


Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина:	Оптимальное управление в экономике

Наименование кафедры	Экономико-математических методов и информационных технологий
	(ЭММИИТ) аббревиатура


Направление 38.04.01 (магистратура), «Экономика»

(код специальности(направления), полное наименование)

Профиль Бизнес-аналитика

Сведения о разработчиках:

ФИО	Аббревиатура кафедры	Ученая степень, звание
Лутошкин Игорь Викторович	ЭММИИТ	к.ф-м.н., доцент

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Оптимальное управление в экономике» принадлежит вариативной части ФГОС ВО по направлению «Экономика» профиль «Бизнес-аналитика» и является дисциплиной по выбору. Дисциплина изучается студентами второго курса магистратуры.

Изучение курса «Оптимальное управление в экономике» базируется на компетенциях, сформированных у обучающихся в процессе изучения дисциплин: математический анализ, дифференциальные уравнения, линейная алгебра, исследование операций.

Знания, навыки и умения, приобретенные в результате прохождения курса, будут востребованы при выполнении научно-исследовательских, курсовых и выпускных квалификационных работ, связанных с моделированием и изучением динамических экономических проблем.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: способностью разрабатывать стратегии поведения экономических агентов на различных рынках (ПК-7);

аналитическая деятельность: способностью готовить аналитические материалы для оценки мероприятий в области экономической политики и принятия стратегических решений на микро- и макроуровне (ПК-8);

способностью составлять прогноз основных социально-экономических показателей деятельности предприятия, отрасли, региона и экономики в целом (ПК-10);

способностью разрабатывать варианты управленческих решений и обосновывать их выбор на основе критериев социально-экономической эффективности (ПК-12).

В результате освоения дисциплины студенты должны:

Иметь представление:

- о динамических оптимизационных экономических проблемах;
- о связи между классами моделей и соответствующей прикладной областью экономики.

Знать:

- постановки вариационных задач;
- прикладные пакеты моделирования оптимизационных динамических проблем.

Уметь:

- определять тип задач ВИ и ОУ;
- анализировать задачи ВИ и ОУ на основе теоретических и вычислительных методов;
- модифицировать базовые модели под потребности прикладной проблемы.


Приобрести навыки:

- аналитического и численного решения задач ОУ и ВИ;
- создания динамической модели для экономической проблемы при изменяющихся во времени характеристик изучаемого объекта.

Владеть, иметь опыт:

- решения задач ОУ и ВИ;
- применения современных программных пакетов моделирования.

Дисциплина предполагает формирование навыков качественного анализа

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		


динамических моделей экономики, умение получать оптимальное решение в динамических задачах оптимизации, их исследование, использование современных программных продуктов для построения решений.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Объем дисциплины в зачетных единицах (всего): 5 зачетных единиц.

3.2 Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах)

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения заочная)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		№ семестра 3
1	2	3
Контактная работа обучающихся с преподавателем	24	24
Аудиторные занятия:	24	24
Лекции	8	8
практические и семинарские занятия	16	16
лабораторные работы (лабораторный практикум)		
Самостоятельная работа	147	147
Текущий контроль (количество и вид: конт. работа, коллоквиум, реферат)		
Курсовая работа		
Виды промежуточной аттестации (экзамен)	9	9
Всего часов по дисциплине	180	180


Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

3.3 Содержание дисциплины. Распределение часов по темам и видам учебной работы


№ п/п	Название разделов и тем	Всего (в часах)	Виды учебных занятий (в часах)				
			Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа
			лекции	практ.	лаб. раб.		
1	2	3	4	5	6	7	
1.	Раздел 1. Вводная часть: Основные проблемы теории ОУ	21	1			1	20
2.	Раздел 2. Достаточные условия оптимальности	36	2	4		3	30
3.	Раздел 3. Необходимые условия оптимальности. Принцип максимума	36	2	4		4	30
4.	Раздел 3. Необходимые условия оптимальности: Связь задач ВИ и ОУ	35	1	4		4	30
5.	Раздел 4. Численные методы	43	2	4		2	37
6.	Подготовка и сдача курсовой работы, экзамена	9					
	ИТОГО:	180	8	16		14	147

4. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Результат обучения, формируемые компетенции
1	Основные проблемы теории ОУ	Введение. Основные проблемы теории оптимального управления. Задача построения оптимальных программных движений.	<u>Знает:</u> классификацию задач теории оптимального управления <u>Умеет:</u> соотносить динамическую проблему предметной области к соответствующей математической модели <u>Владеет:</u> категориальным и понятийным аппаратом динамического моделирования
2	Достаточные условия оптимальности	Рассматриваются условия при которых обеспечивается оптимальность заданного процесса для вариационных задач. Вводятся функции, на основе которых строится теория о достаточных условиях. Условия оптимальности, полученные для непрерывных процессов, здесь обосновываются для многошаговых. Отдельно рассматривается случай задач с	<u>Знает:</u> метод формирования достаточных условий в непрерывных и многошаговых процессах; метод формирования достаточных условий в линейных непрерывных процессах <u>Умеет:</u> анализировать динамическую систему на основе достаточных условий; анализировать динамическую систему на основе достаточных условий в линейной системе. <u>Владеет:</u> навыками определения

