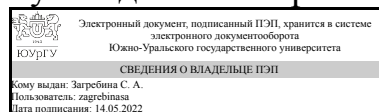


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



С. А. Загребина

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.26 Теория оптимального управления в социально-экономических системах

для направления 01.03.04 Прикладная математика

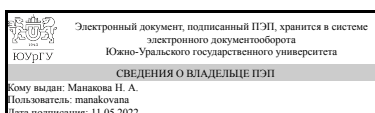
уровень Бакалавриат

форма обучения очная

кафедра-разработчик Уравнения математической физики

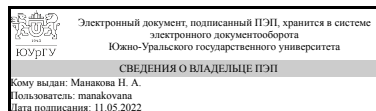
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 11

Зав.кафедрой разработчика,  
д.физ.-мат.н., доц.



Н. А. Манакова

Разработчик программы,  
д.физ.-мат.н., доц., профессор



Н. А. Манакова

## 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

Постановка задачи оптимального управления. Оптимизационные модели экономической динамики. Задача Эйлера вариационного исчисления. Математическая модель оптимальных управляемых процессов. Достаточные условия оптимальности. Метод Лагранжа - Понтрягина.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-9 Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	Знает: основные методы управления в социально-экономических системах Умеет: ориентироваться в современных социально-экономических отношениях; прогнозировать и принимать обоснованные социально-экономические решения
ОПК-2 Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем	Знает: основные математические методы и модели теории оптимального управления в социально-экономических системах Умеет: применять методы и модели теории оптимального управления, а также интерпретировать результаты полученных решений Имеет практический опыт: использования математических методов и моделей теории оптимального управления в социально-экономических системах

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.25 Теория оптимизации, 1.О.24 Исследование операций и теория игр, 1.О.20 Вычислительная математика	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
1.О.25 Теория оптимизации	Знает: основные математические методы и

	модели теории оптимизации Умеет: применять методы и модели теории оптимизации, а также проверять адекватность полученных решений Имеет практический опыт: реализации и верификации адекватности полученных решений методами теории оптимизации
1.О.24 Исследование операций и теория игр	Знает: основные математические методы и модели теории игр и исследования операций для решения исследовательских и проектных задач Умеет: применять математические методы и модели теории игр и исследования операций при решении исследовательских и проектных задач Имеет практический опыт: использования математических методов и моделей теории игр и исследования операций при решении исследовательских и проектных задач
1.О.20 Вычислительная математика	Знает: основные методы вычислительной математики Умеет: выбирать, дорабатывать и применять методы вычислительной математики для решения исследовательских и проектных задач Имеет практический опыт: реализации методов вычислительной математики для решения исследовательских и проектных задач

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		8
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	36	36
Лекции (Л)	24	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	12	12
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	31,75	31,75
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Подготовка к контрольным работам	7,75	7.75
Подготовка к дифференцированному зачету	8	8
Выполнение домашних и индивидуальных заданий	16	16
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет

#### 5. Содержание дисциплины

№	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам
---	----------------------------------	-----------------------------------

раздела		в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в теорию оптимального управления.	6	4	2	0
2	Задача вариационного исчисления	6	4	2	0
3	Математические модели оптимальных управляемых процессов	6	4	2	0
4	Необходимые и достаточные условия оптимальности	18	12	6	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	2	Простейшая задача вариационного исчисления	2
4	2	Задача Больца	2
5	3	Одно- и многопродуктовые модели экономики. Однопродуктовая оптимизационная динамическая микроэкономическая модель	2
6	3	Общая задача оптимизации. Задача оптимизации управляемых процессов. Примеры задач оптимального управления	2
7	4	Достаточные условия оптимальности для непрерывных процессов	2
8	4	Достаточные условия оптимальности для многошаговых процессов	2
9	4	Обобщенная теорема о достаточных условиях оптимальности. Применение достаточных условий оптимальности к решению задач	2
10	4	Вывод уравнений метода Лагранжа - Понтрягина	2
11	4	Принцип максимума Понтрягина	2
12	4	Метод Лагранжа для многошаговых процессов управления	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	2	Решение задач вариационного исчисления	2
3	3	Построение математических моделей оптимальных управляемых процессов	2
4	4	Применение достаточных условий оптимальности к решению задач управления	2
5	4	Принцип максимума Понтрягина для непрерывных процессов	2
6	4	Оптимальное планирование поставки продукции. Численное решение	2

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС

Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к контрольным работам	ПУМД основная (п. 1: разделы 2, 4, 5, 6).	8	7,75
Подготовка к дифференцированному зачету	ПУМД основная (п. 1, п. 2), ЭУМД дополнительная (п. 1, п. 3), ЭУМД основная (п. 2), ПУМД дополнительная (п. 1).	8	8
Выполнение домашних и индивидуальных заданий	ЭУМД методические пособия для самостоятельной работы студента (п. 3), ЭУМД дополнительная (п. 1)	8	16

