

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт вычислительной математики и информационных технологий



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Таюрский Д.А.

" " 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Анализ сложных систем Б1.В.ДВ.1

Направление подготовки: 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Профиль подготовки: Математические основы и программное обеспечение информационной безопасности и защиты информации

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Коннов И.В.

**Рецензент(ы):**

-

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Латыпов Р. Х.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" 201\_\_ г

Регистрационный №

Казань  
2016

## **Содержание**

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) Коннов И.В. , Igor.Konnov@kpfu.ru

## 1. Цели освоения 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.

## 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.1 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

"Анализ сложных систем" входит в состав профессиональных дисциплин. Читается на 1 курсе, в 1 семестре

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОК-3 (общекультурные компетенции)	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способность использовать и применять углубленные теоретические и практические знания в области фундаментальной информатики и информационных технологий
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе, в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять своё научное мировоззрение
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива
ПК-13 (профессиональные компетенции)	способность разрабатывать аналитические обзоры состояния области прикладной математики и информационных технологий

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-14 (профессиональные компетенции)	способность выполнять работу экспертов в ведомственных, отраслевых или государственных экспертных группах по экспертизе проектов, тематика которых соответствует направленности (профилю) программы магистратуры
ПК-16 (профессиональные компетенции)	способность участвовать в деятельности профессиональных сетевых сообществ по конкретным направлениям
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность использовать углубленные теоретические и практические знания в области информационных технологий и прикладной математики, фундаментальных концепций и системных методологий, международных и профессиональных стандартов в области информационных технологий

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

теоретические знания об основных свойствах равновесных моделей

2. должен уметь:

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

3. должен владеть:

навыками формулирования и решения наиболее простых моделей равновесия

ориентироваться в различных методах исследования возникающих задач в различных областях, таких как экономика и системы телекоммуникации

#### **4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 1 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### **4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю**

##### **Тематический план дисциплины/модуля**

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Понятие равновесия для исследования сложных систем.	1	1	2	0	0	домашнее задание
2.	Тема 2. Типы равновесий на рынке однородного товара.	1	2	2	0	0	домашнее задание
3.	Тема 3. Модели совершенной конкуренции.	1	3	2	0	0	домашнее задание
4.	Тема 4. Игровые модели равновесия.	1	4	2	0	0	домашнее задание
5.	Тема 5. Динамические модели экономики.	1	5	2	0	0	домашнее задание
6.	Тема 6. Модели равновесия на основе теории двойственности.	1	6-7	3	0	0	домашнее задание
7.	Тема 7. Общие модели экономического равновесия.	1	7-8	3	0	0	домашнее задание
8.	Тема 8. Модели равновесия в распределенных информационных системах.	1	9-10	3	0	0	домашнее задание
9.	Тема 9. Модели миграции населения.	1	10-11	3	0	0	домашнее задание
10.	Тема 10. Вариационные неравенства.	1	12-13	3	0	0	домашнее задание
11.	Тема 11. Методы решения вариационных неравенств.	1	13-14	3	0	0	контрольная работа домашнее задание
<b>4.2 Содержание дисциплины</b>							
<b>Тема 1. Понятие равновесия для исследования сложных систем. лекционное занятие (2 часа(ов)):</b>							
Понятие равновесия и его обобщения для исследования сложных систем.							
<b>Тема 2. Типы равновесий на рынке однородного товара.</b>							

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

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

**Тема 3. Модели совершенной конкуренции.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

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

**Тема 4. Игровые модели равновесия.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Игровые модели равновесия. Олигополистические рынки по Курно и Бертрану, стратегии поведения участников.

**Тема 5. Динамические модели экономики.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Динамические модели экономики. Обобщенная динамическая модель Леонтьева. Модель развивающейся экономики фон Неймана

**Тема 6. Модели равновесия на основе теории двойственности.**

**лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Модели равновесия на основе теории двойственности. Двойственность в линейном программировании. Экономическая интерпретация симплекс-метода. Обобщенные условия оптимальности. Метод декомпозиции и его применение к управлению сложными системами.

