



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**


«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП  
Дискретная математика и математическая кибернетика

  
(подпись) Абрамов А.Л.  
(Ф.И.О)  
« 9 » июля 2020 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
математических методов в экономике

  
(подпись) Величко А.С.  
(Ф.И.О)  
« 9 » июля 2020 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Социально-экономические и информационные сети: модели и методы анализа**  
Направление подготовки 01.06.01 Математика и механика  
Профиль «Дискретная математика и математическая кибернетика»  
Форма подготовки (очная)

курс  2  семестр  3   
лекции  18  час.  
практические занятия  18  час.  
лабораторные работы  не предусмотрены .  
с использованием МАО лек.       /пр.       /лаб.       час.  
всего часов контактной работы  36  час.  
в том числе с использованием МАО       час., в электронной форме       час.  
самостоятельная работа  72  час.  
в том числе на подготовку к экзамену  9  час.  
курсовая работа / курсовой проект       семестр  
зачет       семестр  
экзамен  3  семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 30.07.2014 № 866

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математических методов в экономике, протокол № 12 от «7» июля 2020 г.

Заведующий (ая) кафедрой математических методов в экономике канд.тех.наук,  
А.С.Величко

Составитель (ли): канд.тех.наук, профессор кафедры математических методов в экономике  
А.Л. Абрамов

**Оборотная сторона титульного листа**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры / академического департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой /директор академического департамента

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры (академического департамента):**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой/директор академического департамента

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

## **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Социально-экономические и информационные сети: модели и методы анализа»**

Дисциплина «Социально-экономические и информационные сети: модели и методы анализа» предназначена для аспирантов, обучающихся по образовательной программе направления подготовки – 01.06.01 Математика и механика, профиль «Дискретная математика и математическая кибернетика», форма подготовки очная и входит в вариативную часть, обязательные дисциплины учебного плана: Б1.В.ОД

Трудоемкость – 4 з.е. (144 часа). Дисциплина включает в себя 18 часов лекций (из них 6 часов в интерактивной форме), 18 часов практических занятий (из них 9 часов в интерактивной форме) и 126 часов самостоятельной работы, из которых 18 часов отводится на экзамен. Обучение осуществляется в 3 семестре. Форма промежуточной аттестации: экзамен (3 семестр).

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 года № 866 и учебным планом подготовки аспирантов по профилю «Дискретная математика и математическая кибернетика».

**Цель** изучения дисциплины – развитие способности и готовности использовать стратегии формирования сетей и модели распространения потоков, волн, объектов в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.

### **Задачи:**

– освоить понятия, гипотезы, теоремы, физико-математические модели, численные алгоритмы и программы, методы экспериментального исследования свойств явлений, процессов, составляющие содержание дисциплины;

– уметь использовать полученные знания и умения в научно-производственной и социально-экономической сфере.

Для успешного изучения дисциплины «Социально-экономические и информационные сети: модели и методы анализа» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

– способность к абстрактному мышлению, анализу и синтезу;  
– способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках;

– готовность к саморазвитию, самореализацию, использованию творческого потенциала;

– способность находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики.

В результате изучения дисциплины у аспирантов формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знает	методы научных исследований и основы организации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики
	Умеет	использовать современные методы исследований в области математики и механики
	Владеет	информационно-коммуникационными технологиями исследований в области математики и механики
ПК-1 Способность и готовность использовать стратегии формирования сетей и модели распространения потоков, волн, объектов в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях в рамках теории графов и комбинаторного анализа	Знает	стратегии формирования сетей и модели распространения потоков, волн, объектов в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях
	Умеет	использовать современные методы исследований в области стратегии формирования сетей в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях
	Владеет	методами разработки и анализа моделей распространения потоков, волн, объектов в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

(18 час., в том числе 6 час. с использованием методов активного обучения)

### Раздел 1. Основные понятия и определения (4 час.)

#### Тема 1. Социальные сети (1 час.)

История возникновения (работы Jacob Moreno, Anatol Rapoport, William Horvath). Первые графовые модели. Работы Stanley Milgram – эффект «маленького мира». Введение в теорию шести рукопожатий. Работы Barabási Albert-László введение в теорию «Управляемость сложных сетей» («Controllability of Complex Networks»).

## **Тема 2. Экономические сети (1 час.)**

Результаты эксперимента Mark Granovetter. Предположение о важности слабых связей (weak ties). Применение в торговле товарами и услугами, транспортных, энергетических, городских региональных, международных сетях. Сети ОЭЗ и свободных портов.

