



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**

Институт математики и информационных технологий
Кафедра алгебраических и информационных систем

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор ИМИТ ИГУ
М. В. Фалалеев
«25» мая 2022 г.



Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины (модуля) Б1.О.22 Теория систем и системный анализ

Направление подготовки 09.03.03 Прикладная информатика

Направленность (профиль) подготовки Проектирование и разработка информационных систем

Квалификация выпускника – бакалавр

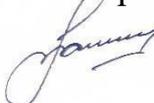
Форма обучения очная

Согласовано с УМК Института
математики и информационных
технологий
Протокол № 3 от «04» апреля 2022 г.

Председатель 

Антоник В.Г.

Рекомендовано кафедрой
Алгебраических и информационных
систем ИМИТ ИГУ:
Протокол № 9 от «24» марта 2022 г.

Зав. кафедрой 

Пантелеев В.И.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели:

- изучение и освоение студентами теоретических основ и методов решения задач нелинейного программирования и оптимального управления;
- формирование навыков построения, исследования и решения математических моделей в конкретных прикладных областях, в том числе, с использованием современных компьютерных средств и прикладного программного обеспечения.

Задачи:

- изучение теории и численных методов решения задач нелинейного программирования;
- овладение практическими навыками реализации алгоритмов оптимизации и проведения численного эксперимента

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина Б1.О.22 Теория систем и системный анализ относится к обязательной части Блока 1 образовательной программы.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: Математика, Линейная алгебра, Дифференциальные уравнения.

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: Производственная практика.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика:

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

- теорию и методы решения задач линейного и нелинейного программирования;
- основы теории оптимального управления.;

уметь:

- решать задачи производственной и технологической деятельности на профессиональном уровне, включая разработку алгоритмических и программных решений;
- выбирать рациональные варианты действий в практических задачах с использованием математических моделей и современных компьютерных технологий.;

владеть:

- методикой построения, анализа и применения математических моделей для оценки состояния и прогноза развития явлений и процессов в социальной, экономической и производственной сферах;
- четким пониманием проблематики и перспектив развития теории и методов системного

анализа как одного из важнейших направлений, связанных с созданием и внедрением новых информационных технологий.

4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетных ед., 144 час.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

Раздел дисциплины / тема	Сем.	Виды учебной работы				Самост. работа	Формы текущего контроля; Формы промежут. аттестации
		Контактная работа преподавателя с обучающимися					
		Лекции	Лаб. занятия	Практ. занятия			
Введение	5	4		4	6		
Математическое программирование	5	10		10	20	Проверка домашней работы	
Численные методы математического программирования	5	10		10	20	Проверка домашней работы	
Оптимальное управление	5	10		10	20	Проверка домашней работы	
Итого (5 семестр):		34		34	66	экс.	

4.2. Содержание учебного материала

Введение

Принципы и примеры моделирования экономических и технических проблем в форме задач оптимизации:

- задачи линейного программирования и проблемы экономики;
- классическое вариационное исчисление и естествознание;
- оптимальное управление и задачи техники.

Экстремумы функций многих переменных. Классические условия экстремума – теорема Ферма и правило множителей Лагранжа. Постановка задачи математического программирования. Геометрическая интерпретация.

Тема 1. Математическое программирование

Условие оптимальности в задаче минимизации на простом множестве. Выпуклое программирование; теорема Куна-Таккера. Гладкие задачи с равенствами и неравенствами; принцип Лагранжа. Теория двойственности в математическом программировании. Двойственные задачи линейного и квадратичного программирования.

Тема 2. Численные методы математического программирования

Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Градиентный метод и метод Ньютона для задач без ограничений. Минимизация на простых множествах – методы условного градиента и проекции градиента. Решение вспомогательных задач. Методы последовательной безусловной минимизации – штрафных и барьерных функций,

модифицированных множителей Лагранжа. Метод внутренней точки в задаче линейного программирования.

Тема 3. Оптимальное управление

Метод динамического программирования и принцип максимума Понтрягина в математической теории оптимального управления. Оптимальное управление линейными системами. Проблема синтеза. Численные методы решения задач вариационного исчисления и оптимального управления.

