

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
прикладной математики и
информатики**

А.М. Райгородский

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Прикладное математическое моделирование
по направлению:	Прикладная математика и информатика
профиль подготовки:	Современная комбинаторика центр дополнительного, дополнительного профессионального и онлайн-образования "Пуск" кафедра дискретной математики
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 45 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Программу составил: А.М. Райгородский, д-р физ.-мат. наук, заведующий кафедрой

Программа обсуждена на заседании кафедры дискретной математики 05.03.2021

Аннотация

В данном курсе предусмотрено изучение основных моделей равновесия в различных сферах применения, таких как экономика и системы телекоммуникации. К ним относятся модели равновесия в условиях совершенной и несовершенной конкуренции, с различными типами использования информации, в том числе модели обмена, Эрроу-Дебре, Вальда, Курно и Бертрана.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Математическое моделирование на основе равновесий является одним из основных способов исследования сложных систем. В данном курсе предусмотрено изучение основных моделей равновесия в различных сферах применения, таких как экономика и системы телекоммуникации. К ним относятся модели равновесия в условиях совершенной и несовершенной конкуренции, с различными типами использования информации, в том числе модели обмена, Эрроу-Дебре, Вальда, Курно и Бертрана. Представлены динамические модели Леонтьева и фон Неймана. Кроме того, рассматриваются модели пространственного экономического равновесия, транспортного равновесия, и модели процессов миграции населения. В качестве базовой модели равновесия в сложных системах используется вариационное неравенство. Рассматриваются элементы теории и базовые методы решения вариационных неравенств, а также их связь с другими общими задачами нелинейного анализа.

Задачи дисциплины

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в прикладном математическом моделировании;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в прикладном математическом моделировании ;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований в прикладном математическом моделировании.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Формулирует в рамках обозначенной проблемы цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения
	УК-2.2 Способен прогнозировать результат деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата. Формирует план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения
	УК-2.3 Способен организовать и координировать работу участников проекта, обеспечивать работу команды необходимыми ресурсами
	УК-2.4 Представляет публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей, выступлений на научно-практических конференциях, семинарах и т.п.
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1 Организует и координирует работу участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов
ОПК-2 Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ОПК-2.2 Способен оценить актуальность и практическую значимость прикладных математических исследований в своей профессиональной области

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

теоретические знания об основных свойствах равновесных моделей

уметь:

понимать основные подходы к построению равновесных моделей в сложных системах и их приложений

владеть:

навыками формулирования и решения наиболее простых моделей равновесия

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Типы равновесий на рынке однородного товара	3	3		5
2	Понятие равновесия для исследования сложных систем	3	3		4
3	Модели совершенной конкуренции	3	3		4
4	Игровые модели равновесия	3	3		4
5	Динамические модели экономики	3	3		4
6	Модели равновесия на основе теории двойственности	3	3		4
7	Общие модели экономического равновесия	2	2		4
8	Модели равновесия в распределенных информационных системах	3	3		4
9	Модели миграции населения	3	3		4
10	Вариационные неравенства	2	2		4
11	Методы решения вариационных неравенств	2	2		4
Итого часов		30	30		45
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		135 час., 3 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 2 (Весенний)

1. Типы равновесий на рынке однородного товара

Агрегированные равновесные модели взаимодействия экономических агентов. Типы равновесий на рынке однородного товара, статические и динамические модели рынка.

2. Понятие равновесия для исследования сложных систем

Построение моделей прикладных задач с помощью понятия равновесия. Исследование свойств равновесных задач.

3. Модели совершенной конкуренции

Микроэкономические модели взаимодействия экономических агентов и обмен информацией. Модель обмена. Индивидуальный спрос и равновесие. Модель Эрроу-Дебре. Процессы установления равновесных цен.

4. Игровые модели равновесия

Олигополистические рынки по Курно и Бертрону, стратегии поведения участников.

5. Динамические модели экономики

Обобщенная динамическая модель Леонтьева.

6. Модели равновесия на основе теории двойственности

Двойственность в линейном программировании. Экономическая интерпретация симплекс-метода. Обобщенные условия оптимальности.

7. Общие модели экономического равновесия

Модели равновесия Касселя-Вальда и Скарфа.

8. Модели равновесия в распределенных информационных системах

Модели транспортного равновесия.

9. Модели миграции населения

Моделирование процессов миграции населения

10. Вариационные неравенства

Свойства существования и единственности решений. Вариационные неравенства и другие задачи нелинейного анализа.

