

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский



» 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Анализ сложных систем Б1.О.01

Направление подготовки: 09.04.03 - Прикладная информатика

Профиль подготовки: Информационная безопасность экономических систем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Автор(ы): Коннов И.В.

Рецензент(ы): Латыпов Р.Х.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Латыпов Р. Х.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) главный научный сотрудник, д.н. (профессор) Коннов И.В. (НИЦ Фундаментальная и прикладная информатика, Институт вычислительной математики и информационных технологий), Igor.Konnov@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
ОПК-2	Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач
ОПК-4	Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований
ОПК-7	Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами
УК-1	Способен осуществить критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

теоретические знания об основных свойствах равновесных моделей

Должен уметь:

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

Должен владеть:

навыками формулирования и решения наиболее простых моделей равновесия

Должен демонстрировать способность и готовность:

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

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.О.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 09.04.03 "Прикладная информатика (Информационная безопасность экономических систем)" и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 18 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 90 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 54 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 семестре.

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

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Понятие равновесия для исследования сложных систем.	1	2	0	0	6
2.	Тема 2. Типы равновесий на рынке однородного товара.	1	0	0	2	6
3.	Тема 3. Модели совершенной конкуренции.	1	2	0	2	6
4.	Тема 4. Игровые модели равновесия.	1	2	0	2	10
6.	Тема 6. Модели равновесия на основе теории двойственности.	1	2	0	0	10
7.	Тема 7. Общие модели экономического равновесия.	1	0	0	2	8
8.	Тема 8. Модели равновесия в распределенных информационных системах.	1	2	0	2	10
9.	Тема 9. Модели миграции населения.	1	0	0	2	8
10.	Тема 10. Вариационные неравенства.	1	2	0	2	8
11.	Тема 11. Методы решения вариационных неравенств.	1	4	0	2	10
12.	Тема 12. Механизмы достижения равновесия при различных информационных схемах.	1	2	0	2	8
	Итого		18	0	18	90

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Понятие равновесия для исследования сложных систем.

Понятие равновесия и его обобщения для исследования сложных систем.

Основные математические модели сложных систем, применение различных принципов оптимальности, решение задач и простейшие примеры приложений. Понятие равновесия для сложных систем. Типы рыночного равновесия, статические и динамические модели.

Тема 2. Типы равновесий на рынке однородного товара.

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

Основные математические модели, применение различных принципов оптимальности, связь с равновесием для сложных систем, решение задач и простейшие примеры приложений.

Тема 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.

Основные математические модели, применение различных принципов оптимальности, связь с равновесием для сложных систем.

Тема 4. Игровые модели равновесия.

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

Основные математические модели, основные элементы, применение различных принципов оптимальности, связь с равновесием для сложных систем, решение задач. Особенности математических моделей и простейшие примеры приложений.

Тема 6. Модели равновесия на основе теории двойственности.

Модели равновесия на основе теории двойственности. Двойственность в линейном программировании. Экономическая интерпретация симплекс-метода. Обобщенные условия оптимальности.

Основные математические модели, применение различных принципов оптимальности, связь с равновесием для сложных систем, решение задач и простейшие примеры приложений.

Тема 7. Общие модели экономического равновесия.

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

Основные математические модели, основные элементы, применение различных принципов оптимальности, связь с равновесием для сложных систем, решение задач. Особенности математических моделей и простейшие примеры приложений.

Тема 8. Модели равновесия в распределенных информационных системах.

Модели равновесия в распределенных информационных системах. Модели транспортного равновесия.

Основные математические модели, основные элементы, применение различных принципов оптимальности, связь с равновесием для сложных систем, решение задач. Особенности математических моделей и простейшие примеры приложений.

Тема 9. Модели миграции населения.

Модели миграции населения. Моделирование процессов миграции населения.

Основные математические модели, основные элементы, применение различных принципов оптимальности, связь с равновесием для сложных систем, методы и подходы для решения задач. Особенности математических моделей и простейшие примеры приложений.

Тема 10. Вариационные неравенства.

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

Вариационные неравенства как основные математические модели, основные элементы, применение различных принципов оптимальности, связь с равновесием для сложных систем, методы и подходы для решения задач.

Тема 11. Методы решения вариационных неравенств.

Методы решения вариационных неравенств. Метод Ньютона. Проективный метод.

Свойства монотонности отображений. Реализация метода Ньютона.

Реализация проективного метода. Свойства сходимости.

Область применения методов регуляризации и проксимальной точки.

Связь с равновесием для сложных систем, методы и подходы для решения задач.