4.3. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

Тема занятия	Всего часов	Оценочные средства	Формируемые компетенции
Введение	4	Письменный опрос	УК-1, ОПК-6
Математическое программирование	10	Письменный опрос	УК-1, ОПК-6
Численные методы математического программирования	10	Письменный опрос	УК-1, ОПК-6
Оптимальное управление	10	Письменный опрос	УК-1, ОПК-6

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего образования. Согласно требованиям нормативных документов самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, научно-исследовательской деятельности, подготовки к семинарам, лабораторным работам, сдаче зачетов и экзаменов. Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ. Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие задачи:

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;
- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;
- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;
- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;
- развитие навыков самоорганизации;
- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

Подготовка к лекции. Качество освоения содержания конкретной дисциплины прямо зависит от того, насколько студент сам, без внешнего принуждения формирует у себя установку на получение на лекциях новых знаний, дополняющих уже имеющиеся по данной дисциплине. Время на подготовку студентов к двухчасовой лекции по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к практическому занятию. Подготовка к практическому занятию включает следующие элементы самостоятельной деятельности: четкое представление цели и задач его проведения; выделение навыков умственной, аналитической, научной деятельности, которые станут результатом предстоящей работы. Выработка навыков осуществляется с помощью получения новой информации об изучаемых процессах и с помощью знания о том, в какой степени в данное время студент владеет методами исследовательской деятельности, которыми он станет пользоваться на практическом занятии. Подготовка к практическому занятию нередко требует подбора материала, данных и специальных источников, с которыми предстоит учебная работа. Студенты должны дома подготовить к занятию 3–4 примера формулировки темы исследования, представленного в монографиях, научных статьях, отчетах. Затем они самостоятельно осуществляют поиск соответствующих источников, определяют актуальность конкретного исследования процессов и явлений, выделяют основные способы доказательства авторами научных работ ценности того, чем они занимаются. В ходе самого практического занятия студенты сначала представляют найденные ими варианты формулировки актуальности исследования, обсуждают их и обосновывают свое мнение о наилучшем варианте. Время на подготовку к практическому занятию по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к семинарскому занятию. Самостоятельная подготовка к семинару направлена: на развитие способности к чтению научной и иной литературы; на поиск дополнительной информации, позволяющей глубже разобраться в некоторых вопросах; на выделение при работе с разными источниками необходимой информации, которая требуется для полного ответа на вопросы плана семинарского занятия; на выработку умения правильно выписывать высказывания авторов из имеющихся источников информации, оформлять их по библиографическим нормам; на развитие умения осуществлять анализ выбранных источников информации; на подготовку собственного выступления по обсуждаемым вопросам; на формирование навыка оперативного реагирования на разные мнения, которые могут возникать при обсуждении тех или иных научных проблем. Время на подготовку к семинару по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к коллоквиуму. Коллоквиум представляет собой коллективное обсуждение раздела дисциплины на основе самостоятельного изучения этого раздела студентами. Подготовка к данному виду учебных занятий осуществляется в следующем порядке. Преподаватель дает список вопросов, ответы на которые следует получить при изучении определенного перечня научных источников. Студентам во внеаудиторное время необходимо прочитать специальную литературу, выписать из нее ответы на вопросы, которые будут обсуждаться на коллоквиуме, мысленно сформулировать свое мнение по каждому из вопросов, которое они выскажут на занятии. Время на подготовку к коллоквиуму по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к контрольной работе. Контрольная работа назначается после изучения определенного раздела (разделов) дисциплины и представляет собой совокупность развернутых письменных ответов студентов на вопросы, которые они заранее получают от преподавателя. Самостоятельная подготовка к контрольной работе включает в себя: — изучение конспектов лекций, раскрывающих материал, знание которого проверяется контрольной работой; повторение учебного материала, полученного при подготовке к семинарским, практическим занятиям и во время их проведения; изучение дополнительной литературы, в которой конкретизируется содержание проверяемых знаний; составление в мысленной форме ответов на поставленные в контрольной работе вопросы; формирование психологической установки на успешное выполнение всех заданий. Время на подготовку к контрольной работе по нормативам составляет 2 часа.

Подготовка к зачету. Самостоятельная подготовка к зачету должна осуществляться в течение всего семестра. Подготовка включает следующие действия: перечитать все лекции, а также материалы, которые готовились к семинарским и практическим занятиям в течение семестра, соотнести эту информацию с вопросами, которые даны к зачету, если информации недостаточно, ответы находят в предложенной преподавателем литературе. Рекомендуется делать краткие записи. Время на подготовку к зачету по нормативам составляет не менее 4 часов.