## **Тема 3. Информационные сети (1 час.)**

Результаты Alfred Lotka, закон Лотки (сети цитирования). Всемирная паутина (World Wide Web) - циклическая сеть. Результаты Steven Strogatz и Duncan Watts - феномен тесного мира. Работы Reka Albert и Laszlo Barabasi - распределение вершин по числу связей. Сети предпочтений (Preference networks) - двусторонние информационные сети

## **Тема 4. Общие понятия сетей (1 час.)**

Радиус, эксцентриситет, геодезическая цепь. Диаметр. Диаметр и деревья. Диаметры в случайных графах. Диаметры в мире. Теорема о структуре сети. Распределение степеней. Кластеризация. Модель гомофилии. Динамика и сила слабых связей. Центральность. Возможности измерения центральности: степень – связность, близость и простота достижения других вершин. Маршруты - роль промежуточных вершин и ребер. Влияние. Престиж. Центральность в сети - собственные вектора. Применение мер центральности (Centrality). Диффузия центральности. Случайные Сети. Случайные Сети - пороги и фазовые переходы. Теорема Threshold. Модель маленького мира. Другие статические модели сетей: модели для генерации кластеров, модели для получения другого распределения степеней отличного от распределения Пуассона, модель подгонки данных.

## **Раздел 2. Модель «маленького мира» (4 час.)**

Эксперимент Stanley Milgram. Теория шести рукопожатий - модель маленького мира (small world). Модель Duncan Watts и Steve Strogatz с высокой степенью кластеризации и малой средней длиной пути между вершинами. Такие свойства социальной сети, как гомофилия (homophily) и слабые связи (weak ties) позволяют построить множества триад и создают широко разветвленную сеть (возможно достижение множества вершин в несколько этапов). Watts и Strogatz обратили внимание, что сеть имеет множество триад: две соседние вершины имеют общего друга и более того, с высокой вероятностью найдутся пары вершин с короткой длиной пути (short paths connecting) между ними. Модель маленького мира появляется при промежуточных значениях  $p$ : высокая кластеризация, соответствующая обычному графу (regular graph) и при этом небольшая длиной пути (path length) между вершинами, как в случайном графе (random graph). Таким образом, чтобы считаться моделью маленького мира сеть должна обладать высокой степенью кластеризации, малым средним геодезическим расстоянием (geodesic distance) относительно всего числа вершин. Одним из примеров такой закономерности является феномен маленького мира (the small – world phenomenon). Основная его идея – социальный мир состоит из коротких связей взаимодействий между социальными объектами.

*Интерактивная форма 2 часа проблемная лекция.*

### **Раздел 3. Случайные сети (3 час.)**

Рост случайных сетей. Аппроксимация. Гибридные модели. Формирование гибридных моделей. Блочные модели. Случайные сетевые модели: Эрдша (Erdos) –Реньи (Renyi), полезно использовать для понимания порогов и особенностей сети, таких как кластеризации и т.д. Другие модели случайных сетей: Watts and Strogatz, Barabasi and Albert, Jackson and Rogers. Они используются для выявления других функций: кластеризации, распределения степеней и др. Стохастические блочные модели: модели дополнения Эрдша (Erdos) –Реньи (Renyi) для обеспечения вероятности достижения вершины в зависимости от конкретных характеристик вершины (скрытых, в частности). Популярный набор моделей: ERGMs и новые: SERGMs / SUGMs.

*Интерактивная форма 1 час лекция-беседа.*

### **Раздел 4. Стратегия формирования сети (3 час.)**

Стратегия формирования сети. Равновесие и эффективность. Модель соединения сети. Эффективность модели соединения: Парное равновесие и модель соединений. Внешние эффекты: Формирование сети и трансферы. Неоднородность в стратегии формирования сети. Модель SUGMs и стратегия формирования сети. Равновесие по Нэшу. Динамические стратегии формирования сети. Эволюция и стохастика. Режиссура формирования сети. Применение структурной модели формирования стратегии.

*Интерактивная форма 1 час лекция-беседа.*

### **Раздел 5. Диффузия и обучение в сетях. Игры на сетях. (4 час.)**

Диффузия. Bass - модель диффузии. Диффузия на случайных сетях. Главная компонента (Пуассона). SIS – модель. Решение SIS – модели. Решения SIS -модели – примеры. Подготовка данных для модели диффузии. Пример распространения эпидемии. Обучение. Модель ДеГрута (DeGroot). Конвергенция в модели ДеГрута (DeGroot). Примеры игр на сетях. Дополнения и заменители. Свойства равновесий. Несколько равновесий. Применения. Дискретный (бинарный) выбор. Линейные и квадратичные модели. Многошаговые игры на сетях.