Тема 12. Механизмы достижения равновесия при различных информационных схемах.

Классификация систем с активными элементами. Методы декомпозиции и их применение к задачам распределения ресурсов. Модели аукционных рынков. Достижение равновесия при различных информационных схемах.

Основные математические модели, применение различных принципов оптимальности, связь с равновесием для сложных систем, решение задач и простейшие примеры приложений.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 1			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Письменное домашнее задание	ОПК-1 , ОПК-4 , ОПК-7	4. Игровые модели равновесия.
2	Письменное домашнее задание	ОПК-1 , ОПК-4 , ОПК-7	6. Модели равновесия на основе теории двойственности.
3	Письменное домашнее задание	ОПК-7	10. Вариационные неравенства.
	<i>Экзамен</i>	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-7, УК-1	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 1					
Текущий контроль					
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом.	1
		Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
					3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 1

Текущий контроль

1. Письменное домашнее задание

Тема 4

1. Решить задачу дуополии Курно с линейными функциями.
2. Решить задачу дуополии Курно с линейными функциями паутинообразным процессом.
3. Найти решение задачи олигополии с линейными функциями цены и затрат.
4. Решить задачу олигополии с линейными функциями цены и затрат общим проективным методом.
5. Построить пример задачи олигополии, эквивалентной задаче оптимизации.
6. Применить метод оптимизации для решения задачи олигополии с линейными функциями.
7. Построить пример равновесия по Нэшу, не оптимального по Парето.
8. Построить пример неэквивалентных равновесий по Нэшу в бескоалиционной игре.
9. Построить реализацию метода фиктивного разыгрывания для матричной игры.
10. Построить реализацию метода фиктивного разыгрывания для биматричной игры.

2. Письменное домашнее задание

Тема 6

1. Найти решение пары двойственных задач линейного программирования и обобщений.
2. Выполнить шаги двойственного проективного метода для прямо-двойственной задачи дополнителъности.
3. Выполнить шаги метода итеративной регуляризации для прямо-двойственной задачи дополнителъности.
4. Выполнить шаги двойственного проективного метода для прямо-двойственного вариационного неравенства с аффиным отображением.
5. Выполнить шаги прямо-двойственного метода итеративной регуляризации для прямо-двойственного вариационного неравенства.
6. Выполнить шаги двойственного проективного метода для прямо-двойственной нелинейной задачи дополнителъности.

3. Письменное домашнее задание

Тема 10

1. Найти решение пары двойственных задач линейного программирования.
2. Решить задачу дуополии Курно как вариационного неравенства.
3. Найти решение задачи олигополии с линейными функциями цены и затрат как вариационного неравенства.
4. Выполнить шаги проективного метода для линейной задачи дополненности.
5. Выполнить шаги метода итеративной регуляризации для линейной задачи дополненности.
6. Выполнить шаги проективного метода для линейной задачи дуополии.
7. Выполнить шаги проективного метода для линейной задачи олигополии.
8. Выполнить шаги проективного метода для вариационного неравенства с аффинным отображением на параллелепипеде.
9. Выполнить шаги метода итеративной регуляризации для вариационного неравенства с аффинным отображением на параллелепипеде.
10. Выполнить шаги проективного метода для нелинейной задачи дополненности.

Экзамен

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. Вариационные неравенства и смежные задачи.
4. Свойства существования и единственности решений.
5. Проективный метод.
6. Метод Ньютона.
7. Метод регуляризации.
8. Классификация систем с активными элементами.
9. Игровые модели равновесия.
10. Общие модели олигополии.
11. Итеративные методы для игровых задач.
12. Равновесие в модели обмена.
13. Модель Эрроу-Дебре.
14. Динамические процессы изменения цен.
15. Методы декомпозиции и их применение к задачам распределения ресурсов.
16. Модели аукционных рынков.
17. Механизмы достижения равновесия при различных информационных схемах.
18. Теория двойственности в линейном программировании.
19. Обобщенные условия оптимальности как модель равновесия.
20. Модель равновесия Касселя-Вальда.
21. Итеративные процессы для прямо-двойственных систем.
22. Модели пространственного ценового равновесия.
23. Модели транспортного равновесия.
24. Модель миграции населения без учета транспортных затрат.
25. Общая равновесная модель миграции.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

- 56 баллов и более - "зачтено".
- 55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

