

**ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Институт естественных и точных  
наук

\_\_\_\_\_ А. В. Келлер  
15.05.2017

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**к ОП ВО от 28.06.2017 №007-03-1118**

**дисциплины** ДВ.1.05.01 Теория оптимального управления в социально-экономических системах  
**для направления** 02.03.01 Математика и компьютерные науки  
**уровень** бакалавр **тип программы** Академический бакалавриат  
**профиль подготовки** Математические методы в экономике и финансах  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Уравнения математической физики

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2014 № 949

Зав.кафедрой разработчика,  
д.физ-мат.н., проф.  
(ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ 09.05.2017  
(подпись)

Г. А. Свиридюк

Разработчик программы,  
д.физ-мат.н., проф., заведующий  
кафедрой  
(ученая степень, ученое звание,  
должность)

\_\_\_\_\_ 09.05.2017  
(подпись)

Г. А. Свиридюк

**СОГЛАСОВАНО**

Зав.выпускающей кафедрой Математическое и компьютерное моделирование  
д.физ-мат.н., доц.  
(ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ 09.05.2017  
(подпись)

С. А. Загребина

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является обеспечение математического образования бакалавра в области теории оптимального управления в социально-экономических системах, достаточного для изучения других дисциплин, а также для работы по специальности. Задачи дисциплины: ознакомление студентов с математическими методами оптимального управления, применяемыми при анализе прикладных задач.

## Краткое содержание дисциплины

Введение в теорию оптимального управления. Элементы выпуклого анализа. Задачи оптимального управления.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-1 готовностью использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности	Знать: базовые понятия и основные методы, необходимые для решения задач оптимального управления
	Уметь: применять методы теории оптимального управления для исследования моделей в социально-экономических системах
	Владеть: математическим аппаратом и основными методами теории оптимального управления
ОК-7 способностью к самоорганизации и к самообразованию	Знать: базовые понятия, необходимые для решения задач оптимального управления, освоения других дисциплин и самостоятельного приобретения знаний; источники самостоятельного получения новых знаний в области оптимального управления
	Уметь: самостоятельно составлять план решения задачи на основе имеющихся знаний; обнаруживать недостаток знаний для решения поставленной задачи; сравнивать различные способы решения задачи и выбирать наиболее оптимальный способ
	Владеть: навыками планирования собственной деятельности по поиску решения задачи на основе имеющихся знаний; навыками поиска и освоения необходимых для решения задачи новых знаний

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
В.1.14 Экономико-математическое	Не предусмотрены

моделирование, Б.1.08 Математический анализ, В.1.06 Методы оптимизации, Б.1.13 Дифференциальные уравнения	
--	--

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.13 Дифференциальные уравнения	знать: основные понятия и теоремы теории дифференциальных уравнений, уметь: формулировать и доказывать теоремы, самостоятельно решать классические задачи дифференциальных уравнений, владеть навыками решения дифференциальных уравнений первого порядка, систем дифференциальных уравнений.
Б.1.08 Математический анализ	знать: основные понятия и теоремы математического анализа, уметь решать типовые задачи курса, владеть методами дифференциального и интегрального исчислений.
В.1.14 Экономико-математическое моделирование	Знать: классификацию и типы математических моделей экономических процессов; основные этапы построения математических моделей. Уметь: применять математические методы к исследованию основных типов математических моделей экономических процессов. Владеть: навыками построения математических моделей в сфере профессиональной деятельности
В.1.06 Методы оптимизации	Знать: основные методы оптимизации. Уметь: пользоваться стандартными терминами и определениями, использовать методы оптимизации при решении экстремальных задач. Владеть: понятийным аппаратом теории оптимизации.

