

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Суворов Антон Дмитриевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 13.02.2025 16:22:10  
Уникальный программный ключ:  
a39bdb15d680d3b0adbfc0af5c1efb14747dc0



Государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«РОССИЙСКАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ШКОЛА»**  
(институт)

УТВЕРЖДАЮ  
ректор А.Д. Суворов

«27» ноября 2024 г.

Рабочая программа дисциплины  
**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАКРОЭКОНОМИКА**

<u>НАУЧНАЯ</u>	5.2.2. Математические, статистические и
<u>СПЕЦИАЛЬНОСТЬ:</u>	инструментальные методы в экономике
<u>УРОВЕНЬ</u>	Аспирантура
<u>ОБРАЗОВАНИЯ:</u>	
<u>ФОРМА ОБУЧЕНИЯ:</u>	Очная

Москва  
2024

Рабочая программа дисциплины устанавливает минимальные требования к результатам обучения аспиранта и определяет содержание и виды учебных занятий, форм и средств отчетности и контроля.

Программа является элементом образовательной программы аспирантуры по научной специальности 5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике.

**Автор:**

Профессор департамента экономики, PhD in Economics

О. Кузьмина

---

*(должность на кафедре, ученая степень, ученое звание)*

*(И.О.Фамилия)*

Рабочая программа одобрена и рекомендована к утверждению на заседании Совета Аспирантуры.

Протокол № 10/24 от 21.11.2024

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель курса – ознакомление студентов не только с теоретическим инструментарием макроэкономики продвинутого уровня, но и с вычислительными методами, необходимыми для решения моделей. Задача курса – научить студентов оценивать макроэкономические модели на реальных данных с помощью компьютерных программ и использовать их для поиска ответов на количественные вопросы. Также курс нацелен на то, чтобы студенты познакомились с основными вычислительными алгоритмами для решения таких задач, как задачи оптимизации, аппроксимации, интерполяции, численного интегрирования, а также других вычислительных задач.

## 2. Планируемые результаты обучения

Результатом освоения основной профессиональной образовательной программы является овладение студентами научно-исследовательским, проектно-экономическим, аналитическим, организационно-управленческим видами профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины выпускник должен:

**знать** современные теоретические подходы к моделированию макроэкономических систем; вычислительные методы и алгоритмы, используемые для решения динамических макроэкономических моделей; основные преимущества и недостатки этих алгоритмов;

**уметь** использовать на практике изученные вычислительные методы и алгоритмы для решения макроэкономических задач; реализовать основные алгоритмы в среде программирования Matlab;

**владеть** современными методами сбора, обработки и анализа макроэкономических данных; методами и приемами анализа макроэкономических явлений и процессов с помощью одномерных и многомерных моделей, динамического программирования.

### 3. Содержание и структура учебной дисциплины

	Название раздела дисциплины	Тру дое мко сть (зач етн ые еди ниц ы)	Трудоемкость (академ. часы)			Сам осто ятел ьная рабо та	
			О б щ ая	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
				Лек ции	Се ми на ры		Лаб. раб. и/или др. виды
1.	Динамическое программирование. Математические основы. Теорема о сжимающем отображении. Достаточные условия Блэквелла. Динамическое программирование в условиях неопределенности.		9	4	2	3	
2.	Динамическое программирование в дискретном пространстве состояний. Алгоритм, основанный на итерациях функции ценности и его модификации. Алгоритм, основанный на итерациях функции политики. Интерполяция и сплайны.		9	4	2	3	
3.	Методы линейной аппроксимации. Алгоритм линейно-квадратичной аппроксимации. Метод малых возмущений первого порядка.		9	4	2	3	
4.	Методы малых возмущений второго и более высоких порядков.		9	4	2	3	
5.	Методы проекций. Метод конечных элементов. Спектральные методы.		9	4	2	3	
6.	Алгоритм параметризованных ожиданий.		9	4	2	3	
7.	Модели с неоднородными агентами экономики с неполными рынками. Вычисление стационарного распределения. Переходная динамика. Модель с агрегированными шоками и алгоритм Крассела-Смита.		9	4	2	3	
	Форма промежуточной аттестации - экзамен		9				
	<b>ИТОГО</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>21</b>	

### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

На первой лекции обучающимся объявляются условия и требования к освоению дисциплины в соответствии с изложенными в РПД. Обучающимся рекомендуется в рамках каждой темы ознакомиться с предложенной основной литературой, выполнить письменно домашние задания для проверки усвоения

материала.