- 86 баллов и более - "отлично".
- 71-85 баллов - "хорошо".
- 56-70 баллов - "удовлетворительно".
- 55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 1			
Текущий контроль			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	15
		2	15
		3	20
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. 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.znaniium.com/bookread.php?book=427491>
2. 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.znaniium.com/bookread.php?book=219000>
3. Коннов И.В. Нелинейная оптимизация и вариационные неравенства. - Казань: Казан.ун-т, 2013. - 508 с. (39 экз.)
4. Мыльник, В. В. Исследование систем управления: Учебное пособие / В.В. Мыльник, Б.П. Титаренко. - 2-е изд. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 238 с. - Режим доступа: <http://znaniium.com/bookread2.php?book=446802>
5. Сигал А. В. Теория игр и ее экономические приложения : учеб. пособие / А.В. Сигал. - М. : ИНФРА-М, 2019. - 418 с. - Режим доступа: <http://znaniium.com/bookread2.php?book=967152>

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. - Режим доступа: <http://www.znaniium.com/bookread.php?book=241287>
2. Балдин, К. В. Математическое программирование: Учебник / К. В. Балдин, Н. А. Брызгалов, А. В. Рукосуев; Под общ. ред. д.э.н., проф. К. В. Балдина. - 2-е изд. -М.: Издательско-торговая корпорация 'Дашков и К-', 2018. - 218 с. - Режим доступа: <http://znaniium.com/bookread2.php?book=415097>
3. Новиков, А. И. Теория принятия решений и управление рисками в финансовой и налоговой сферах: Учебное пособие для бакалавров / А. И. Новиков. - М.: Дашков и К, 2017. - 285 с. - Режим доступа: <http://znaniium.com/bookread.php?book=415289>
4. Андрианова А.А., Хабибуллин Р.Ф. Принятие решений в условиях неопределенности / А.А.Андрианова, Р.Ф. Хабибуллин. - Казань: Казан. ун-т, 2015. - 25 с. - Режим доступа: http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/20356/09_104_001107.pdf

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

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/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Студентам следует обратить внимание на базовый подход к построению моделей сложных систем на основе равновесия и его обобщений. Кроме того, в качестве единой математической основы используются вариационные неравенства. Поэтому изучение их свойств играет решающую роль для усвоения материала в едином курсе. Надо стремиться самостоятельно выполнять все упражнения, предлагаемые преподавателем в ходе лекции. С помощью вариационных неравенств нетрудно проследить связь различных классов равновесных моделей. При изучении моделей равновесия надо обратить внимание прежде всего на содержательную сторону условий равновесия в каждой модели.
лабораторные работы	Лабораторные работы предназначены прежде всего для самостоятельного решения задач студентами под контролем преподавателя, получения практических навыков применения методов математического моделирования и навыков применения различных методов исследования сложных систем. Рекомендуется на таких занятиях иметь конспект лекций, чтобы иметь возможность быстрого поиска ответов на возникающие вопросы.
самостоятельная работа	Изучение дисциплины 'Анализ сложных систем' предусматривает систематическую самостоятельную работу студентов над материалами лекций, а также изучение рекомендованной основной и дополнительной литературы. Студентам следует стремиться самостоятельно решать все задачи, предлагаемые преподавателем в ходе курса, а также содержащиеся в рекомендованной литературе. Прежде всего необходимо усвоить подход к построению моделей сложных систем на основе равновесия и его обобщений. Следует обратить внимание на связь различных классов равновесных моделей. При изучении задач олигополии следует самостоятельно решать примеры графическим и численными методами и выполнять предлагаемые теоретические задания. При изучении вариационных неравенств следует обратить внимание на условия теорем о существовании решений, связи с другими задачами, а также на условия сходимости методов. С целью закрепления навыков построения и исследования математических моделей в состав курса включается решение задач по основным темам.
письменное домашнее задание	В рамках базовых тем 'Игровые модели равновесия' и 'Методы решения вариационных неравенств' требуется выполнить простые упражнения, связанные с реализацией решений линейных моделей олигополии, конечных игр и базовых итерационных методов поиска их решений. Для методов надо уметь выполнить несколько итераций, что позволяет составить программу их реализации при необходимости.
экзамен	При подготовке к экзамену надо обратить внимание на равную значимость хорошего усвоения всех компонент курса: построения моделей, теоретического исследования и численного решения задач. Не требуется запоминания сложных формул в моделях равновесного типа. Главное - это понимание условий применимости той или иной модели, а также условий, при которых решение задачи может быть эффективно найдено.

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

Освоение дисциплины "Анализ сложных систем" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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, учебно-методические комплексы, 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 образования (ФГОС ВО) нового поколения.

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

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.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 09.04.03 "Прикладная информатика" и магистерской программе Информационная безопасность экономических систем.