



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

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
математических методов в экономике

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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дополнительные главы дискретной математики и математической кибернетики**

Направление подготовки 01.06.01 Математика и механика

Профиль «Дискретная математика и математическая кибернетика»

Форма подготовки (очная)

курс  2  семестр  3,4

лекции  18  час.

практические занятия  18  час.

лабораторные работы  не предусмотрены .

с использованием МАО лек.  18  /пр.  18  /лаб.   час.

всего часов контактной работы  36  час.

в том числе с использованием МАО  36  час., в электронной форме   час.

самостоятельная работа  108  час.

в том числе на подготовку к экзамену  18  час.

курсовая работа / курсовой проект   семестр

зачет  3  семестр

экзамен  4  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 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 «Дополнительные главы дискретной математики и математической кибернетики»**

Дисциплина «Дополнительные главы дискретной математики и математической кибернетики» предназначена для аспирантов, обучающихся по образовательной программе «Дискретная математика и математическая кибернетика» по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика и входит в вариативную часть, дисциплина по выбору Б1.В.ДВ учебного плана.

Трудоемкость – 4 з.е. (144 часа). Дисциплина включает в себя 36 часов лекций, 36 часов практических занятий и 108 часов самостоятельной работы, из которых 18 часов отводится на экзамен. Обучение осуществляется в 3 и 4 семестре. Формы промежуточной аттестации: зачет (3 семестр) и экзамен (4 семестр).

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

**Цель** изучения дисциплины – развитие способности и готовности формулировать, равновесные и экстремальные задачи на сетях и графах, разрабатывать и реализовывать алгоритмы решения задач с помощью современных программных систем, оценивать работоспособность и эффективность алгоритмов, обосновывать адекватность используемых моделей.

### **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 «Дополнительные главы дискретной математики и математической кибернетики» 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 профессиональные компетенции.

<b>Код и формулировка компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>	
ПК-2 Способность и готовность формулировать равновесные и экстремальные задачи на сетях и графах, обнаруживать соответствующие явления в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях в рамках теории исследования операций, обосновывать адекватность используемых моделей	Знает	равновесные и экстремальные задачи на сетях и графах в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, методы обоснования адекватности используемых моделей
	Умеет	обнаруживать явления, моделируемые экстремальными постановками задач на сетях и графах, в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, обосновывать адекватность используемых моделей
	Владеет	методами решения равновесных и экстремальных задачи на сетях и графах в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, методами обоснования адекватности используемых моделей
ПК-3 Способность и готовность разрабатывать и реализовывать методы минимизации функций и алгоритмы решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров» в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях с помощью современных программных систем, оценивать работоспособность и эффективность алгоритмов	Знает	алгоритмы решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров», методы оценки работоспособности и эффективности алгоритмов
	Умеет	разрабатывать и реализовывать алгоритмы решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров» в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях с помощью современных программных систем, оценивать работоспособность и эффективность алгоритмов
	Владеет	методами проектирования и разработки алгоритмов решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров», методами оценки работоспособности и эффективности алгоритмов

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**(18 час., в том числе \_18\_ час. с использованием методов активного обучения)**

### **Раздел 1. Математическое программирование (9 час.)**

#### **Тема 1. Основные теоретические сведения (4 час.)**

Теоремы о достижении нижней грани функции (функционала) на множестве (в  $E^N$ , в метрических пространствах, в гильбертовых пространствах). Выпуклые множества, выпуклые функции, сильно выпуклые функции, их свойства. Критерии оптимальности в гладких выпуклых задачах минимизации (в форме вариационного неравенства). Правило множителей Лагранжа. Теорема Куна-Таккера, двойственная задача, ее свойства.

*Интерактивная форма 4 часа проблемная лекция.*

#### **Тема 2. Численные методы математического программирования (5 час.)**

Метод проекции градиента (в  $E^N$ , в гильбертовом пространстве). Метод Ньютона. Метод покоординатного спуска. Метод штрафных функций. Метод барьерных функций. Метод динамического программирования. Устойчивость задач оптимизации. Метод стабилизации (регуляризация по Тихонову). Линейное программирование. Симплекс-метод. Двойственные задачи линейного программирования.

*Интерактивная форма 5 часов лекция-беседа.*

### **Раздел 2. Исследование операций (9 час.)**

#### **Тема 1. Задачи теории игр (4 час.)**

Антагонистические игры. Матричные игры, теорема о минимаксе. Выпукло-вогнутые антагонистические игры. Теорема существования седловой точки. Бескоалиционные игры  $n$  лиц. Равновесие по Нэшу. Принцип гарантированного результата. Минимаксные задачи. Многокритериальная оптимизация. Оптимальность по Парето. лексикографический подход. Кооперативные игры (с-ядро, вектор Шепли). Задача распределения ресурсов (модель Гросса, принцип уравнивания Гермейера). Иерархические игры.

*Интерактивная форма 4 часа лекция-беседа.*

#### **Тема 2. Оптимальное управление (5 час.)**

Постановка задач оптимального управления, их классификация. Принцип максимума Понтрягина. Краевая задача принципа максимума. Линейная задача быстрогодействия, ее свойства (существование решения, число переключений). Принцип максимума и вариационное исчисление. Управляемость и наблюдаемость в линейных системах, их взаимосвязь (взаимодвойственность). Теоремы Калмана, Красовского. Метод динамической регуляризации в задаче наблюдения. Дифференциальные игры.

*Интерактивная форма 5 часов научная дискуссия.*

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

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

### **Практические занятия (18 /18 час.)**

**Занятие 1-4. Задачи математического программирования (2 час.)**

**Занятие 5-8. Численные методы математического программирования (2 час.)**

**Занятие 9-12. Модели межотраслевого баланса В.В. Леонтьева (2 час.)**

**Занятие 13-14. Линейные задачи оптимального распределения ресурсов (1 час.)**

**Занятие 15-18. Неподвижные точки. Теоремы Брауэра и Какутани (2 час.)**

**Занятие 19-24. Антагонистические игры (3 час.)**

**Занятие 25-28. Кооперативные и иерархические игры (2 час.)**

**Занятие 29-36. Оптимальное управление (4 час.)**

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

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Дополнительные главы дискретной математики и математической кибернетики» 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**

#### **1 семестр**

№ п/п	Контролируемые Разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Математическое программирование	ПК-2; ПК-3	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 семестр

№ п/п	Контролируемые Разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	Оценочные средства
				текущий контроль	текущий контроль
2	Раздел 2. Исследование операций	ПК-2; ПК-3	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
			Владеет	Собеседование, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 8

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении 2.

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

### Основная литература

1. Горлач, Б.А. Исследование операций / Б.А. Горлач. — СПб. : Лань, 2013. — 442 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4865](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4865)
2. Есипов, Б.А. Методы исследования операций / Б.А. Есипов. — СПб.: Лань, 2013. — 300 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=10250](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10250)
3. Ржевский, С.В. Исследование операций / С.В. Ржевский. — СПб. : Лань, 2013. — 476 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=32821](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=32821)

### Дополнительная литература

1. Певзнер, Л.Д. Практикум по математическим основам теории систем / Л.Д. Певзнер. — СПб.: Лань, 2013. — 400 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=10254](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10254)

2. Кирсанов, М.Н. Графы в Maple. Задачи, алгоритмы, программы / М.Н. Кирсанов. — М.: Физматлит, 2006. — 168 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2738](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2738)

### 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, 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.	Photoshop CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018. 07,



## VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе изучения дисциплины «Дополнительные главы дискретной математики и математической кибернетики» 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 Тематических. 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 рубрикации, 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 «Дополнительные главы дискретной математики и математической кибернетики» 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 Дополнительные главы дискретной математики и математической кибернетики. 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 разворачивается 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**

<b>№ п\п</b>	<b>Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
1.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус D, ауд. D733а.	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

	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: компьютерный класс	
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 видекамера 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»**  
(ДФУ)

---

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Дополнительные главы дискретной математики и  
математической кибернетики»**

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.	12	Опрос перед началом занятия. Принятие сообщения о полученных результатах.
2.	5-8 неделя	Изучение материала лекции, учебника, подготовка к собеседованию, сдаче творческого задания.	12	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.	10	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 отчётов по лабораторным работам.	10	Опрос перед началом занятия. Принятие сообщения о полученных результатах.
5.	17-18 неделя	Подготовка к сдаче зачета в форме коллоквиума. Ответы на вопросы преподавателя.	10	Принятие реферата. Сдача зачета в форме коллоквиума. Принятие сообщения о полученных результатах.
		ИТОГО	54	

№ 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.	9	Опрос перед началом занятия. Принятие сообщения о полученных результатах.
2.	5-8 неделя	Изучение материала лекции, учебника, подготовка к собеседованию, сдаче творческого задания.	9	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.	9	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 отчётов по лабораторным работам.	9	Опрос перед началом занятия. Принятие сообщения о полученных результатах.
5.	17-18 неделя	Подготовка к сдаче экзамена.	18	Принятие реферата. Сдача зачета в форме коллоквиума. Принятие сообщения о полученных результатах.
		ИТОГО	54	

### **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 Тема 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 «Дополнительные главы дискретной математики и**  
**математической кибернетики»**  
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	
<p>ПК-2 Способность и готовность формулировать равновесные и экстремальные задачи на сетях и графах, обнаруживать соответствующие явления в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях в рамках теории исследования операций, обосновывать адекватность используемых моделей</p>	Знает	равновесные и экстремальные задачи на сетях и графах в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, методы обоснования адекватности используемых моделей
	Умеет	обнаруживать явления, моделируемые экстремальными постановками задач на сетях и графах, в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, обосновывать адекватность используемых моделей
	Владеет	методами решения равновесных и экстремальных задачи на сетях и графах в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, методами обоснования адекватности используемых моделей
<p>ПК-3 Способность и готовность разрабатывать и реализовывать методы минимизации функций и алгоритмы решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров» в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях с помощью современных программных систем, оценивать работоспособность и эффективность алгоритмов</p>	Знает	алгоритмы решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров», методы оценки работоспособности и эффективности алгоритмов
	Умеет	разрабатывать и реализовывать алгоритмы решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров» в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях с помощью современных программных систем, оценивать работоспособность и эффективность алгоритмов
	Владеет	методами проектирования и разработки алгоритмов решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров», методами оценки работоспособности и эффективности алгоритмов

3 семестр

			Оценочные средства
--	--	--	--------------------

№ п/п	Контролируемые Разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Математическое программирование	ПК-2; ПК-3	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

#### 4 семестр

№ п/п	Контролируемые Разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	Оценочные средства
				текущий контроль	текущий контроль
2	Раздел 2. Исследование операций	ПК-2; ПК-3	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
			Владеет	Собеседование, Творческое задание	Вопросы для подготовки к экзамену 8

#### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-2 Способность и готовность формулировать	знает (пороговый уровень)	равновесные и экстремальные задачи на сетях и графах в экономических,	сформированные представления о равновесных и экстремальных задачах на сетях и	Способность представления о равновесных и экстремальных задачах на сетях и графах в

<p>вать равновесные и экстремальные задачи на сетях и графах, обнаруживать соответствующие явления в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях в рамках теории исследования операций, обосновывать адекватность используемых моделей</p>		<p>финансовых, социальных и информационных сетях, методы обоснования адекватности используемых моделей</p>	<p>графах в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, методах обоснования адекватности используемых моделей</p>	<p>экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, методах обоснования адекватности используемых моделей</p>
<p>явления в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях в рамках теории исследования операций, обосновывать адекватность используемых моделей</p>	<p>умеет (продвинутый)</p>	<p>обнаруживать явления, моделируемые экстремальными постановками задач на сетях и графах, в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, обосновывать адекватность используемых моделей</p>	<p>отбор и использование явлений, моделируемых экстремальными постановками задач на сетях и графах, в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, обоснование адекватности используемых моделей</p>	<p>Способность отбора и использования явлений, моделируемых экстремальными постановками задач на сетях и графах, в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, обоснование адекватности используемых моделей</p>
<p>адекватность используемых моделей</p>	<p>владеет (высокий)</p>	<p>методами решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, методами обоснования адекватности используемых моделей</p>	<p>владение методами решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, методами обоснования адекватности используемых моделей</p>	<p>Способность владения методами решения равновесных и экстремальных задачи на сетях и графах в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях, методами обоснования адекватности используемых моделей</p>
<p>ПК-3 Способность и готовность разрабатывать и реализовывать методы минимизации</p>	<p>знает (пороговый уровень)</p>	<p>алгоритмы решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров», методы</p>	<p>сформированные представления об алгоритмах решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения</p>	<p>Способность представления об алгоритмах решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров»,</p>

ии функций и алгоритмы решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров» в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях с помощью современных программных систем, оценивать работоспособность и эффективность алгоритмов		оценки работоспособности и эффективности алгоритмов	явления «малых миров», методах оценки работоспособности и эффективности алгоритмов	методах оценки работоспособности эффективности алгоритмов
	умеет (продвинутый)	разрабатывать и реализовывать алгоритмы решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров» в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях с помощью современных программных систем, оценивать работоспособность и эффективность алгоритмов	отбор и использование алгоритмов решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров» в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях с помощью современных программных систем, оценка работоспособности и эффективности алгоритмов	Способность отбора и использования алгоритмов решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров» в экономических, финансовых, социальных и информационных сетях с помощью современных программных систем, оценка работоспособности эффективности алгоритмов
	владеет (высокий)	методами проектирования и разработки алгоритмов решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров», методами оценки работоспособности и эффективности алгоритмов	владение методами проектирования и разработки алгоритмов решения равновесных и экстремальных задач на сетях и графах и задач обнаружения явления «малых миров», методами оценки работоспособности и эффективности алгоритмов	

## Оценочные средства для промежуточной аттестации

1 семестр

### Вопросы для подготовки к зачёту

по дисциплине «Дополнительные главы дискретной и целочисленной оптимизации»

1. Задачи математического программирования.
2. Численные методы математического программирования.
3. Модели межотраслевого баланса В.В. Леонтьева.
4. Линейные задачи оптимального распределения ресурсов.

2 семестр

### Вопросы для подготовки к экзамену

по дисциплине «Дополнительные главы дискретной и целочисленной оптимизации»

1. неподвижные точки. Теоремы Брауэра и Какутани.
2. Антагонистические игры.
3. Кооперативные и иерархические игры.
4. Оптимальное управление.

## Оценочные средства для текущего контроля

3 семестр

### Вопросы для коллоквиума, собеседования

по дисциплине «Дополнительные главы дискретной и целочисленной оптимизации»

#### Раздел 1. Математическое программирование

##### Тема 1. Основные теоретические сведения.

1. Теоремы о достижении нижней грани функции (функционала) на множестве (в  $E^N$ , в метрических пространствах, в гильбертовых пространствах).

2. Выпуклые множества, выпуклые функции, сильно выпуклые функции, их свойства.

3. Критерии оптимальности в гладких выпуклых задачах минимизации (в форме вариационного неравенства).

4. Правило множителей Лагранжа.

5. Теорема Куна-Таккера, двойственная задача, ее свойства.

##### Тема 2. Численные методы математического программирования.

1. Метод проекции градиента (в  $E^N$ , в гильбертовом пространстве).

2. Метод Ньютона.

3. Метод покоординатного спуска.

4. Метод штрафных функций.

5. Метод барьерных функций.
6. Метод динамического программирования.
7. Устойчивость задач оптимизации.
8. Метод стабилизации (регуляризация по Тихонову).
9. Линейное программирование.
10. Симплекс-метод.
11. Двойственные задачи линейного программирования.

**Темы индивидуальных творческих проектов**  
по дисциплине «Дополнительные главы дискретной и целочисленной  
оптимизации»

1. Теоремы о достижении нижней грани функции (функционала) на множестве (в  $E_N$ , в метрических пространствах, в гильбертовых пространствах).
2. Выпуклые множества, выпуклые функции, сильно выпуклые функции, их свойства.
3. Критерии оптимальности в гладких выпуклых задачах минимизации (в форме вариационного неравенства).
4. Правило множителей Лагранжа.
5. Теорема Куна-Таккера, двойственная задача, ее свойства.
6. Метод проекции градиента (в  $E_N$ , в гильбертовом пространстве).
7. Метод Ньютона.
8. Метод покоординатного спуска.
9. Метод штрафных функций.
10. Метод барьерных функций.
11. Метод динамического программирования.
12. Устойчивость задач оптимизации.
13. Метод стабилизации (регуляризация по Тихонову).
14. Линейное программирование.
15. Симплекс-метод.
16. Теоремы о достижении нижней грани функции (функционала) на множестве (в  $E_N$ , в метрических пространствах, в гильбертовых пространствах).
17. Выпуклые множества, выпуклые функции, сильно выпуклые функции, их свойства.
18. Критерии оптимальности в гладких выпуклых задачах минимизации (в форме вариационного неравенства).
19. Правило множителей Лагранжа.
20. Теорема Куна-Таккера, двойственная задача, ее свойства.
21. Метод проекции градиента (в  $E_N$ , в гильбертовом пространстве).
22. Метод Ньютона.
23. Метод покоординатного спуска.
24. Метод штрафных функций.

4 семестр  
Вопросы к экзамену

**Раздел 2. Исследование операций**

**Тема 3. Задачи теории игр.**

1. Антагонистические игры.
2. Матричные игры, теорема о минимаксе.
3. Выпукло-вогнутые антагонистические игры.
4. Теорема существования седловой точки.
5. Бескоалиционные игры  $n$  лиц.
6. Равновесие по Нэшу.
7. Принцип гарантированного результата.
8. Минимаксные задачи.
9. Многокритериальная оптимизация.
10. Оптимальность по Парето.
11. Лексикографический подход.
12. Кооперативные игры (с-ядро, вектор Шепли).
13. Задача распределения ресурсов (модель Гросса, принцип уравнивания Гермейера).
14. Иерархические игры.

**Тема 4. Оптимальное управление.**

1. Постановка задач оптимального управления, их классификация.
2. Принцип максимума Понтрягина.
3. Краевая задача принципа максимума.
4. Линейная задача быстрого действия, ее свойства (существование решения, число переключений).
5. Принцип максимума и вариационное исчисление.
6. Управляемость и наблюдаемость в линейных системах, их взаимосвязь (взаимодвойственность).
7. Теоремы Калмана, Красовского.
8. Метод динамической регуляризации в задаче наблюдения.
9. Дифференциальные игры.

**Темы индивидуальных творческих проектов**

по дисциплине «Дополнительные главы дискретной и целочисленной оптимизации»

1. Теоремы о достижении нижней грани функции (функционала) на множестве (в  $E^N$ , в метрических пространствах, в гильбертовых пространствах).
2. Выпуклые множества, выпуклые функции, сильно выпуклые функции, их свойства.



3. Критерии оптимальности в гладких выпуклых задачах минимизации (в форме вариационного неравенства).
4. Правило множителей Лагранжа.
5. Теорема Куна-Таккера, двойственная задача, ее свойства.
6. Метод проекции градиента (в  $E_N$ , в гильбертовом пространстве).
7. Метод Ньютона.
8. Метод покоординатного спуска.
9. Метод штрафных функций.
10. Метод барьерных функций.
11. Метод динамического программирования.
12. Устойчивость задач оптимизации.
13. Метод стабилизации (регуляризация по Тихонову).
14. Линейное программирование.
15. Симплекс-метод.
16. Двойственные задачи линейного программирования.
17. Антагонистические игры.
18. Матричные игры, теорема о минимаксе.
19. Выпукло-вогнутые антагонистические игры.
20. Теорема существования седловой точки.
21. Бескоалиционные игры  $n$  лиц.
22. Равновесие по Нэшу.
23. Принцип гарантированного результата.
24. Минимаксные задачи.
25. Многокритериальная оптимизация.
26. Оптимальность по Парето.
27. Лексикографический подход.
28. Кооперативные игры ( $s$ -ядро, вектор Шепли).
29. Задача распределения ресурсов (модель Гросса, принцип уравнивания Гермейера).
30. Иерархические игры.
31. Постановка задач оптимального уравнения, их классификация.
32. Принцип максимума Понтрягина.
33. Краевая задача принципа максимума.
34. Линейная задача быстрого действия, ее свойства (существование решения, число переключений).
35. Принцип максимума и вариационное исчисление.
36. Управляемость и наблюдаемость в линейных системах, их взаимосвязь (взаимодвойственность).
37. Теоремы Калмана, Красовского.
38. Метод динамической регуляризации в задаче наблюдения.
39. Дифференциальные игры.