**Тема 7. Общие модели экономического равновесия.**

**лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Общие модели экономического равновесия. Модели равновесия Касселя-Вальда и Скарфа. Модели пространственного экономического равновесия.

**Тема 8. Модели равновесия в распределенных информационных системах.**

**лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Модели равновесия в распределенных информационных системах. Модели транспортного равновесия.

**Тема 9. Модели миграции населения.**

**лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Модели миграции населения. Моделирование процессов миграции населения. Равновесная модель миграции и ее свойства.

**Тема 10. Вариационные неравенства.**

**лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Вариационные неравенства. Свойства существования и единственности решений.

Вариационные неравенства и другие задачи нелинейного анализа.

**Тема 11. Методы решения вариационных неравенств.**

**лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Методы решения вариационных неравенств. Метод Ньютона. Проективный метод. Методы регуляризации и проксимальной точки.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Понятие равновесия для исследования					

СЛОЖНЫХ СИСТЕМ.

1	1	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
---	---	------------------------------------	---	---------------------

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Типы равновесий на рынке однородного товара.	1	2	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
3.	Тема 3. Модели совершенной конкуренции.	1	3	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
4.	Тема 4. Игровые модели равновесия.	1	4	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
5.	Тема 5. Динамические модели экономики.	1	5	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
6.	Тема 6. Модели равновесия на основе теории двойственности.	1	6-7	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
7.	Тема 7. Общие модели экономического равновесия.	1	7-8	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
8.	Тема 8. Модели равновесия в распределенных информационных системах.	1	9-10	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
9.	Тема 9. Модели миграции населения.	1	10-11	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
10.	Тема 10. Вариационные неравенства.	1	12-13	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
11.	Тема 11. Методы решения вариационных неравенств.	1	13-14	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
	Итого				80	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Обучение происходит в форме лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов. Список литературы разделен на две категории: необходимый для сдачи экзамена минимум и дополнительная литература.

Изучение курса подразумевает не только овладение теоретическим материалом, но и получение практических навыков для более глубокого понимания разделов на основе решения задач и упражнений, иллюстрирующих доказываемые теоретические положения, а также развитие абстрактного мышления и способности самостоятельно доказывать утверждения.

Самостоятельная работа предполагает выполнение домашних работ. Практические задания, выполненные в аудитории, предназначены для указания общих методов решения задач определенного типа. Закрепить навыки можно лишь в результате самостоятельной работы. Кроме того, самостоятельная работа включает подготовку к экзамену. При подготовке к сдаче экзамена весь объем работы рекомендуется распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамену, контролировать каждый день выполнения работы. Лучше, если можно перевыполнить план. Тогда будет резерв времени.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Понятие равновесия для исследования сложных систем.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Построение примеров систем с обобщенным равновесием и динамических процессов поиска равновесия.

### **Тема 2. Типы равновесий на рынке однородного товара.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Построение моделей динамических процессов изменения цен и проверка свойств сходимости для рынка однородного товара.

### **Тема 3. Модели совершенной конкуренции.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы по теме. Обсуждение. Выделение основных особенностей данного типа моделей.

### **Тема 4. Игровые модели равновесия.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы по теме. Обсуждение. Выделение основных особенностей данного типа моделей.

### **Тема 5. Динамические модели экономики.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы по теме. Обсуждение. Выделение основных свойств равновесия и устойчивости динамических процессов.

### **Тема 6. Модели равновесия на основе теории двойственности.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы по теме. Решение простых задач линейного программирования на основе двойственности.

### **Тема 7. Общие модели экономического равновесия.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы по теме. Обсуждение. Выделение основных свойств равновесия для разных типов моделей.

### **Тема 8. Модели равновесия в распределенных информационных системах.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы по теме. Обсуждение. Решение простых задач транспортного равновесия.

### **Тема 9. Модели миграции населения.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы по теме. Обсуждение. Решение простых задач миграции населения.

### **Тема 10. Вариационные неравенства.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Проверка свойств существования и единственности решений для простых классов  
вариационных неравенств.

### **Тема 11. Методы решения вариационных неравенств.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы по теме. Проверка свойств сходимости итерационных методов для  
простых классов вариационных неравенств.