*Интерактивная форма 2 часа научная дискуссия.*

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**(18 час., в том числе 9 час. с использованием методов активного обучения)**

**Практические занятия (18/ \_\_ час.)**

**Занятие 1-2. Социальные сети (2 час.)**

**Занятие 3-4. Экономические сети (2 час.)**

**Занятие 5-6. Информационные сети (2 час.)**

**Занятие 7-8. Общие понятия сетей (2 час.)**

**Занятие 9-10. Модель «маленького мира» (2 час.)**

**Занятие 11-12. Случайные сети (2 час.)**

**Занятие 13-15. Стратегия формирования сети (3 час.)**

**Занятие 16-18. Диффузия и обучение в сетях. Игры на сетях. (3 час.)**

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Социально-экономические и информационные сети: модели и методы анализа» представлено в приложении 1и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Основные понятия и определения	ОПК-1; ПК-1	Знает	Собеседование, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 1-4
			Умеет	Собеседование, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 1-4
			Владеет	Собеседование, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 1-4
2	Раздел 2. Модель «маленького мира»	ОПК-1; ПК-1	Знает	Собеседование, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 5

			Умеет	Собеседование, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 5
			Владеет	Собеседование, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 5
3	Раздел 3. Случайные сети	ОПК-1; ПК-1	Знает	Собеседование, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 6
			Умеет	Собеседование, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 6
			Владеет	Собеседование, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 6
4	Раздел 4. Стратегия формирования сети	ОПК-1; ПК-1	Знает	Собеседование, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 7
			Умеет	Собеседование, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 7
			Владеет	Собеседование, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 7
5	Раздел 5. Диффузия и обучение в сетях. Игры на сетях.	ОПК-1; ПК-1	Знает	Собеседование, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 8
			Умеет	Собеседование, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 8
			Владеет	Собеседование, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 8

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении 2.



## У. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Бабичева, И.В. Дискретная математика. Контролирующие материалы к тестированию / И.В. Бабичева. — СПб.: Лань, 2013. — 160с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=30193](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=30193)
2. Микони С.В. Дискретная математика: множества, отношения, функции, графы / С.В. Микони. — СПб.: Лань, 2012. — 187с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4316](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4316)
3. Шевелев, Ю.П. Сборник задач по дискретной математике (для практических занятий в группах) / Ю.П. Шевелев, Писаренко Л. А., Шевелев М.Ю. — СПб.: Лань, 2013. — 524с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=5251](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5251)
4. Мальцев, И.А. Дискретная математика / И.А. Мальцев. — СПб.: Лань, 2011. — 304с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=638](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=638)
5. Ржевский, С.В. Исследование операций / С.В. Ржевский. — СПб.: Лань, 2013. — 476с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=32821](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=32821)
6. Есипов, Б.А. Методы исследования операций / Б.А. Есипов. — СПб.: Лань, 2013. — 300с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=10250](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10250)

### Дополнительная литература

1. Шевелев, Ю.П. Дискретная математика / Ю.П. Шевелев. — СПб.: Лань, 2008. — 592с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=437](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=437)
2. Кузнецов, О.П. Дискретная математика для инженера / О.П. Кузнецов. — СПб.: Лань, 2009. — 396с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=220](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=220)
3. Кирсанов, М.Н. Графы в Maple. Задачи, алгоритмы, программы / М.Н. Кирсанов. — М.: Физматлит, 2006. — 168с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2738](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2738)
4. Гаврилов, Г.П. Задачи и упражнения по дискретной математике / Г.П. Гаврилов, А.А. Сапоженко. — М.: Физматлит, 2009. — 420с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2157](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2157)
5. Редькин, Н.П. Дискретная математика / Н.П. Редькин. — М.: Физматлит, 2009. — 263с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2293](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2293)
6. Певзнер, Л.Д. Практикум по математическим основам теории систем / Л.Д. Певзнер. — СПб.: Лань, 2013. — 400с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=10254](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10254)
7. Копылов В.И. Курс дискретной математики / В.И. Копылов. — СПб.: Лань, 2011. — 207с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=1798](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1798)

8. Иванов, Б.Н. Дискретная математика. Алгоритмы и программы. Полный курс / Б.Н. Иванов. — М.: Физматлит, 2007. — 406с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59461](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59461)
9. Ландо, С.К. Введение в дискретную математику / С.К. Ландо. — М. : МЦНМО (Московский центр непрерывного математического образования), 2012. — 264с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=56405](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56405)
10. Макоха, А.Н. Дискретная математика / А.Н. Макоха, П.А. Сахнюк, Н.И. Червяков. — М.: Физматлит, 2005. — 368с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2256](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2256)
11. Горлач, Б.А. Исследование операций / Б.А. Горлач. — СПб.: Лань, 2013. — 442с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4865](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4865)

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система - <http://e.lanbook.com/>;
2. Студенческая электронная библиотека - <http://www.studentlibrary.ru/>;
3. Электронно-библиотечная система - <http://znanium.com/>;
4. Электронная библиотека - <http://www.nelbook.ru/>;
5. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>;
6. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>;
7. База данных полнотекстовых академических журналов Китая <http://oversea.cnki.net/>;
8. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>;
9. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>;

### Перечень информационных технологий и программного обеспечения

№ п/п	Место расположения компьютерной техники, на которой установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
1.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус D, ауд. D733а. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: компьютерный класс	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18.
2.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский,	Photoshop CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team

	полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус D, ауд. D732. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Licensing Subscribtion Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018. 07,
--	--	--

## VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе изучения дисциплины «Социально-экономические и информационные сети: модели и методы анализа» предлагаются разнообразные методы и средства освоения учебного материала: лекции, лабораторные работы, коллоквиумы, тестирование, самостоятельная работа аспирантов.