Подготовка к экзамену. Самостоятельная подготовка к экзамену схожа с подготовкой к зачету, особенно если он дифференцированный. Но объем учебного материала, который нужно восстановить в памяти к экзамену, вновь осмыслить и понять, значительно больше, поэтому требуется больше времени и умственных усилий. Важно сформировать целостное представление о содержании ответа на каждый вопрос, что предполагает знание разных научных трактовок сущности того или иного явления, процесса, умение раскрывать факторы, определяющие их противоречивость, знание имен ученых, изучавших обсуждаемую проблему. Необходимо также привести информацию о материалах эмпирических исследований, что указывает на всестороннюю подготовку студента к экзамену. Время на подготовку к экзамену по нормативам составляет 36 часов для бакалавров.

В ФБГОУ ВО «ИГУ» организация самостоятельной работы студентов регламентируется Положением о самостоятельной работе студентов, принятым Ученым советом ИГУ 22 июня 2012 г.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Аргучинцев А.В. Введение в оптимизацию: Учеб. пособие / А.В.Аргучинцев, А.И.Беников. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2011. – 105 с. (50 экз.)
2. Аргучинцев А.В. Линейное программирование: практикум / А.В.Аргучинцев, А.И.Беников. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2011. – 73 с. (50 экз.)
3. Поплевко В.П. Методы оптимизации в системе Matlab: Учеб. пособие / В.П.Поплевко. – Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2012. – 106 с. (55 экз.)

б) дополнительная литература:

1. Беников А.И. Линейное программирование: Учеб. пособие / А.И. Беников. – Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2005. – 148 с. (94 экз.)
2. Сухарев А.Г. Курс методов оптимизации / А.Г. Сухарев, А.Г. Тимохов, В.В. Федоров. – : Физматлит, 2008. – 368 с. (29 экз.)
3. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач: Учеб. пособие для вузов /Ф.П. Васильев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1988. – 552 с. (25 экз.)
4. Измаилов А.Ф. Численные методы оптимизации: Учеб. пособие / А.Ф. Измаилов, М.В. Солодов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 304 с. (30 экз.)

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная аудитория для проведения:

- занятий лекционного типа,
- занятий семинарского (практического) типа,
- групповых и индивидуальных консультаций,
- текущего контроля и промежуточной аттестации.

ОСНАЩЕНИЕ:

Учебная аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории, для проведения занятий лекционного типа, практических занятий (семинарского типа), курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Для проведения занятий лекционного типа обучающимся предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации.

6.2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

ОСНАЩЕНИЕ:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные учебной мебелью. Рабочие места обучающихся оборудованы компьютерной техникой и подключены в локальную вычислительную сеть, в т.ч. с использованием беспроводного Wi-Fi подключения, с возможностью выхода в глобальную сеть Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду.

6.3. Программное обеспечение

Приложение для чтения PDF-файлов, браузер для просмотра интернет контента, приложение для создания PDF-файлов.

ПЕРЕЧИСЛИТЬ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕБУЕМОЕ ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Оценочные средства текущего контроля

Вид контроля	Контролируемые темы	Контролируемые компетенции
Контрольная работа №1	Численные методы математического программирования	УК-1, ОПК-6
Контрольная работа №1	Оптимальное управление	УК-1, ОПК-6

Примеры оценочных средств текущего контроля

Введение

1. Верхняя и нижняя границы, верхняя и нижняя грани функции на множестве
2. Неограниченные функции
3. Максимум и минимум
- 9
4. Теорема Вейерштрасса
5. Локальные экстремумы функций многих переменных
6. Теорема Ферма
7. Стационарные точки
8. Достаточное условие локального безусловного минимума
9. Достаточное условие глобального безусловного минимума
10. Правило множителей Лагранжа в классической задаче на условный экстремум

Задачи:

[1: Задачи 1.1.1 – 1.1.29, 2.1.1 – 2.1.24, 2.2.1 – 2.2.14, 2.3.1 – 2.3.19, 2.4.4],

[2: Задачи 1 – 24, Упражнения 1 - 33].