Существенную часть самостоятельной работы обучающихся составляет самостоятельное изучение учебных и научных изданий, лекционных конспектов, рекомендованной основной и дополнительной литературы, интернет-ресурсов и пр.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся разработаны «Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся», в которых описан порядок работы с научной литературой, даны рекомендации по написанию рефератов, эссе, конспектов, рецензий, аннотаций, решению кейсов и т.п.

## **5. Формы контроля и фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине**

### **5.1 Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в форме экзамена. Экзаменационные задания формируются на основе материалов дисциплины и/или по типу домашних заданий.

### **5.2. Текущий контроль успеваемости обучающихся**

Текущий контроль успеваемости обучающихся формируется на основе выполнения домашних заданий.

### **5.3 Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих формирование компетенций.**

Формирование оценки промежуточного контроля

	<i>Вычислительная макроэкономика</i>	
	Домашние задания	Финальный экзамен
Вес (%)	50	50
Количество	4	1

Домашние задания: несколько (не более 4) домашних заданий, предполагающих написание программы с помощью языка программирования MATLAB (также допускается использование языков GNU Octave, Fortran 90, Python, C++ и некоторых других). Сдача домашнего задания позднее установленного срока приводит к существенному снижению оценки.

Финальный экзамен проходит в письменной форме в формате closed-book и состоит из нескольких вопросов по научным статьям. Статьи, по которым могут быть заданы вопросы в экзамене, будут розданы студентам заранее. Некоторые задания экзамена предполагают написание кода программы на

языке MATLAB.

*Краткие методические рекомендации по подготовке к экзамену:*

Подготовка к экзамену и его результативность требует умения оптимально организовывать свое время. Идеально, если студент познакомился с основными представлениями и понятиями курса в аудиторном процессе изучения дисциплины. Тогда подготовка к зачету по контрольным вопросам позволит систематизировать материал и глубже его усвоить.

Работу лучше начинать с распределения предложенных контрольных вопросов по разделам и темам курса.

Затем необходимо изучить рекомендованные теоретические источники (конспект лекций, учебники, монографии, слайды к лекциям).

При изучении материала следует выделять основные понятия и определения, можно их законспектировать. Выделение опорных понятий дает возможность систематизировать представления по дисциплине и, соответственно, результативнее подготовиться к экзамену.

Экзамен проводится в письменной форме, в результате которого студент должен решить поставленную задачу и аргументировать решение. Успешный ответ на экзаменационный вопрос предполагает процесс продумывания логики изложения материала.

#### **5.4. Методические материалы по процедуре оценивания**

Оценка работы обучающихся производится, исходя из общей суммы баллов, набранных в течение курса.

Для оценивания уровня освоения материала по дисциплине используется следующая шкала оценок:

- 1) Домашние задания – 50% от итоговой оценки
- 2) Финальный экзамен – 50% от итоговой оценки

$$\text{Орез} = 0.5 * \text{Одз} + 0.5 * \text{Оэкз}$$

**При оценке знаний на письменном экзамене учитывается:**

1. Уровень владения теоретической базой дисциплины, правильность формулировки основных понятий и понимания закономерностей при решении задач.
2. Умение решить поставленные задачи за ограниченный промежуток времени.
3. Логика, структура и грамотность письменного изложения решения задачи.
4. Умение обосновать практические результаты с помощью теории и подтвердить теорию с помощью проведения практических исследований и необходимых вычислений.
5. Умение делать обобщения и выводы относительно практических

результатов и научной литературы, предложенной к прочтению.

Для получения оценки **«отлично»** студент должен:

- продемонстрировать свободное владение программным материалом;
- уметь грамотно пользоваться теоретическим материалом при решении задач;
- правильно формулировать определения при использовании их в решении задач и ответе на теоретические вопросы;
- продемонстрировать умения самостоятельной работы с научной литературой и необходимым программным обеспечением;
- уметь решить поставленные задачи и сделать обоснованные и убедительные выводы на основе полученных результатов.

Для получения оценки **«хорошо»** студент должен:

- продемонстрировать достаточно свободное владение программным материалом;
- уметь достаточно грамотно пользоваться теоретическим материалом при решении задач;
- продемонстрировать знание основных теоретических понятий и определений дисциплины при решении задач;
- продемонстрировать умение ориентироваться в научной литературе и необходимом программном обеспечении;
- уметь решить значительную часть задач и сделать достаточно обоснованные и убедительные выводы на основе полученных результатов.

Для получения оценки **«удовлетворительно»** студент должен:

- продемонстрировать общее знание программного материала;
- уметь воспользоваться теоретическими основами пройденного материала при решении задач;
- продемонстрировать общее владение понятийным аппаратом дисциплины для понимания процессов, происходящих в задачах;
- знать основную рекомендуемую программой научную литературу и владеть основами работы с необходимым программным обеспечением.
- уметь решать значительную часть задач.