### Лекции

**Лекция** – основная активная форма аудиторных занятий, необходимая для разъяснения основополагающих теоретических разделов. Предполагает интенсивную умственную деятельность аспиранта. Лекция носит познавательный, развивающий, воспитательный и организующий характер. Конспект лекций помогает усвоить теоретический материал дисциплины. При слушании лекции надо конспектировать ее рубрику, терминологию, ключевые слова, определения, формулы, графические схемы. Конспект является полезным, когда он пишется самим аспирантом. Можно разработать собственную схему сокращения слов. Название тем, параграфов можно выделять цветными маркерами.

При домашней работе с конспектом лекций необходимо использовать основной учебник и дополнительную литературу, которые рекомендованы по данной дисциплине. Именно такая серьезная работа аспиранта с лекционным материалом позволяет достичь ему успехов в овладении новыми знаниями.

При изложении лекционного курса по дисциплине «Социально-экономические и информационные сети: модели и методы анализа» в качестве форм интерактивного обучения используются: лекция-беседа, лекция-визуализация, лекция пресс-консультация, которые строятся на базе предшествующих знаний и знаний смежных дисциплин. Для иллюстрации словесной информации применяются презентации, интерактивная доска, таблицы, схемы. По ходу изложения лекционного материала ставятся проблемные и провоцирующие вопросы, включаются элементы дискуссии.

**Лекция-визуализация.** Чтение лекции сопровождается компьютерной презентацией с базовыми текстами (заголовки, формулировки, ключевые слова и термины), иллюстрациями микроскопических и ультрамикроскопических изображений клеток и тканей, рисованием схем и написанием формул на интерактивной доске, производится демонстрация наглядных таблиц и слайдов, что способствует лучшему восприятию излагаемого материала. Лекция - визуализации требует определенных навыков: словесное изложение материала должно сопровождаться и

сочетаться с визуальной формой. Информация, изложенная в виде схем, таблиц, слайдов, позволяет формировать проблемные вопросы и способствует развитию профессионального мышления будущих специалистов.

**Лекция-беседа** – «диалог с аудиторией» – является распространенной формой интерактивного обучения и позволяет непосредственно вовлекать аспирантов в учебный процесс, так как создает прямой контакт преподавателя с аудиторией. Такой контакт достигается по ходу лекции, когда аспирантам задаются вопросы проблемного, провоцирующего или информационного характера или когда аспирантам самим предлагается задавать вопросы. Вопросы предлагаются всей аудитории, и любой из аспирантов может предложить свой ответ, другой может его дополнить. При этом от лекции к лекции выявляются активные и пассивные аспиранты, преподаватель по возможности активизирует аспирантов, которые не участвуют в работе. Такая форма лекции позволяет вовлечь всех аспирантов в работу, активизировать их внимание, мышление, получить коллективный опыт, научиться формировать вопросы. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание аспирантов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала.

**Лекция-консультация.** Преподаватель делает краткое (тезисное) сообщение. Аспиранты задают вопросы, на которые отвечает преподаватель и другие аспиранты. На основе вопросов и ответов разворачивается творческая дискуссия.

### **Практические занятия**

**Лабораторные работы.** Лабораторные работы повышают качество обучения, способствуют развитию познавательной активности у аспирантов, их логического мышления и творческой самостоятельности. В процессе выполнения лабораторных работ углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается умение применять их на практике. Аспирант учится правильно использовать методы, видеть их достоинства и недостатки, получает неоценимый опыт по использованию данных методов. Все это позволяет глубже понять теоретические Социально-экономические и информационные сети: модели и методы анализа. Формируются навыки научно-исследовательской работы и профессиональные компетенции.

**Коллоквиумы.** Коллоквиум – коллективная форма рассмотрения и закрепления учебного материала. Коллоквиумы являются одним из видов практических занятий, предназначенных для углубленного изучения дисциплины, проводятся в интерактивном режиме. На занятиях по теме коллоквиума разбираются вопросы, и затем вместе с преподавателем проводится их обсуждение, которое направлено на закрепление материала, формирование навыков вести полемику, развитие самостоятельности и критичности мышления, на способность аспирантов ориентироваться в больших информационных потоках, вырабатывать и отстаивать собственную позицию по проблемным вопросам учебной дисциплины.

В качестве методов интерактивного обучения на коллоквиумах используются: развернутая беседа, диспут, пресс-конференция.

**Развернутая беседа** предполагает подготовку аспирантов по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы. Доклады готовятся аспирантами по заранее предложенной тематике.

**Диспут** в группе имеет ряд достоинств. Диспут может быть вызван преподавателем в ходе занятия или же заранее планируется им. В ходе полемики аспиранты формируют у себя находчивость, быстроту мыслительной реакции.

**Пресс-конференция.** Преподаватель поручает нескольким аспирантам подготовить краткие (тезисные) сообщения. После докладов аспиранты задают вопросы, на которые отвечают докладчики и другие члены экспертной группы. На основе вопросов и ответов развертывается творческая дискуссия вместе с преподавателем.