11. Методы решения вариационных неравенств

Метод Ньютона. Проективный метод.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Физические модели и методы теории равновесия в программировании и экономике [Текст]/Б. С. Разумихин, -М., Наука, 1975

Дополнительная литература

1. Сборник задач по математическому анализу [Текст] : в 3 т. Т. 3 : Функции нескольких переменных : учеб. пособие для вузов / Л. Д. Кудрявцев ; под ред. А. Д. Кудрявцева .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Физматлит, 2003, 2012 .— 472 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

<http://dm.fizteh.ru/>

<http://www.mccme.ru/~anromash/courses/expanders-notes-2014.pdf>

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

В процессе самостоятельной работы обучающихся возможно использование материалами лекций

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

1. Рекомендуется успешно сдавать контрольные работы, так как это упрощает итоговую аттестацию по предмету.
2. Для подготовки к итоговой аттестации по предмету лучше всего пользоваться материалами лекций.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладная математика и информатика
профиль подготовки:	Современная комбинаторика центр дополнительного, дополнительного профессионального и онлайн-образования "Пуск" кафедра дискретной математики
курс:	<u>1</u>
квалификация:	магистр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Экзамен	
Разработчик:	А.М. Райгородский, д-р физ.-мат. наук, заведующий кафедрой

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Формулирует в рамках обозначенной проблемы цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения
	УК-2.2 Способен прогнозировать результат деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата. Формирует план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения
	УК-2.3 Способен организовать и координировать работу участников проекта, обеспечивать работу команды необходимыми ресурсами
	УК-2.4 Представляет публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей, выступлений на научно-практических конференциях, семинарах и т.п.
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1 Организует и координирует работу участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов
ОПК-2 Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ОПК-2.2 Способен оценить актуальность и практическую значимость прикладных математических исследований в своей профессиональной области

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Прикладное математическое моделирование» обучающийся должен:

знать:

теоретические знания об основных свойствах равновесных моделей

уметь:

понимать основные подходы к построению равновесных моделей в сложных системах и их приложений

владеть:

навыками формулирования и решения наиболее простых моделей равновесия

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

1. Понятие равновесия и его обобщения для исследования сложных систем.
2. Типы равновесий на рынке однородного товара, статические и динамические модели рынка.
3. Модель обмена.
4. Индивидуальный спрос и равновесие.
5. Модель Эрроу-Дебре.
6. Процессы установления равновесных цен.
7. Общая модель олигополии по Курно.
8. Поведение экономических агентов на примере дуополии.
9. Общая модель олигополии по Бертрану.
10. Обобщенная динамическая модель Леонтьева.
11. Модель развивающейся экономики фон Неймана.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Вопросы к экзамену:

1. Теория двойственности в линейном программировании.
2. Экономическая интерпретация симплекс-метода.
3. Обобщенные условия оптимальности.
4. Метод декомпозиции и его применение к управлению сложными системами.
5. Модель равновесия Касселя-Вальда.
6. Модель равновесия Скарфа.
7. Модели пространственного экономического равновесия.
8. Модели транспортного равновесия.
9. Моделирование процессов миграции населения.
10. Равновесная модель миграции и ее свойства.
11. Вариационные неравенства.
12. Свойства существования и единственности решений.
13. Вариационные неравенства и другие задачи нелинейного анализа.
14. Метод Ньютона.
15. Проективный метод.
16. Методы регуляризации и проксимальной точки.

Примеры экзаменационных билетов :

1. Метод Ньютона.
 2. Решить задачу дуополии Курно с линейными функциями.
-
1. Метод регуляризации.
 2. Решить задачу олигополии с линейными функциями.
-
1. Равновесие в модели обмена.
 2. Выполнить шаги проективного метода для линейной задачи дополненности.

Критерии оценивания

- оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений
- оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений
- оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач, и правильное обоснование принятых решений
- оценка «хорошо (7)» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «хорошо (6)» выставляется студенту, если он знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «хорошо (5)» выставляется студенту, если он знает материал, и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;

- оценка «удовлетворительно (4)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;
- оценка «удовлетворительно (3)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет фрагментарно основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;
- оценка «неудовлетворительно (2)» выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач
- оценка «неудовлетворительно (1)» выставляется студенту, который не знает формулировок основных понятий дисциплины

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины.