

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



» 20 г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

### Исследование операций

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

## **Содержание**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Андрианова А.А. (кафедра системного анализа и информационных технологий, отделение фундаментальной информатики и информационных технологий), Anastasiya.Andrianova@kpfu.ru

### **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2	Способность использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования
ПК-10	Готовность применять математический аппарат для решения поставленных задач, способностью применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов
ПК-11	Готовность применять знания и навыки управления информацией
ПК-12	Способность самостоятельно изучать новые разделы фундаментальной математики

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные проблемы принятия решений в условиях неопределенности;
- основные модели и методы исследования операций и теории игр;
- основные приемы разработки математических моделей исследования операций.

Должен уметь:

- анализировать ситуации принятия решения и подбирать для них адекватные математические модели;
- использовать методы математического программирования и теории игр для решения задач принятия решений.
- реализовывать программно алгоритмы решения задач исследования операций.

Должен владеть:

- теоретическими знаниями об основных математических моделях, связанных с принятием решений;
- основным математическим аппаратом решения задач принятия решений;

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания в своей профессиональной деятельности.

### **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.4 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.04 "Прикладная математика (Математическое моделирование)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

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

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

Контактная работа - 54 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 18 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 54 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре.

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

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

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Постановка задачи принятия решений. Обзор методов линейного и нелинейного программирования.	7	2	0	2	4
2.	Тема 2. Многокритериальная оптимизация.	7	2	0	2	6
3.	Тема 3. Теория расписаний как раздел исследования операций.	7	2	0	0	4
4.	Тема 4. Теория игр. Антагонистические игры.	7	6	0	4	8
5.	Тема 5. Теория игр. Игры с непротивоположными интересами.	7	6	0	4	6
6.	Тема 6. Позиционные игры.	7	4	0	2	4
7.	Тема 7. Оптимальное управление. Метод динамического программирования.	7	6	0	4	8
8.	Тема 8. Оптимальное управление. Случайные марковские процессы.	7	4	0	0	6
9.	Тема 9. Оптимальное управление. Принцип максимума Понтрягина.	7	2	0	0	4
10.	Тема 10. Теория массового обслуживания.	7	2	0	0	4
	Итого		36	0	18	54

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Постановка задачи принятия решений. Обзор методов линейного и нелинейного программирования.**

Исторические сведения об исследовании операций. Математическая постановка задачи принятия решений в общем виде. Примеры производственных и экономических моделей исследования операций. Обзор методов линейного и нелинейного программирования для решения задач оптимизации. Алгоритмы анализа моделей линейного программирования на чувствительность.

**Тема 2. Многокритериальная оптимизация.**

Многокритериальная оптимизация. Понятие Парето-оптимальных решений. Необходимые и достаточные условия для получения Парето-оптимальных решений. Методы решения многокритериальных задач: сведение к однокритериальной задаче посредством применения функций-сверток, метод идеальной точки, лексикографическая оптимизация, метод уступок.

**Тема 3. Теория расписаний как раздел исследования операций.**

Постановка задачи теории оптимизации в общем виде как задача целочисленного программирования. Примеры частных случаев задач теории расписаний и методов их решений: минимизация времени выполнения задач для одной машины, минимизация максимального временного смещения для одной машины, минимизация времени работы конвейерной системы.

**Тема 4. Теория игр. Антагонистические игры.**

Теория игр как раздел исследования операций. Постановка задачи теории игр в общем виде. Антагонистические игры двух игроков. Понятие решения антагонистической игры. Антагонистические матричные игры: решение матричных игр в чистых стратегиях, решение матричных игр в смешанных стратегиях, свойства оптимальных стратегий, графоаналитический метод, метод решения с помощью сведения к задаче линейного программирования.

**Тема 5. Теория игр. Игры с непротивоположными интересами.**

Игры с непротивоположными интересами. Особенности игр с непротивоположными интересами. Биматричные игры и свойства их решений. Понятие равновесия по Нэшу. Кооперативные игры: свойства решения кооперативной игры - от равновесия к целесообразности. Понятие дележа.

Игры "с природой". Примеры природной неопределенности. Критерии принятия решений(критерий Вальда, критерий Сэвиджа, критерий пессимизма-оптимизма Гурвица).

### **Тема 6. Позиционные игры.**

Понятие позиционной игры с полной информацией. Представление игры в виде графа. Понятие стратегии в позиционной игре. Определение решения позиционной игры с полной информацией как равновесной стратегии по Нэшу. Понятие позиционной игры с неполной информацией и ее отличие от игры с полной информацией. Формулировка позиционной игры с неполной информацией в виде матричной игры.

### **Тема 7. Оптимальное управление. Метод динамического программирования.**

Постановка задачи оптимального управления. Управление в дискретном случае. Метод динамического программирования как реализация принципа оптимальности Беллмана. Исследование свойств метода динамического программирования на примере решения задачи распределения ресурсов, задачи о рюкзаке, задачи о замене оборудования.

### **Тема 8. Оптимальное управление. Случайные марковские процессы.**

Случайные марковские процессы как пример задачи оптимального управления. Свойства марковских процессов на бесконечном интервале времени. Формула вычисления вероятности нахождения системы в заданном состоянии через заданное количество этапов. Существование предельных вероятностей состояний. Обобщение метода динамического программирования для исследования свойств марковских процессов.