**Контрольные тесты.** Используется бланковое или компьютерное тестирование в режиме выбора правильных ответов, установления соответствия понятий, обозначения деталей на схемах и прочее.

Возможны также письменные контрольные работы в форме традиционных письменных ответов на ряд вопросов по пройденной теме, изложенной в лекциях и обсужденной на коллоквиумах. Несмотря на произвольность формы, в ответах обязательно использование терминов, ключевых слов и понятий, а при необходимости схем и формул. По некоторым темам предлагается решение задач.

### **Методические указания по работе с литературой**

Надо составить первоначальный список источников. Основой может стать список литературы, рекомендованный в рабочей программе курса. Для удобства работы можно составить собственную картотеку отобранных источников (фамилия авторов, заглавие, характеристики издания) в виде рабочего файла в компьютере. Такая картотека имеет преимущество, т.к. она позволяет добавлять источники, заменять по необходимости одни на другие, Первоначальный список литературы можно дополнить, используя электронный каталог библиотеки ДВФУ, при этом не стесняйтесь обращаться за помощью к сотрудникам библиотеки.

Работая с литературой по той или другой теме, надо не только прочитать, но и усвоить метод ее изучения: сделать краткий конспект, алгоритм, схему прочитанного материала, что позволяет быстрее его понять, запомнить. Не рекомендуется дословно переписывать текст.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

№ п\п	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус D, ауд. D733а. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: компьютерный класс	Компьютер (твердотельный диск - объемом 128 ГБ; жесткий диск - объем 1000 ГБ; форм-фактор - Tower; комплектуется клавиатурой, мышью, монитором AOC i2757Fm; комплектом шнуров эл. питания) модель - M93p1 - 13 шт
2.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус D, ауд. D732. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Мультимедийное оборудование: Экран проекционный Projecta Elpro Large Electron, 300x173 см, размер рабочей области 290x163– 1 шт; Документ-камера Avergence CP 355 AF– 1 шт; Мультимедийный проектор, Mitsubishi FD630U, 4000 ANSI Lumen, 1920x1080– 1 шт; Сетевая видеочкамера Multipix MP-HD718– 1 шт; ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA– 1 шт; ЖК-панель 42", Full HD, LG M4214 CCBA– 1 шт; ЖК-панель 42", Full HD, LG M4214 CCBA– 1 шт;



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Социально-экономические и информационные сети: модели и  
методы анализа»**

Направление подготовки *01.06.01 Математика и механика*

Профиль «*Дискретная математика и математическая кибернетика*»

Форма подготовки (очная)

**Владивосток  
2020**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	1-4 неделя	Изучение материала лекции, учебника, подготовка к собеседованию, сдаче творческого задания.	36	Опрос перед началом занятия. Принятие сообщения о полученных результатах.
2.	5-8 неделя	Изучение материала лекции, учебника, подготовка к собеседованию, сдаче творческого задания.	36	Опрос перед началом занятия. Принятие сообщения о полученных результатах..
3.	9-13 неделя	Изучение материала лекции, учебника, подготовка к собеседованию, лабораторным работам, сдаче творческого задания.	18	Опрос перед началом занятия. Принятие сообщения о полученных результатах.
4.	14-16 неделя	Изучение материала лекции, учебника, подготовка к собеседованию, лабораторным работам, сдаче творческого задания. Выполнение отчетов по лабораторным работам.	18	Опрос перед началом занятия. Принятие сообщения о полученных результатах.
5.	17-18 неделя	Подготовка к сдаче экзамена.	18	
		ИТОГО	126	

### Методические рекомендации к самостоятельной работе аспиранта

Текущий контроль результатов самостоятельной работы осуществляется в ходе проведения лабораторных работ (устный опрос), коллоквиумов и тестирования. На основании этих результатов аспирант получает текущие и зачетные оценки, по которым выводится итоговая оценка. Промежуточная (семестровая) аттестация проводится в форме устного зачета.

### Методические указания по подготовке к лабораторным работам и их выполнению

К лабораторным работам аспирант должен подготовиться: повторить лекционный материал, прочитать нужный раздел по теме в учебнике.

Занятие начинается с краткого устного опроса по заданной теме. Далее аспиранты работают с конкретными методами.

Для занятий необходимо иметь халат и сменную обувь. Необходимо освоить технику безопасности при работе со всеми используемыми на занятии методами, правильно оценить, сколько необходимо реактивов и расходных материалов для работы. Только после этого аспирант может начинать непосредственно работать с поставленной задачей. В конце занятия аспирант



предоставляет преподавателю отчет по результатам проделанной работы с выводами.

Ответы на вопросы, выступления и активность аспирантов на занятии оцениваются текущей оценкой.