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		8
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия</i>	60	60
Лекции (Л)	24	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	0	0

Самостоятельная работа (СРС)	48	48
подготовка к контрольным работам	16	16
подготовка к зачету	16	16
выполнение домашних заданий	16	16
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в теорию оптимального управления. Элементы выпуклого анализа	30	12	18	0
2	Задачи оптимального управления.	30	12	18	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Общая постановка задачи оптимального управления. Основные вопросы математической теории оптимального управления.	2
2	1	Математические модели социально-экономических систем.	2
3	1	Основные определения. Опорные функции.	2
4	1	Измеримые функции. Многозначные отображения	2
5	1	Интегрирование многозначных отображений	2
6	1	Линейная задача быстрого действия	2
7	2	Множество достижимости. Множество управляемости	2
8	2	Общая задача управляемости. Лемма о внутренней точке интеграла. Локальная управляемость	2
9	2	Существование оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина. Необходимые условия оптимальности	2
10	2	Достаточные условия оптимальности	2
11	2	Задача синтеза. Единственность оптимального управления. Условие общности положения	2
12	2	Оптимальное потребление в однопродуктовой макроэкономической модели	2

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Общая постановка задачи оптимального управления	2
2	1	Основные вопросы математической теории оптимального управления	2
3	1	Пространство $\Omega(E^n)$ .	2
4	1	Опорные функции. Свойства опорных функций	2
5	1	Выпуклая оболочка множества	2
6	1	Измеримые функции	2
7	1	Многозначные отображения. Интегрирование многозначных отображений	2
8	1	Линейная задача быстрого действия	2

9	1	Экспоненциал матрицы. Линеные отображения	2
10	2	Множество достижимости. Множество управляемости	2
11	2	Общая задача управляемости	2
12	2	Локальная управляемость	2
13	2	Существование оптимального управления	2
14	2	Принцип максимума Понтрягина	2
15-16	2	Оптимальное использование энергии с учетом качества окружающей среды (одномерная модель)	4
17	2	Оптимальное использование энергии с учетом качества окружающей среды (двумерная модель)	2
18	2	Односекторная модель оптимального экономического роста	2

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
выполнение домашних заданий	ЭУМД,, пкт 1-2	16
подготовка к зачету	ЭУМД, пкт. 1-3, ПУМД, осн. лит, пкт1. ПУМД, доп.лит, пкт. 1.,	16
подготовка к контрольным работам	ЭУМД, пкт 1-2	16

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
работа в малых группах	Практические занятия и семинары	отработка навыков решения типовых задач в малых группах	12
Лекция-визуализация	Лекции	Во время лекции используются видеофрагменты, слайды, блоки информации в виде схем, таблиц, рисунков, которые комментируются лектором	12

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: не используются

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

## 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ОК-7 способностью к самоорганизации и к самообразованию	проверка домашних заданий	все задания
Все разделы	ОПК-1 готовностью использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности	зачет	задания №1-5 билета
Все разделы	ОК-7 способностью к самоорганизации и к самообразованию	зачет	задание № 5 билета
Все разделы	ОПК-1 готовностью использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности	контрольная работа	все задания

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
контрольная работа	Письменная контрольная работа	Отлично: Верно решено не менее 85% заданий, могут быть допущены незначительные ошибки, не влияющие на ход рассуждений. Хорошо: Верно решено 75-85 % заданий, допущены незначительные ошибки, не влияющие на ход рассуждений. Удовлетворительно: Верно решено 60-75 % заданий, возможны существенные ошибки, повлиявшие на ход решения задачи. Неудовлетворительно: Верно решено менее 60% заданий, допущены существенные ошибки, демонстрирующие, что студент не владеет методами решения типовых задач
зачет	Зачет проводится в форме письменной работы и последующей беседы с преподавателем. Каждому студенту	Зачтено: Верно решено не менее 60% задач, на большинство вопросов даны верные ответы.