Тема 1

1. Прямая, луч, отрезок, выпуклое множество
2. Расстояние от точки до множества. Проекция точки на множество
3. Теорема о существовании и единственности проекции точки на множество
4. Критерий проекции точки на множество
5. Проекция точки на n -мерный шар
6. Проекция точки на n -мерный параллелепипед
7. Проекция точки на гиперплоскость
8. Проекция точки на линейное многообразие
9. Гиперплоскость
10. Аффинное множество
11. Полупространство
12. Полиэдр и политоп
13. Угловые точки выпуклого многогранного множества. Вырожденные и невырожденные угловые точки
14. Выпуклые (вогнутые) функции
15. Строго и сильно выпуклые (вогнутые) функции
16. Критерии выпуклости гладких и дважды гладких функций
17. Экстремальные свойства выпуклых функций
18. Экстремальные свойства сильно выпуклых функций

Задачи:

[1: Задачи 1.2.1 – 1.2.21, 1.4.1 – 1.4.18].

Тема 2

1. Условие минимума дифференцируемой функции на выпуклом множестве
2. Минимизация линейной функции на n -мерном шаре
3. Общая задача математического программирования
4. Выпуклость допустимого множества в общей задаче математического программирования
5. Достаточное условие экстремума в общей задаче математического программирования (теорема о седловой точке функции Лагранжа)
6. Необходимое и достаточное условие существования седловой точки функции Лагранжа в общей задаче нелинейного программирования
7. Необходимое и достаточное условие существования седловой точки функции Лагранжа в гладкой задаче нелинейного программирования
- 10
8. Теоремы Куна-Таккера
9. Необходимые и достаточные условия локального экстремума в общей задаче математического программирования
10. Условие Слейтера
11. Общая задача математического программирования и двойственная к ней
12. Теорема двойственности для общей задачи математического программирования
13. Теорема о вогнутости целевой функции в двойственной задаче
14. Линейно-квадратичная задача на условный экстремум
15. Задача квадратичного программирования и двойственная к ней
16. Стандартная задача линейного программирования и двойственная к ней
17. Каноническая задача линейного программирования и двойственная к ней
18. Теорема равновесия для задач линейного программирования и ее следствия
19. Теоремы двойственности для задач линейного программирования

Тема 3

1. Угловые точки в канонической задаче ЛП.
2. Базис угловой точки. Вырожденные и невырожденные угловые точки
3. Формула приращения целевой функции в канонической задаче ЛП
4. Критерий оптимальности угловой точки в канонической задаче ЛП
5. Критерий неограниченности целевой функции в канонической задаче ЛП
6. Итерация симплекс-метода
7. Модифицированный симплекс-метод
8. Метод искусственного базиса
9. Двухфазный симплекс-метод
10. М – метод
11. Методы спуска в задачах безусловной минимизации
12. Условия останова в методах спуска
13. Градиентный метод
14. Правило Армийо
15. Метод скорейшего спуска
16. Разностный аналог градиентного метода
17. Метод Ньютона
18. Метод Левенберга – Марквардта
19. Демпфированный метод Ньютона
20. Метод условного градиента
21. Метод проекции градиента
22. Метод штрафных функций
23. Метод модифицированной функции Лагранжа
24. Методы внутренней точки

Тема 4

1. Постановка задачи оптимального управления. Управление и состояние.
2. Принцип максимума Понтрягина в математической теории оптимального управления.
3. Оптимальное управление линейными системами.
4. Проблема синтеза.

Например:

Демонстрационный вариант контрольной работы №1 (№2, №3)

Демонстрационный вариант теста №1 (№2, №3)

Вопросы для собеседования №1 (№2, №3)

Вопросы для коллоквиума №1 (№2, №3)

Темы рефератов и др.

7.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Список вопросов для промежуточной аттестации:

1. Максимум и минимум. Супремум и инфимум (определения и связи между этими понятиями). Простейшие свойства максимума (максимум суммы функций; максимум функции, умноженной на константу). Теорема об экстремуме сепарабельной функции.
2. Выпуклые множества. Выпуклые и вогнутые функции, их свойства.
3. Теорема Вейерштрасса и ее следствия (2 следствия с доказательствами обоих).
4. Графический метод решения задач линейного программирования. Линии уровня. Отрезок, луч, прямая в n-мерном пространстве. Привести схематические примеры следующих возможных случаев: множество планов пусто; экстремум достигается на множестве, состоящем более, чем из одной точки; целевая функция не ограничена сверху на множестве планов. Диапазон применимости графического метода.