### **Методические указания по подготовке к коллоквиумам**

Поскольку коллоквиум является коллективной формой рассмотрения и закрепления учебного материала, к нему должны готовиться все аспиранты. Коллоквиум обычно проводится в форме развернутой беседы, диспута, пресс-конференции. На каждый коллоквиум заранее объявляется тема и перечень вопросов для устных сообщений. По всем вопросам надо проработать соответствующий материал из учебника, конспекта лекций, дополнительной литературы и соответствующей лабораторной работы. Преподаватель объявляет вопрос и предлагает сделать сообщение на 5-7 минут одному из аспирантов – либо по их желанию, либо по своему выбору. После сообщения преподаватель и аспиранты задают вопросы и выступают с дополнениями и комментариями.

Ответы на вопросы, выступления и активность аспирантов на занятии оцениваются текущей оценкой.

### **Методические указания по подготовке доклада**

По отдельным темам на коллоквиумах могут делаться более емкие и глубокие доклады – до 15-20 минут. Тема доклада может быть предложена преподавателем или выбрана аспирантом самостоятельно.

При подготовке к докладу проводится подбор литературных источников по теме из рекомендуемой основной и дополнительной литературы, а также работа с ресурсами информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», указанными в рабочей программе.

Работа с текстом научных книг и учебников состоит не только в прочтении материала, необходимо провести анализ, сравнить изложение материала в разных источниках, подобрать материал таким образом, чтобы он раскрывал тему доклада. Проанализированный материал конспектируют, при этом надо избегать простого переписывания текстов без каких либо комментариев и анализа. Прямое заимствование текстов других авторов в науке не допускается, оно определяется как плагиат и является наказуемым. Цитирование небольших фрагментов (со ссылкой на автора) допускается, если надо подчеркнуть стиль или сущность авторского определения, но злоупотреблять чужими текстами нельзя. Доклад должен быть выстроен логично, материал излагается цельно, связно и последовательно, делаются выводы. Желательно, чтобы аспирант мог выразить своё мнение по обсуждаемой проблеме. Необходимо заранее продумать схемы для иллюстрации на доске или приготовить их в форме компьютерной презентации. В докладе обязательно необходимо использовать термины и ключевые слова по данной теме. После доклада проводится обсуждение с

дополнениями и поправками. Оценивается как качество доклада, так и активность участников дискуссии.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Социально-экономические и информационные сети: модели и**  
**методы анализа»**

Направление подготовки *01.06.01 Математика и механика*

Профиль *«Дискретная математика и математическая кибернетика»*

Форма подготовки (очная/заочная)

**Владивосток**  
**2020**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
	ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знает
Умеет		использовать современные методы исследований в области математики и механики
Владеет		информационно-коммуникационными технологиями исследований в области математики и механики
ПК-1 Способность и готовность использовать стратегии формирования сетей и модели распространения потоков, волн, объектов в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях в рамках теории графов и комбинаторного анализа	Знает	стратегии формирования сетей и модели распространения потоков, волн, объектов в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях
	Умеет	использовать современные методы исследований в области стратегии формирования сетей в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях
	Владеет	методами разработки и анализа моделей распространения потоков, волн, объектов в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Основные понятия и определения	ОПК-1; ПК-1	Знает	Собеседование, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 1-4
			Умеет	Собеседование, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 1-4

			Владеет	Собеседован ие, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 1-4
2	Раздел 2. Модель «маленького мира»	ОПК-1; ПК-1	Знает	Собеседован ие, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 5
			Умеет	Собеседован ие, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 5
			Владеет	Собеседован ие, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 5
3	Раздел 3. Случайные сети	ОПК-1; ПК-1	Знает	Собеседован ие, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 6
			Умеет	Собеседован ие, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 6
			Владеет	Собеседован ие, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 6
4	Раздел 4. Стратегия формировани я сети	ОПК-1; ПК-1	Знает	Собеседован ие, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 7
			Умеет	Собеседован ие, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 7
			Владеет	Собеседован ие, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 7
5	Раздел 5. Диффузия и обучение в сетях. Игры на сетях.	ОПК-1; ПК-1	Знает	Собеседован ие, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 8
			Умеет	Собеседован ие, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 8
			Владеет	Собеседован ие, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 8

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
<p>ОПК-1</p> <p>Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>знает (пороговый уровень)</p>	<p>методы научных исследований и основы организации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики</p>	<p>сформированные представления о методах научных исследований и основах организации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики</p>	<p>способность сформировать представления о методах научных исследований и основах организации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики</p>
	<p>умеет (продвинутый)</p>	<p>использовать современные методы исследований в области математики и механики</p>	<p>отбор и использование методов с учетом специфики всех дисциплин по профилю подготовки</p>	<p>способность отбора и использования методов с учетом специфики всех дисциплин по профилю подготовки</p>
	<p>владеет (высокий)</p>	<p>информационно-коммуникационными технологиями исследований в области математики и механики</p>	<p>владение информационно-коммуникационными технологиями исследований во всей профессиональной области математики и механики</p>	<p>способность владения информационно-коммуникационными технологиями исследований во всей профессиональной области математики и механики</p>
<p>ПК-1</p> <p>Способность и готовность использовать стратегии формирования сетей и модели распространения потоков,</p>	<p>знает (пороговый уровень)</p>	<p>стратегии формирования сетей и модели распространения потоков, волн, объектов в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях</p>	<p>сформированные представления о стратегиях формирования сетей и модели распространения потоков, волн, объектов в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях</p>	<p>способность сформированных представлений о стратегиях формирования сетей и модели распространения потоков, волн, объектов в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях</p>