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится в случае:

- незнания значительной части программного материала;
- неумения пользоваться теоретическими основами пройденного материала при решении задач;
- непонимания происходящих в задачах процессов;
- незнания требуемой научной литературы и неумения работать с необходимым программным обеспечением;
- неумения решать значительную часть поставленных задач.

## 5.5. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости обучающихся формируется из типовых контрольных заданий к экзамену и домашних заданий.

**Примеры заданий, которые могут встретиться на экзамене или в домашнем задании:**

### Задача 1.

Рассмотрим стохастическую версию неоклассической модели роста

$$v(k, z) = \max_{k' \in [0, f(k, z)]} \{u(f(k, z) - k') + \beta E\{v(k', z') | z\}\} \quad (FE)$$

Пусть функция полезности и производственная функция представлены как  $u(c) = c^\gamma / \gamma$  и  $f(k, z) = \exp(z) k^\alpha + (1 - \delta)k$ .

Производственный шок  $z$  является стохастическим процессом типа AR(1),  $z' = \rho z + \epsilon'$ , где  $\epsilon'$  – независимые одинаково распределенные случайные величины типа  $N(0, \sigma^2)$ . Пусть  $\beta = 0.9$ ,  $\gamma = -1$ ,  $\alpha = 0.3$ ,  $\delta = 0.1$ ,  $\rho = 0.85$  и  $\sigma = 0.05$ . Пусть  $M = 100$  и  $K = \{k_1, k_2, \dots, k_M\}$ , где  $k_1 = 0.01\bar{k}$  и  $k_M = 1.5\bar{k}$ , а  $\bar{k}$  – детерминированный уровень устойчивого уровня капитала, причем и расстояние между двумя последовательными точками в  $K$  постоянно.

- 1) Используя метод Таукена (см. Tauchen, G. (1986), «Finite State Markov-Chain Approximations to Univariate and Vector Autoregressions») для построения 3х мерной цепи Маркова над  $Z = \{z_1, z_2, z_3\}$ , которая приближает AR (1) процесс для  $z$ . Запишите уравнение Беллмана для дискретной версии модели.
- 2) Напишите программу в MATLAB, которая численно решает стохастическую модель роста, используя функцию ценности. Разработайте 2 алгоритма: с и без линейной интерполяции функции ценности. Постройте графики функции ценности и функции политики.
- 3) Предположим, что данная модель квартальная. Смоделируйте экономику на 50 лет (200 периодов). Постройте стохастическую реализацию данной экономики  $\{y_t, c_t, i_t, k_t\}_{t=0}^{119}$ , начиная с  $z_0 = 0$ ,  $k_0 = \bar{k}$ . Используйте фильтр Ходрика-Прескотта с  $\lambda=1600$ , чтобы рассчитать и построить отклонения логарифмов смоделированных данных  $\{y_t, c_t, i_t, k_t\}$  относительно их трендов Ходрика-Прескотта HP (1600).
- 4) Получите 100 независимых стохастических реализаций данной экономики и напишите программу в системе MATLAB, которая вычисляет показатели, описывающие флуктуации (бизнес-циклы) величин  $\{y_t, c_t, i_t, k_t\}$  (см. Hansen, G.B. (1985) “Indivisible Labor and the Business Cycle”, Journal of Monetary Economics: 16; Kydland F. E. and Edward C. Prescott, (1990) “Business Cycles: Real Facts and a Monetary

Myth”, Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review (Spring): 318)..

### Задача 2. LQ- приближение.

Рассмотрим стохастическую модель роста с делимым трудом, описанную у Хансена (1985):

$$\max_{\{c_t, n_t\}_{t=0}^{\infty}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(c_t, 1 - n_t)$$

при условиях

$$c_t + i_t \leq z_t k_t^\theta n_t^{1-\theta},$$

$$k_{t+1} = i_t + (1 - \delta)k_t,$$

$$z_{t+1} = \gamma z_t + \epsilon_{t+1}, \quad \ln(\epsilon_t) \sim N(\mu, \sigma^2),$$

где  $c_t \geq 0$ ,  $0 < n_t \leq 1$ , и величина  $k_0$  известна. Предположим, что функция полезности выглядит как  $u(c_t, 1 - n_t) = \log(c_t) + A \log(1 - n_t)$ .

Пусть  $\beta=0.99$ ,  $A=2$ ,  $\theta=0.36$ ,  $\delta=0.025$ , и  $\gamma=0.95$ .