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	8	Текущий контроль	Контрольная работа "Задача вариационного исчисления"	20	10	Контрольная работа ПК1 проводится на практическом занятии. Продолжительность – 1 академический час. Студент должен самостоятельно решить задачи, оформить их решение на отдельном листочке. Контрольная работа состоит из 2-х задач. Максимальный балл за решение задачи – 5 баллов. 5 баллов – задача решена правильно, 4 балла – задача решена в целом правильно, содержится не более двух негрубых ошибок, не повлиявших на общий ход решения задачи, верно выбран метод решения задачи, запись решения последовательная и математически грамотная, решение доведено до ответа; 3 балла – в решении содержатся 2–3 ошибки, не повлиявшие существенно на ход	дифференцированный зачет

						<p>решения, или решение не доведено до ответа, но при этом изложено не менее 80% полного решения, 2 балла - в решении содержатся ошибки, не повлиявшие существенно на ход решения, или решение не доведено до ответа, но при этом изложено не менее 60% полного решения, 1 балл – в процессе решения задачи допущены существенные ошибки, показавшие, что студент не владеет обязательными знаниями и умениями по данной теме, или изложено менее 40% полного решения; 0 баллов – неверно выбран метод решения или изложено менее 20% полного решения.</p>	
2	8	Текущий контроль	Контрольная работа "Задача оптимального управления"	20	10	<p>Контрольная работа ПК2 проводится на практическом занятии. Продолжительность – 1 академический час. Работа состоит из 2 задач теме "Задача вариационного исчисления". Студент должен самостоятельно решить задачи, оформить их решение на отдельном листочке.</p> <p>Максимальный балл за решение задачи – 5 баллов. 5 баллов – задача решена правильно, 4 балла – задача решена в целом правильно, содержится не более двух негрубых ошибок, не повлиявших на общий ход решения задачи, верно выбран метод решения задачи, запись решения последовательная и математически грамотная, решение доведено до ответа; 3 балла – в решении содержатся 2–3 ошибки, не повлиявшие существенно на ход решения, или решение не доведено до ответа, но при</p>	дифференцированный зачет

						этом изложено не менее 80% полного решения, 2 балла - в решении содержатся ошибки, не повлиявшие существенно на ход решения, или решение не доведено до ответа, но при этом изложено не менее 60% полного решения, 1 балл – в процессе решения задачи допущены существенные ошибки, показавшие, что студент не владеет обязательными знаниями и умениями по данной теме, или изложено менее 40% полного решения; 0 баллов – неверно выбран метод решения или изложено менее 20% полного решения.	
3	8	Текущий контроль	Теоретическая контрольная работа	10	4	Контрольная точка Т проводится на лекционном занятии на последнем занятии семестра и содержит 2 теоретических вопроса. Продолжительность – 40 минут. Максимальная оценка за вопрос составляет 2 балла. При оценке используется следующая шкала: 2 балла – приведен полный ответ на вопрос, все использованные формулы верны, записаны все требуемые свойства; 1 балл – в ответе содержатся 2–3 ошибки или ответ неполный, но при этом изложено не менее 60% полного ответа; 0 баллов – изложено менее 60% верного ответа на вопрос.	дифференцированный зачет
4	8	Текущий контроль	Решение индивидуальных заданий	28	14	Контрольная точка С служит для контроля самостоятельной работы студентов. Задание выдается студенту в начале семестра. Вариант определяется порядковым номером студента в журнале группы. Работа выполняется студентом	дифференцированный зачет

						самостоятельно вне аудитории и сдается студентом на последней неделе текущего семестра. Контрольная точка содержит 7 задач по пройденным в течение курса темам. Студент должен самостоятельно решить задачи, привести условие задачи, аккуратно оформить их подробное решение, привести в решении использованные свойства и формулы. Каждая задача оценивается от 0 до 2 баллов следующим образом: 2 балла – задача решена в целом правильно, содержится не более двух негрубых ошибок, не повлиявших на общий ход решения задачи, верно выбран метод решения, запись решения последовательная и математически грамотная, решение доведено до ответа; 1 балл - задача решена в целом правильно, содержится более двух негрубых ошибок, повлиявших на общий ход решения задачи, но верно выбран метод решения, запись решения последовательная и математически грамотная, решение доведено до ответа; 0 баллов – остальных случаях.	
5	8	Текущий контроль	Решение домашних работ	16	12	На каждом из 6 практических занятиях студентам задается домашнее задание. Максимальная оценка за каждую работу составляет 2 балла. При оценке используется следующая шкала: 2 балла – решены все задания работы; 1 балл – решено не менее 60% заданий.	дифференцированный зачет
6	8	Текущий	Проверка	6	6	Контрольное мероприятие	дифференцированный