волн, объектов в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях в рамках теории графов и комбинаторного анализа	умеет (продвинутый)	использовать современные методы исследований в области стратегии формирования сетей в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях	отбор и использование методов с учетом специфики всех типов сетей	способность отбора и использования методов с учетом специфики всех типов сетей
	владеет (высокий)	методами разработки и анализа моделей распространения потоков, волн, объектов в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях	владение методами разработки и анализа моделей распространения потоков, волн, объектов в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях	способность владения методами разработки и анализа моделей распространения потоков, волн, объектов в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях

## Оценочные средства для промежуточной аттестации

### Вопросы для подготовки к экзамену

по дисциплине «Социально-экономические и информационные сети: модели и методы анализа»

1. Социальные сети.
2. Экономические сети.
3. Информационные сети.
4. Общие понятия сетей.
5. Модель «маленького мира».
6. Случайные сети.
7. Стратегия формирования сети.
8. Диффузия и обучение в сетях. Игры на сетях.

## Оценочные средства для текущего контроля

### Вопросы для коллоквиума, собеседования

по дисциплине «Социально-экономические и информационные сети:  
модели и методы анализа»

#### Раздел 1. Основные понятия и определения

1. История возникновения (работы Jacob Moreno, Anatol Rapoport, William Horvath).
2. Первые графовые модели.
3. Работы Stanley Milgram – эффект «маленького мира».
4. Введение в теорию шести рукопожатий.
5. Работы Barabási Albert-László введение в теорию «Управляемость сложных сетей» («Controllability of Complex Networks»).
6. Результаты эксперимента Mark Granovetter.
7. Предположение о важности слабых связей (weak ties).
8. Применение в торговле товарами и услугами, транспортных, энергетических, городских региональных, международных сетях.
9. Сети ОЭЗ и свободных портов.
10. Результаты Alfred Lotka, закон Лотки (сети цитирования).
11. Всемирная паутина (World Wide Web) - циклическая сеть.
12. Результаты Steven Strogatz и Duncan Watts - феномен тесного мира.
13. Работы Reka Albert и Laszlo Barabasi - распределение вершин по числу связей.
14. Сети предпочтений (Preference networks) - двусторонние информационные сети.
15. Радиус, эксцентриситет, геодезическая цепь.
16. Диаметр. Диаметр и деревья. Диаметры в случайных графах. Диаметры в мире.
17. Теорема о структуре сети.
18. Распределение степеней.
19. Кластеризация.
20. Модель гомофилии.
21. Динамика и сила слабых связей.
22. Центральность.
23. Возможности измерения центральности: степень – связность, близость и простота достижения других вершин.
24. Маршруты - роль промежуточных вершин и ребер.
25. Влияние. Престиж.
26. Центральность в сети - собственные вектора.
27. Применение мер центральности (Centrality).
28. Диффузия центральности.
29. Случайные сети.
30. Случайные сети - пороги и фазовые переходы.
31. Теорема Threshold.



32. Модель «маленького мира».

33. Другие статические модели сетей: модели для генерации кластеров, модели для получения другого распределения степеней, отличного от распределения Пуассона, модель подгонки данных.

### **Раздел 2. Модель «маленького мира»**

1. Эксперимент Stanley Milgram.

2. Теория шести рукопожатий - модель «маленького мира» (small world).

3. Модель Duncan Watts и Steve Strogatz с высокой степенью кластеризации и малой средней длиной пути между вершинами.

4. Свойства социальной сети, как гомофилия (homophily) и слабые связи (weak ties).

### **Раздел 3. Случайные сети**

1. Рост случайных сетей.

2. Аппроксимация.

3. Гибридные модели. Формирование гибридных моделей.

4. Блочные модели.

5. Случайные сетевые модели: Эрдеша (Erdos) – Реньи (Renyi).

6. Другие модели случайных сетей: Watts and Strogatz, Barabasi and Albert, Jackson and Rogers.

7. Стохастические блочные модели: модели дополнения Эрдеша (Erdos) – Реньи (Renyi)

8. Набор моделей: ERGMs и новые: SERGMs / SUGMs.

### **Раздел 4. Стратегия формирования сети**

1. Стратегия формирования сети.

2. Равновесие и эффективность.

3. Модель соединения сети.

4. Эффективность модели соединения: попарное равновесие и модель соединений.

5. Внешние эффекты: формирование сети и трансферы.

6. Неоднородность в стратегии формирования сети.

7. Модель SUGMs и стратегия формирования сети.

8. Равновесие по Нэшу.