контрольная работа , примерные вопросы:

Найти решение пары двойственных задач линейного программирования.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

По дисциплине предполагается проведение экзамена.

Вопросы к экзамену

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.
12. Теория двойственности в линейном программировании.
13. Экономическая интерпретация симплекс-метода.
14. Обобщенные условия оптимальности.
15. Метод декомпозиции и его применение к управлению сложными системами.
16. Модель равновесия Касселя-Вальда.
17. Модель равновесия Скарфа.
18. Модели пространственного экономического равновесия.
18. Модели транспортного равновесия.
19. Моделирование процессов миграции населения.
20. Равновесная модель миграции и ее свойства.
21. Вариационные неравенства.
22. Свойства существования и единственности решений.
23. Вариационные неравенства и другие задачи нелинейного анализа.
24. Метод Ньютона.
25. Проективный метод.
26. Методы регуляризации и проксимальной точки.

Примеры экзаменационных билетов

1.1 Метод Ньютона.

1.2 Решить задачу дуополии Курно с линейными функциями.

2.1 Метод регуляризации.

2.2 Решить задачу олигополии с линейными функциями.

3.1 Равновесие в модели обмена.

3.2 Выполнить шаги проектного метода для линейной задачи дополнительности.

## **7.1. Основная литература:**

Теория игр в экономике, Лабскер, Лев Григорьевич; Ященко, Наталия Алексеевна, 2013г.

2. Коннов И.В. Электронный образовательный ресурс "Дополнительные главы теории игр"  
[Электронный ресурс] . . - Режим доступа: <http://tulpar.kpfu.ru/course/view.php?id=498>

3. Коннов И.В. Нелинейная оптимизация и вариационные неравенства. - Казань: Казан.ун-т,  
2013. - 508 с.

4. Методология и технология имитационных исследований сложных систем: современное  
состояние и перспективы развития [Электронный ресурс]: Моногр./ В.В. Девятков - М.: Вуз.  
учеб.: ИНФРА-М, 2013. - 448 с. . - Режим доступа:  
<http://www.znanius.com/bookread.php?book=427491>

5. Теоретические основы разработки и моделирования систем автоматизации [Электронный  
ресурс]: Учебное пособие / А.М. Афонин, Ю.Н. Царегородцев, А.М. Петрова и др.- М.: Форум,  
2011. - 192 с. . - Режим доступа: <http://www.znanius.com/bookread.php?book=219000>

## **7.2. Дополнительная литература:**

1. Введение в методы и алгоритмы принятия решений: Учебное пособие / В.Г. Дорогов, Я.О.  
Теплова. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012. - 240 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование).  
(переплет) ISBN 978-5-8199-0486-2, 1000 экз.

<http://www.znanius.com/bookread.php?book=241287>

2. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. Кн.1 - М.: МЦНМО, 2011. - 620 с. ЭБС "Лань":  
<http://e.lanbook.com/view/book/9304/>

3. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. Кн.2 - М.: МЦНМО, 2011. - 433 с. ЭБС "Лань":  
<http://e.lanbook.com/view/book/9305/>

4. Кашина О.А, Кораблев А.И. Электронный курс "Методы оптимизации"  
<http://zilant.kpfu.ru/course/view.php?id=17260>

## **7.3. Интернет-ресурсы:**

Интернет-портал образовательных ресурсов по ИТ - <http://www.intuit.ru>

Интернет-портал ресурсов по математическим наукам - <http://www.math.ru/>

Интернет-портал ресурсов по математическим наукам - <http://www.mathnet.ru>

Интернет-портал ресурсов по математическим наукам - <http://www.allmath.com/>

Интернет-портал со статьями по алгоритмике и программированию - <http://algolist.manual.ru/>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Анализ сложных систем" предполагает использование следующего  
материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

лабораторные занятия по дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной доской и мелом (маркером)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 02.04.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" и магистерской программе Математические основы и программное обеспечение информационной безопасности и защиты информации .

Автор(ы):

Коннов И.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_ 201 \_\_\_\_ г.

Рецензент(ы):

"\_\_" \_\_\_\_ 201 \_\_\_\_ г.