5. Свойства задач линейного программирования (выпуклость множества планов для задач в стандартной и канонической формах, глобальность экстремума). Утверждение о достижении экстремума в угловой точке (без доказательства).
6. Угловая точка (определение). Критерий угловой точки (базисного плана) для множества планов задачи линейного программирования в канонической форме (без доказательства). Невырожденные и вырожденные базисные планы.
7. Критерий угловой точки (базисного плана) для множества планов задачи линейного программирования в канонической форме (с доказательством).
8. Симплекс-метод. Улучшение целевой функции. Критерии останова.
9. Расчетные формулы симплекс-метода. Теоремы об оптимальности базисного плана и неограниченности сверху целевой функции.
10. Двухфазный симплекс-метод. Теорема о начальном базисном плане исходной задачи, определяемом на первой фазе метода (с доказательством).
11. Свойства симметричной пары взаимно-двойственных задач (пять свойств с доказательством).
12. Условия равновесия в симметричной паре взаимно-двойственных задач. Следствие. Дефицитные и недефицитные ресурсы. Экономический смысл условий равновесия.
13. Свойства несимметричной пары взаимно-двойственных задач (пять свойств с доказательством).
14. Условия равновесия в несимметричной паре взаимно-двойственных задач. Следствие.
15. Постоптимальный анализ на примере задачи оптимального планирования производства. Изменение компонент вектора прибыли. Определение диапазонов изменения компонент вектора прибыли, при которых оптимальный план остается неизменным. (Будет дан пример на соответствующий раздел постоптимального анализа).
16. Постоптимальный анализ на примере задачи оптимального планирования производства. Изменение компонент вектора правых частей. Определение диапазонов изменения компонент вектора правых частей, при которых базис оптимального плана остается неизменным. (Будет дан пример на соответствующий раздел постоптимального анализа).
17. Постоптимальный анализ на примере задачи оптимального планирования производства. Связь между вектором решений двойственной задачи и оценками симплекс-метода. Интерпретация двойственных переменных с точки зрения изменения прибыли при изменении запасов сырья. Введение новой переменной. (Будет дан пример на соответствующий раздел постоптимального анализа).
18. Классическое правило множителей Лагранжа для задач с ограничениями типа равенства (формулировка условий первого и второго порядков). Анормальные точки. Достаточность правила множителей (с доказательством). Схема решения задач с ограничениями типа равенства с помощью правила множителей Лагранжа.
19. Численные методы одномерной оптимизации.
20. Метод скорейшего спуска. Условия применимости, схема, геометрическая интерпретация, теорема о сходимости (без доказательства).
21. Теорема о сходимости метода скорейшего спуска.
22. Необходимое условие минимума дифференцируемой функции на выпуклом множестве. Достаточность условия.
23. Экстремум линейной функции на множествах простейшей структуры (вывод формул для многомерного параллелепипеда, шара, эллипсоида).
24. Метод условного градиента. Условия применимости, схема, геометрическая интерпретация, теорема о сходимости (без доказательства).
25. Проекция точки на множество и ее свойства.
26. Проекция точки на множества простейшей структуры (вывод формул для многомерного параллелепипеда, шара, гиперплоскости).

27. Отделимость множеств (4 понятия, связь между ними). Простейшая теорема о сильной отделимости непустого замкнутого выпуклого множества и множества, состоящего из одной точки.
28. Правило множителей Лагранжа в задаче с ограничениями типа неравенства (с доказательством).
29. Правило множителей Лагранжа в общей задаче математического программирования (формулировка). Достаточность правила множителей в линейно-выпуклой задаче математического программирования (с доказательством).
30. Модификации правила множителей Лагранжа в задаче математического программирования с двумя типами ограничения типа включения (компоненты вектора x выбираются из отрезка и из числового луча).
31. Многомерные и изопериметрические задачи вариационного исчисления. Необходимые условия оптимальности первого порядка.
32. Постановка основной задачи оптимального управления. Терминология. Формулировка принципа максимума.

Разработчик: Сорокин С. П., кандидат физ.-мат. наук, доцент

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика» (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «19» сентября 2017 г. № 922, зарегистрированный в Минюсте России «12» октября 2017 г. № 48531 с изменениями и дополнениями от 26.11.2020 г., 8.02.2021 г.

Программа рассмотрена на заседании кафедры Алгебраических и информационных систем ИМИТ ИГУ «24» марта 2022 г.

Протокол № 9 Зав. кафедрой _____ Пантелеев В.И.

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.