	выдается билет с пятью заданиями. Все задания по темам, вынесенным на зачет. При неверном решении задания студенту при последующей устной беседе могут быть заданы уточняющие или новые вопросы по этой теме. Если студент ответил на заданные вопросы, задание считается выполненным.	Не зачтено: Верно решено менее 60% задач, на большинство вопросов даны неверные ответы, демонстрирующие незнание терминологии, а так же способов решения типовых задач..
проверка домашних заданий	домашние задания выполняются в отдельной тетради. в начале каждого практического занятия обсуждаются возникшие при выполнении этих заданий затруднения. На последней неделе теоретического обучения преподаватель собирает тетради с домашними заданиями для проверки.	Зачтено: выполнено более 60 процентов задач, выданных в качестве домашних заданий, возможны несущественные ошибки. Не зачтено: выполнено менее 60 процентов задач, выданных в качестве домашних заданий, допущены серьезные ошибки, демонстрирующие незнание методов решения типовых задач.

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
контрольная работа	Опорные функции. Свойства опорных функций Выпуклая оболочка множества Измеримые функции Многозначные отображения. Интегрирование многозначных отображений Экспоненциал матрицы. Множество достижимости. Множество управляемости Принцип максимума Понтрягина. KR_1.pdf; KR_2.pdf
зачет	Общая постановка задачи оптимального управления Опорные функции. Свойства опорных функций Выпуклая оболочка множества Измеримые функции Многозначные отображения. Интегрирование многозначных отображений Линейная задача быстрогодействия Экспоненциал матрицы. Линейные отображения Множество достижимости. Множество управляемости Общая задача управляемости Локальная управляемость Существование оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина. Необходимые условия оптимальности Достаточные условия оптимальности Единственность оптимального управления. Математические модели в социально-экономических системах. Примеры. Односекторная модель оптимального экономического роста Оптимальное использование энергии с учетом качества окружающей среды (одномерная модель) Оптимальное потребление в однопродуктовой макроэкономической модели. Zachet.pdf
проверка домашних заданий	задания выдаются по учебнику. см. ЭУМД,, пкт 1-2.

### 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## Печатная учебно-методическая документация

### а) основная литература:

1. Благодатских, В. И. Введение в оптимальное управление: Линейная теория Учеб. для вузов В. И. Благодатских. - М.: Высшая школа, 2001. - 238, [1] с. ил.

### б) дополнительная литература:

1. Алексеев, В. М. Оптимальное управление Учеб. для вузов по группе мат. направлений и специальностей В. М. Алексеев, В. М. Тихомиров, С. В. Фомин. - М.: Физматлит, 2005. - 384 с. ил.

### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические рекомендации по организации СРС

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

2. Методические рекомендации по организации СРС

## Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть / авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Абдрахманов, В.Г. Элементы вариационного исчисления и оптимального управления. Теория, задачи, индивидуальные задания. [Электронный ресурс] / В.Г. Абдрахманов, А.В. Рабчук. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 112 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/45675">http://e.lanbook.com/book/45675</a> — Загл. с экрана.	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Основная литература	Лагоша, Б.А. Оптимальное управление в экономике. [Электронный ресурс] / Б.А. Лагоша, Т.Г. Апалькова. — Электрон. дан. — М. : Финансы и статистика, 2008. — 224 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/1004">http://e.lanbook.com/book/1004</a> — Загл. с экрана.	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Авторизованный
3	Дополнительная литература	Алексеев, В.М. Оптимальное управление. [Электронный ресурс] / В.М. Алексеев, В.М.	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	Электронно-библиотечная система	Интернет / Авторизованный

		Тихомиров, С.В. Фомин. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2005. — 384 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/48177">http://e.lanbook.com/book/48177</a> — Загл. с экрана.		Издательства Лань	
4	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Абдрахманов, В.Г. Элементы вариационного исчисления и оптимального управления. Теория, задачи, индивидуальные задания. [Электронный ресурс] / В.Г. Абдрахманов, А.В. Рабчук. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 112 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/45675">http://e.lanbook.com/book/45675</a> — Загл. с экрана.	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>	Электронно-библиотечной системы Znanium.com (Нижневартовск)	Интернет / Авторизованн

## 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	708a (1)	мультимедийный проектор, экран, персональный компьютер