 Stability of linear autonomous equations of higher orders

The purpose of the second control point is to control the level of knowledge of the formulation of the stability problem for linear autonomous differential and difference equations, the ability to solve these equations, as well as the possession of methods for studying the stability of these equations.

Final test

The purpose of the final control event is to control the development of the course as a whole. For this, students

are offered the task of studying the stability of the equilibrium positions of a nonlinear system of autonomous differential or difference equations. The control event takes the form of a written control work.

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 аудиторные 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. Maksimov V. P. Optimal control of dynamic economic models. An elementary introduction/V. P. Maksimov.-Пермь:Пермский государственный национальный исследовательский университет,2006, ISBN 5-7944-0718-2.-1. <https://elis.psu.ru/node/468046>

Дополнительная:

1. Maksimov V. P. Continuous mathematical models. Computer workshop on attainability and control problems:textbook/Vladimir P. Maksimov.-Perm:Perm University Press,2019, ISBN 978-5-7944-3319-7.-119. <https://elis.psu.ru/node/596003>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<https://www.khanacademy.org/math/differential-equations> Differential equations

<https://www.khanacademy.org/math/differential-equations/second-order-differential-equations#linear-homogeneous-2nd-order> Second order differential equations

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

Образовательный процесс по дисциплине **Dynamic Models of Economics** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- presentation materials (slides on the topics of lectures and practical classes);
 - on-line access to the Electronic Library System (ELIS)
 - access to the electronic information and educational environment of the university.
- No special software required

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

In the educational process for studying the discipline "Dynamic Models of the Economy" for lectures and seminars (practical classes), an audience is required, equipped with presentation equipment (projector, screen, computer / laptop) with appropriate software, chalk (and) or marker board.

For independent work, an audience is required, equipped with computer equipment with the ability to connect to the Internet, provided with access to the electronic information and educational environment of the university, as well as the premises of the Scientific Library of Perm State National Research University.

To conduct current control and intermediate certification, an audience equipped with a chalk (s) or marker board is required.

Individual and group consultations - classroom equipped with presentation equipment (projector, screen, computer/laptop) with appropriate software, chalk(s) or whiteboard or classroom equipped with chalk(s) or whiteboard

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
Dynamic Models of Economics

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

ОПК.4

Способен применять статистические и экономико-математические методы для обработки экономической информации и выявления закономерностей экономических процессов

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ОПК.4.1 Применяет основные методы математического анализа для количественной оценки социально-экономических процессов	The student knows the basic methods of mathematical analysis for the quantitative assessment of socio-economic processes, the student is able to apply the basic methods of mathematical analysis for the quantitative assessment of socio-economic processes, the student owns the basic methods of mathematical analysis for the quantitative assessment of socio-economic processes.	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Студент не знает основные методы математического анализа для количественной оценки социально-экономических процессов, студент не умеет применять основные методы математического анализа для количественной оценки социально-экономических процессов, студент не владеет основными методами математического анализа для количественной оценки социально-экономических процессов.</p> <p>The student does not know the basic methods of mathematical analysis for the quantitative assessment of socio-economic processes, the student does not know how to apply the basic methods of mathematical analysis for the quantitative assessment of socio-economic processes, the student does not know the basic methods of mathematical analysis for the quantitative assessment of socio-economic processes.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Студент знает основные методы математического анализа для количественной оценки социально-экономических процессов на удовлетворительном уровне, студент умеет применять основные методы математического анализа для количественной оценки социально-экономических процессов на удовлетворительном уровне, студент неуверенно владеет основными</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>методами математического анализа для количественной оценки социально-экономических процессов.</p> <p>The student knows the basic methods of mathematical analysis for the quantitative assessment of socio-economic processes at a satisfactory level, the student is able to apply the basic methods of mathematical analysis to quantify socio-economic processes at a satisfactory level, the student is uncertain about the basic methods of mathematical analysis for the quantitative assessment of socio-economic processes.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Студент в целом знает основные методы математического анализа для количественной оценки социально-экономических процессов, студент достаточно хорошо умеет применять основные методы математического анализа для количественной оценки социально-экономических процессов, студент владеет основными методами математического анализа для количественной оценки социально-экономических процессов на хорошем уровне.</p> <p>The student as a whole knows the basic methods of mathematical analysis for the quantitative assessment of socio-economic processes, the student is quite well able to apply the basic methods of mathematical analysis for the quantitative assessment of socio-economic processes, the student owns the basic methods of mathematical analysis for the quantitative assessment of socio-economic processes at a good level.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Студент полностью знает основные методы математического анализа для количественной оценки социально-</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>экономических процессов, студент умеет применять основные методы математического анализа для количественной оценки социально- экономических процессов на высоком уровне, студент превосходно владеет основными методами математического анализа для количественной оценки социально- экономических процессов.</p> <p>The student fully knows the basic methods of mathematical analysis for the quantitative assessment of socio-economic processes, the student is able to apply the basic methods of mathematical analysis to quantify socio- economic processes at a high level, the student has an excellent command of the basic methods of mathematical analysis for the quantitative assessment of socio-economic processes.</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 41 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 41 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Input control Входное тестирование	Knowledge under control: complex numbers, solving quadratic equations, dividing a polynomial by a polynomial, table of integrals, integration by parts, integration of fractional rational expressions, partial derivatives
ОПК.4.1 Применяет основные методы математического анализа для количественной оценки социально-экономических процессов	Test No. 1 Solution of differential and difference equations of the first order Письменное контрольное мероприятие	Ability to solve Bernoulli's differential equation; Ability to solve a linear inhomogeneous differential equation of the first order by the Bernoulli method; Ability to solve first-order differential equations in separable variables Ability to solve a linear autonomous difference equation of the first order.
ОПК.4.1 Применяет основные методы математического анализа для количественной оценки социально-экономических процессов	Test No. 2 Stability of linear autonomous equations of higher orders Письменное контрольное мероприятие	Ability to solve and investigate the stability of linear autonomous differential and difference equations of higher orders
ОПК.4.1 Применяет основные методы математического анализа для количественной оценки социально-экономических процессов	Final test Итоговое контрольное мероприятие	Ability to solve and investigate the stability of systems of autonomous differential and difference equations

Спецификация мероприятий текущего контроля

Input control

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

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

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

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Max score	20
At least half of the tasks is solved	8.1

Test No. 1 Solution of differential and difference equations of the first order

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

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

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

Проходной балл: **12.3**

Показатели оценивания	Баллы
The student solved the Bernoulli differential equation and the non-homogeneous linear differential equation of the first order	17
The student solved at least one difference or differential equation	13

Test No. 2 Stability of linear autonomous equations of higher orders

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

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

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

Проходной балл: **12.3**

Показатели оценивания	Баллы
The asymptotic properties of the solution of the linear autonomous differential and difference equation	10
A particular solution of the linear autonomous differential and difference equation is found	10
The general solution of the linear autonomous differential and difference equation is found	10

Final test

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

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

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

Проходной балл: **16.4**

Показатели оценивания	Баллы
Investigate the local stability of the equilibrium positions of a system of nonlinear autonomous differential or difference equations	10
Find a particular solution to a system of linear autonomous or difference equations	10
Find a general solution to a system of linear autonomous or difference equations	

	10
Find all equilibrium positions of a system of nonlinear autonomous differential or difference equations	10