### **Тема 9. Оптимальное управление. Принцип максимума Понтрягина.**

Задача оптимального управления в непрерывном случае. Понятие функции управления. Формулировка задачи оптимизации. Задача оптимального быстродействия как типовой вариант задачи оптимального управления. Задача с закрепленными концами. Принцип максимума Понтрягина как необходимое условие оптимума и обобщение на непрерывный случай принципа оптимальности Беллмана.

### **Тема 10. Теория массового обслуживания.**

Теория массового обслуживания как частный случай задачи исследования операций. Задача имитационного моделирования. Исследование системы с одним обслуживающим прибором без очереди, системы с несколькими обслуживающими приборами без очереди, системы с одним обслуживающим прибором с очередью, системы с несколькими обслуживающими приборами с очередью.

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

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

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

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

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

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

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

Портал математических интернет-ресурсов - <http://www.allmath.com/>

Портал математических интернет-ресурсов - <http://www.math.ru/>

Портал с ресурсами по теории игр - <http://www.gametheory.net/>

Сайт с материалами по естественно-научным дисциплинам - <http://en.edu.ru/>

Сайт с учебными материалами по математическим дисциплинам - <http://www.exponenta.ru/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Занятия по дисциплине проводятся в форме лекционных занятий, на которых разбираются теоретические основы различных подходов к моделированию задач принятия решений. Основой для изучения теоретического материала являются методические материалы, предоставленные студентам, и конспект. К написанию и изучению конспекта следует отнестись внимательно, так как на лекционных занятиях в дискуссионной, акцентированной форме будут разбираться проблемы и способы их решения. В рамках лекций будет разобрано большое количество примеров, на основе которых студенты самостоятельно могут формировать практические навыки решения задач принятия решений.
лабораторные работы	Лабораторные занятия предназначены для контролируемого преподавателем совместного решения задач принятия решений. На лабораторных занятиях студент является основным действующим лицом. Студенту рекомендуется предварительно изучить конспекты по теме занятия, активно участвовать в обсуждении способов решения задач, предлагать свои идеи. Роль преподавателя здесь контролирующая и направляющая. Преподаватель должен направлять ход мыслей группы студентов, подводя их к правильному алгоритму решения задачи.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	Самостоятельная работа предусматривает как теоретическое освоение материала путем постоянной работы с конспектом, решении задач, предлагаемых в рамках лабораторных работ и домашних заданий. Для лучшего понимания разбираемых алгоритмов рекомендуется программировать алгоритмы решения задач и исследовать свойства методов на различных примерах. Уверенность, которая будет приобретена путем постоянной работы, позволит получить более системные знания и легче выполнять задания в рамках текущего и итогового контроля.
экзамен	По дисциплине предусмотрен экзамен, который также предполагает тщательную работу с конспектом, основной и дополнительной литературой. Рекомендуется по каждому вопросу программы составить небольшое эссе, чтобы четко и систематизировано представить задачу, акцентировать внимание на ее свойствах и основных методиках их решений. Также следует повторно решить большинство типовых задач, так как они могут быть использованы в качестве дополнительных вопросов в случае спорных оценок. При подготовке к экзамену студенту рекомендуется использовать все отведенное время, равномерно распределяя изучение материала, составляя план своей работы.

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

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

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

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатурой;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачётке или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.03.04 "Прикладная математика" и профилю подготовки "Математическое моделирование".

*Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.Од.4 Исследование операций*

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

**Основная литература:**

1.Шапкин А. С. Математические методы и модели исследования операций / Шапкин А.С.,  
Шапкин В.А. - М.:Дашков и К, 2016. - 400 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=557767>

2. Лемешко Б. Ю. Теория игр и исследование операций / Лемешко Б.Ю. - Новосиб.:НГТУ, 2013.  
- 167 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=558878>

3. Сигал А. В. Теория игр и ее экономические приложения : учеб. пособие / А.В. Сигал. - М. :  
ИНФРА-М, 2019. - 418 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=967152>

4. Балдин, К. В. Математическое программирование [Электронный ресурс] : Учебник / К. В.  
Балдин, Н. А. Брызгалов, А. В. Рукосуев; Под общ. ред. д.э.н., проф. К. В. Балдина. - 2-е изд. -  
М.: Издательско-торговая корпорация 'Дашков и К', 2018. - 218 с. URL:  
<http://znanium.com/bookread2.php?book=415097>

5. Андрианова А.А., Хабибуллин Р.Ф. Принятие решений в условиях неопределенности / А.А.  
Андрианова, Р.Ф. Хабибуллин. - Казань: Казан. ун-т, 2015. - 25 с. URL:  
[http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/20356/09\\_104\\_001107.pdf](http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/20356/09_104_001107.pdf)

**Дополнительная литература:**

1.Введение в методы и алгоритмы принятия решений: Учебное пособие / В.Г. Дорогов, Я.О.  
Теплова. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012. - 240 с. URL:  
<http://www.znanium.com/bookread.php?book=241287>

2. Новиков, А. И. Теория принятия решений и управление рисками в финансовой и налоговой  
сферах [Электронный ресурс] : Учебное пособие для бакалавров / А. И. Новиков. - М.: Дашков  
и К, 2017. - 285 с. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=415289>

3. Мыльник, В. В. Исследование систем управления: Учебное пособие / В.В. Мыльник, Б.П.  
Титаренко. - 2-е изд. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 238 с. URL:  
<http://znanium.com/bookread2.php?book=446802>

4. Золотарев, А.А. Методы оптимизации распределительных процессов [Электронный ресурс]  
/ А.А. Золотарев. - М.: Инфра-Инженерия, 2014. - 160 с. URL:  
<http://znanium.com/bookread2.php?book=520282>

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.Од.4 Исследование операций

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

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