		контроль	конспекта лекций и посещаемости			учитывает посещаемость студентами лекций и практических занятий по дисциплине, а также для оценки правильности оформления студентами конспекта лекций. Для этого преподаватель проверяет полноту конспекта лекций и при наличии полного конспекта выставляет баллы за контрольное мероприятие, используя шкалу соответствия баллов процентам посещаемости: 6 баллов за 90–100% посещенных аудиторных занятий по дисциплине, 5 за 80–89%, 4 за 70–79%, 3 за 60–69%, 2 за 50–59%, 1 за 40–49%, 0 за 0–39%. Если конспект неполный, то балл за контрольное мероприятие равен 0.	зачет
7	8	Промежуточная аттестация	Письменная работа	-	20	Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится в виде письменной работы. Работа состоит из 3 задач и 1 теоретического вопроса из списка вопросов. Шкала оценивания практической задачи: 5 баллов – задание решено верно, 4 балла – задание решено в целом правильно, содержится не более двух негрубых ошибок, не повлиявших на общий ход решения задачи, верно выбран метод решения задачи, запись решения последовательная и математически грамотная, решение доведено до ответа; 3 балла – в решении содержатся 2–3 ошибки, не повлиявшие существенно на ход решения, или решение не доведено до ответа, но при этом изложено не менее 80% полного решения, 2 балла - в решении содержатся ошибки, не	дифференцированный зачет

					<p>повлиявшие существенно на ход решения, или решение не доведено до ответа, но при этом изложено не менее 60% полного решения, 1 балл – в процессе решения допущены существенные ошибки, показавшие, что студент не владеет обязательными знаниями и умениями по данной теме, или изложено менее 40% полного решения; 0 баллов – неверно выбран метод решения или изложено менее 20% полного решения.</p> <p>При оценке ответа на теоретический вопрос используется следующая шкала:</p> <p>5 балла – приведен полный ответ на вопрос, все использованные формулы верны, записаны все требуемые свойства, студент ответил на дополнительные вопросы преподавателя;</p> <p>4 балла – приведен полный ответ на вопрос, все использованные формулы верны, записаны все требуемые свойства, студент не смог предоставить полный ответ на дополнительный вопрос преподавателя;</p> <p>3 балл – в ответе содержатся 2–3 ошибки или ответ неполный, но при этом изложено не менее 60% полного ответа, студент смог предоставить ответы на дополнительные вопросы преподавателя;</p> <p>2 балла – в ответе содержатся 2–3 ошибки или ответ неполный, но при этом изложено не менее 60% полного ответа, студент не смог предоставить ответ на дополнительные вопросы преподавателя;</p>	
--	--	--	--	--	---	--

						1 балл – изложено менее 60% верного ответа на вопрос, студент смог предоставить ответы на дополнительные вопросы преподавателя; 0 баллов – изложено менее 60% верного ответа на вопрос, студент не смог предоставить ответы на дополнительные вопросы преподавателя.	
--	--	--	--	--	--	---	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	На дифференцированном зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Студент может улучшить свой рейтинг, пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации, которое не является обязательным. Работа проводится в письменной форме. Студенту дается 2 академических часа на написание работы.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ						
		1	2	3	4	5	6	7
УК-9	Знает: основные методы управления в социально-экономических системах		+					++
УК-9	Умеет: ориентироваться в современных социально-экономических отношениях; прогнозировать и принимать обоснованные социально-экономические решения		+					++
ОПК-2	Знает: основные математические методы и модели теории оптимального управления в социально-экономических системах	+	+	+	+			++
ОПК-2	Умеет: применять методы и модели теории оптимального управления, а также интерпретировать результаты полученных решений	+	+	+	+			++
ОПК-2	Имеет практический опыт: использования математических методов и моделей теории оптимального управления в социально-экономических системах		+				+	+++

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Алексеев, В. М. Оптимальное управление Учеб. пособие для мат. спец. вузов. - М.: Наука, 1979. - 429 с. ил.

2. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах Учеб. пособие для вузов А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2005. - 544 с.

*б) дополнительная 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.

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

1. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование

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

1. Методические рекомендации по организации СРС

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

1. Методические рекомендации по организации СРС

**Электронная учебно-методическая документация**

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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. <a href="http://e.lanbook.com/book/45675">http://e.lanbook.com/book/45675</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Лагоша, Б.А. Оптимальное управление в экономике. [Электронный ресурс] / Б.А. Лагоша, Т.Г. Апалькова. — Электрон. дан. — М. : Финансы и статистика, 2008. — 224 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/1004">http://e.lanbook.com/book/1004</a>
3	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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. <a href="http://e.lanbook.com/book/45675">http://e.lanbook.com/book/45675</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(28.02.2017)

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

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