Отметим, что производственный шок имеет логнормальное распределение со средним  $E(\epsilon_t) = m = 1 - \gamma$  и дисперсией  $Var(\epsilon_t) = v = 0.00712^2$ . Таким образом,  $\ln(\epsilon_t) \sim N(\mu, \sigma^2)$ , где  $\sigma^2 = \ln\left(\frac{v}{m^2} + 1\right)$  и  $\mu = \ln(m) - \frac{1}{2}\sigma^2$ .

- Напишите программу в MATLAB, которая использует алгоритм LQ-приближения, чтобы воспроизвести статистические данные для экономики с *делимой* рабочей силой (третья и четвертая колонка в таблице 1).
- Измените вашу программу, чтобы она воспроизводила статистические данные для экономики с *неделимой* рабочей силой (пятая и шестая колонка в таблице 1). Отметим, что репрезентативный агент в данной версии модели имеет функцию полезности, заданную соотношением  $u(c_t, n_t) = \log(c_t) + B(1 - n_t)$ , где  $B = -A \frac{\log(1-h_0)}{h_0}$  и  $h_0 = 0.53$ .

## 6. Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины

### Литература

1. Моделирование экономических процессов: учебник / ред. М.В. Грачевой, Ю.Н. Черемных, Е.А. Тумановой. - Москва: Юнити-Дана, 2015. - 544 с. [Электронный ресурс] - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=119452>
2. Ljungqvist, Lars & Sargent, Thomas J., Recursive Macroeconomic Theory, The MIT Press, 2nd ed., 2004
3. Stokey, Nancy L., Lucas, Robert E. & Prescott, Edward C., Recursive Methods in Economic Dynamics, Harvard University Press, 1989
4. Грацинская, Г.В. Методология построения математических моделей и

оценка параметров динамики экономических систем / Г.В. Грацинская, В.Ф. Пучков. - Москва : Креативная экономика, 2011. - 240 с. - ISBN 978-5-91292-078-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=132790>

5. Гетманчук, А.В. Экономико-математические методы и модели : учебное пособие / А.В. Гетманчук, М.М. Ермилов. - Москва : Дашков и Ко, 2015. - 186 с. - (Учебные издания для бакалавров). - ISBN 978-5-394-01575-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=112332>

#### Ресурсное обеспечение:

Официальный сайт Министерства финансов РФ <http://www.minfin.ru/>

Официальный сайт Центрального Банка РФ <http://www.cbr.ru/>

Официальный сайт Росбизнесконсалтинга <http://www.rbc.ru/>

Официальный сайт Российской Коллегии аудиторов [www.rkanp.ru](http://www.rkanp.ru)

Справочно-образовательный сайт "Economicus" <http://www.economicus.ru/>

Интернет-ресурс для проверки текстов на плагиат <https://plagiarism.org/>

СПС «Консультант Плюс» <http://www.consultant.ru>

RUSLANA, база данных о компаниях России, Украины, Казахстана, с детализированной отчетностью за 10 последних лет

<https://ruslana.bvdep.com/version-20181030/home.serv?product=ruslana>

"Ведомости "Vedomosti" [www.vedomosti.ru](http://www.vedomosti.ru)

Thomson Reuters Eikon - информационно-аналитический терминал с базами данных <https://www.thomsonreuters.com/en.html>

Электронный архив зарубежных журналов [www.jstor.org](http://www.jstor.org)

ScienceDirect

Polpred.com

[HTTP://www.uirussia.msu.ru](http://www.uirussia.msu.ru)

## **7. Материально – техническое и информационное обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

**Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа** – укомплектованы специализированной (учебной) мебелью, оборудованы компьютером, имеющим выход в интернет, видеопроjectionным оборудованием для презентаций и учебных фильмов, средствами звуковоспроизведения, экраном, маркерной доской с маркерами, тематическим набором слайдов, соответствующим рабочей программе дисциплины.

**Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, а также для групповых и индивидуальных консультаций, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации** – укомплектованы специализированной (учебной) мебелью, мультимедийным оборудованием, а

также техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, маркерной доской с маркерами.

**Помещение для самостоятельной работы** – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

**Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования** – укомплектовано специализированной мебелью для хранения оборудования и техническими средствами для его обслуживания.

#### **Необходимое программное обеспечение:**

Операционная система: Windows 7, Windows 10

Офисные программы: Microsoft Office, Libre Office, Google Docs

Чтение PDF: Adobe Acrobat

Интернет-браузеры: Mozilla Firefox, Google Chrome, Internet Explorer, Opera

Антивирусные программы: Kaspersky Endpoint Security

Программы переводчики: Google translate, Yandex translate

Архиваторы: 7-zip

Пакеты для проведения расчетов: Matlab, GNU Octave, Python

### **8. Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья**

В соответствии с Методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.