9. Динамические стратегии формирования сети.

10. Эволюция и стохастика.

11. Режиссура формирования сети.

12. Применение структурной модели формирования стратегии.

### **Раздел 5. Диффузия и обучение в сетях. Игры на сетях.**

1. Диффузия.

2. Bass - модель диффузии.

3. Диффузия на случайных сетях.

4. Главная компонента (Пуассона).

5. SIS – модель.

6. Решения SIS -модели – примеры.

7. Подготовка данных для модели диффузии. Пример распространения эпидемии.

8. Обучение.
9. Модель ДеГрута (DeGroot).
10. Конвергенция в модели ДеГрута (DeGroot).
11. Дополнения и заменители.
12. Свойства равновесий.
13. Несколько равновесий. Применения.
14. Дискретный (бинарный) выбор.
15. Линейные и квадратичные модели.
16. Многошаговые игры на сетях.

### **Темы индивидуальных творческих проектов**

по дисциплине «Социально-экономические и информационные сети: модели и методы анализа»

1. История возникновения (работы Jacob Moreno, Anatol Rapoport, William Horvath).
2. Первые графовые модели.
3. Работы Stanley Milgram – эффект «маленького мира».
4. Введение в теорию шести рукопожатий.
5. Работы Barabási Albert-László введение в теорию «Управляемость сложных сетей» («Controllability of Complex Networks»).
6. Результаты эксперимента Mark Granovetter.
7. Предположение о важности слабых связей (weak ties).
8. Применение в торговле товарами и услугами, транспортных, энергетических, городских региональных, международных сетях.
9. Сети ОЭЗ и свободных портов.
10. Результаты Alfred Lotka, закон Лотки (сети цитирования).
11. Всемирная паутина (World Wide Web) - циклическая сеть.
12. Результаты Steven Strogatz и Duncan Watts - феномен тесного мира.
13. Работы Reka Albert и Laszlo Barabasi - распределение вершин по числу связей.
14. Сети предпочтений (Preference networks) - двусторонние информационные сети.
15. Радиус, эксцентриситет, геодезическая цепь.
16. Диаметр. Диаметр и деревья. Диаметры в случайных графах. Диаметры в мире.
17. Теорема о структуре сети.
18. Распределение степеней.
19. Кластеризация.
20. Модель гомофилии.
21. Динамика и сила слабых связей.
22. Центральность.
23. Возможности измерения центральности: степень – связность, близость и простота достижения других вершин.
24. Маршруты - роль промежуточных вершин и ребер.

25. Влияние. Престиж.
26. Центральность в сети - собственные вектора.
27. Применение мер центральности (Centrality).
28. Диффузия центральности.
29. Случайные сети.
30. Случайные сети - пороги и фазовые переходы.
31. Теорема Threshold.
32. Модель «маленького мира».
33. Другие статические модели сетей: модели для генерации кластеров, модели для получения другого распределения степеней, отличного от распределения Пуассона, модель подгонки данных.
34. Эксперимент Stanley Milgram.
35. Теория шести рукопожатий - модель «маленького мира» (small world).
36. Модель Duncan Watts и Steve Strogatz с высокой степенью кластеризации и малой средней длиной пути между вершинами.
37. Свойства социальной сети, как гомофилия (homophily) и слабые связи (weak ties).
38. Рост случайных сетей.
39. Аппроксимация.
40. Гибридные модели. Формирование гибридных моделей.
41. Блочные модели.
42. Случайные сетевые модели: Эрдеша (Erdos) – Реньи (Renyi).
43. Другие модели случайных сетей: Watts and Strogatz, Barabasi and Albert, Jackson and Rogers.
44. Стохастические блочные модели: модели дополнения Эрдеша (Erdos) – Реньи (Renyi)
45. Набор моделей: ERGMs и новые: SERGMs / SUGMs.
46. Стратегия формирования сети.
47. Равновесие и эффективность.
48. Модель соединения сети.
49. Эффективность модели соединения: попарное равновесие и модель соединений.
50. Внешние эффекты: формирование сети и трансферы.
51. Неоднородность в стратегии формирования сети.
52. Модель SUGMs и стратегия формирования сети.
53. Равновесие по Нэшу.
54. Динамические стратегии формирования сети.
55. Эволюция и стохастика.
56. Режиссура формирования сети.
57. Применение структурной модели формирования стратегии.
58. Диффузия.
59. Bass - модель диффузии.
60. Диффузия на случайных сетях.
61. Главная компонента (Пуассона).
62. SIS – модель.

63. Решения SIS -модели – примеры.
64. Подготовка данных для модели диффузии. Пример распространения эпидемии.
65. Обучение.
66. Модель ДеГрута (DeGroot).
67. Конвергенция в модели ДеГрута (DeGroot).
68. Дополнения и заменители.
69. Свойства равновесий.
70. Несколько равновесий. Применения.
71. Дискретный (бинарный) выбор.
72. Линейные и квадратичные модели.
73. Многошаговые игры на сетях.