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		


		линейным управлением, здесь удастся найти достаточные условия оптимальности в эффективной форме	оптимального управления в непрерывных и многошаговых системах; навыками определения оптимального управления в линейных непрерывных системах.
3	Необходимые условия оптимальности: Принцип максимума.	Основные понятия вариационного исчисления. Примеры содержательных задач о поиске экстремумов. Общая постановка задачи вариационного исчисления. Классификация экстремумов. Простейшая (основная) задача вариационного исчисления. Необходимые условия экстремума в простейшей задаче. Основные леммы вариационного исчисления. Уравнение Эйлера, случаи его упрощения. Вариационная задача с незакреплёнными границами. Условия трансверсальности. Условия Вейерштрасса-Эрдмана. Задачи с ограничениями. Вариационные задачи на условный экстремум. Изопериметрическая задача. Принцип максимума - необходимое условие экстремума. Постановка задачи. Понятие игольчатой вариации управления. Доказательство принципа максимума и его соотношение с принципом Вейерштрасса. Постановка задачи ОУ достаточно общего вида, формулировка необходимых условий решения задачи ОУ в виде принципа максимума Понтрягина. Рассматривается достаточно важный случай задачи ОУ – задача быстрогодействия, формулируется ПМП для поставленной задачи.	<u>Знает:</u> различные постановки задач ВИ; метод решения задач ВИ на основе уравнения Эйлера; метод формирования необходимых условий в непрерывных управляемых процессах (задачи со свободным правым концом) <u>Умеет:</u> находить оптимальное решение, используя уравнение Эйлера; анализировать задачу со свободным правым концом на основе необходимых условий. <u>Владеет:</u> навыками определения оптимального решения в задачах ВИ; навыками определения оптимального управления в задачах со свободным правым концом; навыками определения оптимального управления в задачах ТОУ.
4	Необходимые условия оптимальности: связь задач ВИ и ОУ	Формулируются необходимые условия оптимальности в задачах ОУ и ВИ, показывается дуализм этих условий и задач соответственно.	<u>Знает:</u> метод представления задачи ВИ в виде задачи ОУ <u>Умеет:</u> анализировать задачу ВИ на основе принципа максимума. <u>Владеет:</u> навыками определения оптимального управления в задачах ВИ, используя принцип максимума.
5	Численные методы	Численные методы решения задач оптимального управления. Полная дискретизация и сведение к задаче нелинейного программирования. Отдельно рассматривается метод решения задач ВИ с ограничениями на управление. Метод решения задач ОУ со свободным правым концом. Формулируются соотношения, позволяющие реализовать метод практически. Метод решения задач ОУ и ВИ достаточно общего вида. Приводится полная схема метода	<u>Знает:</u> численные методы анализа задач ТОУ, основанные на полной дискретизации; численные методы анализа задач ТОУ, основанные на смешанных методах <u>Умеет:</u> анализировать задачу ОУ с помощью метода локальных вариаций; анализировать задачу ОУ с помощью метода последовательных приближений; анализировать задачу ОУ с помощью метода параметризации. <u>Владеет:</u> навыками анализа задач ОУ с помощью метода локальных вариаций; навыками анализа задач ОУ с помощью

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

		первого порядка.	метода Крылова-Черноусько; навыками анализа задач ОУ с помощью метода параметризации первого порядка.
--	--	------------------	---

5. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	№ раздела	Тема, рассматриваемые вопросы	Количество часов (из них интерактив)
			Заочная форма
1	2	Тема 1. Непрерывные процессы. Рассматриваются условия при которых обеспечивается оптимальность заданного процесса для вариационных задач. Приводятся примеры, в которых можно выделить требуемый процесс.	2 (1)
2	2	Тема 2. Многошаговые процессы. Приводятся некоторые примеры многошаговых процессов. Линейные по управлению процессы. Рассматривается модель односекторной экономики.	2 (1)
3	3	Тема 3. Задачи ВИ. Простейшая (основная) задача вариационного исчисления. Необходимые условия экстремума в простейшей задаче. Уравнение Эйлера, случаи его упрощения. Вариационная задача с незакрепленными границами. Условия трансверсальности. Условия Вейерштрасса-Эрдмана. Задачи с ограничениями. Вариационные задачи на условный экстремум. Изопериметрическая задача.	2 (1)
4	3	Тема 4. Задача ОУ. Рассматривается принцип максимума для задачи со свободным правым концом. Рассматриваются задачи ОУ достаточно общего вида, решение задач ищется на основе условий принципа максимума Понтрягина. Рассматривается достаточно важный случай задачи ОУ – задача быстрогодействия.	4 (3)
5	3	Тема 5. Связь задач ОУ и ВИ. Формулируются необходимые условия оптимальности в задачах ОУ и ВИ, показывается дуализм этих условий и задач соответственно.	2 (2)
6	4	Тема 6. Метод локальных вариаций. Полная дискретизация и сведение к задаче нелинейного программирования. Отдельно рассматривается метод решения задач ВИ с ограничениями на управление.	1 (1)
7	4	Тема 7. Метод Крылова-Черноусько. Метод решения задач ОУ со свободным правым концом. Формулируются соотношения, позволяющие реализовать метод практически.	1
8	4	Тема 8. Метод параметризации. Метод решения задач ОУ и ВИ достаточно общего вида. Приводится полная схема метода первого порядка.	2 (1)
9		Итого:	16 (10)

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

6. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ)

Лабораторный практикум не предусмотрен.

7. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

По дисциплине не предусмотрены курсовые работы, контрольные работы, рефераты.

8. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

В результате самостоятельной работы студент должен:

иметь представление о:

- сущности и содержания дисциплины «Оптимальное управление в экономике»;
- видах моделей динамических процессов;
- методах анализа соответствующих видов моделей;

знать


- достаточные условия в задачах ОУ;
- необходимые условия в задачах ВИ;
- необходимые условия в задачах ОУ;
- численные методы анализа задач ОУ.

уметь

- выбирать соответствующий класс моделей для реальных динамических прикладных проблем в экономике;
- применять достаточные условия для задач экономической динамики;
- применять принцип максимума для различных задач оптимального управления;
- применять необходимое условие (уравнение Эйлера) в задачах вариационного исчисления.

Студенты выполняют задания, самостоятельно обращаясь к учебной литературе. Проверка выполнения заданий осуществляется путем проверки домашних заданий и устного опроса на практических занятиях. Для методического обеспечения самостоятельной работы студентов разработано электронное и печатное учебные пособия, охватывающие все темы курса, вынесенные на самостоятельное изучение.

№ п/п	Наименование темы	Виды самостоятельной работы	Формы контроля
1	Основные проблемы теории ОУ. Рассматриваются некоторые методы аналитического решения ОДУ.	изучение	опрос
2	Модель двухсекторной экономики. Рассматривается случай замкнутой экономики, в которой взаимодействуют два основных фонда: производство средств производства и производство товаров потребления.	изучение	опрос
3	Непрерывные процессы. Рассматриваются условия при которых обеспечивается оптимальность заданного процесса для вариационных задач. Приводятся примеры, в которых можно выделить требуемый процесс.	изучение	опрос, домашние задания
4	Многошаговые процессы. Приводятся некоторые примеры многошаговых процессов.	изучение	опрос, домашние задания
5	Линейные по управлению процессы. Рассматривается модель односекторной экономики.	изучение	опрос, домашние

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

			задания
6	Задачи ВИ. Простейшая (основная) задача вариационного исчисления. Необходимые условия экстремума в простейшей задаче. Уравнение Эйлера, случаи его упрощения. Вариационная задача с незакрепленными границами. Условия трансверсальности. Условия Вейерштрасса-Эрдмана. Задачи с ограничениями. Вариационные задачи на условный экстремум. Изопериметрическая задача.	изучение	опрос, домашние задания
7	Принцип максимума для задачи со свободным правым концом. Рассматриваются задачи со свободным правым концом.	изучение	опрос, домашние задания
8	Общая задача ОУ. Рассматриваются задачи ОУ достаточно общего вида, решение задач ищется на основе условий принципа максимума Понтрягина.	изучение	опрос, домашние задания
9	Задача быстрогодействия. Рассматривается достаточно важный случай задачи ОУ – задача быстрогодействия.	изучение	опрос, домашние задания
10	Формулируются необходимые условия оптимальности в задачах ОУ и ВИ, показывается дуализм этих условий и задач соответственно.	изучение	опрос, домашние задания
11	Метод локальных вариаций. Полная дискретизация и сведение к задаче нелинейного программирования. Отдельно рассматривается метод решения задач ВИ с ограничениями на управление.	изучение	опрос
12	Метод Крылова-Черноусько. Метод решения задач ОУ со свободным правым концом. Формулируются соотношения, позволяющие реализовать метод практически.	изучение	опрос
13	Метод параметризации. Метод решения задач ОУ и ВИ достаточно общего вида. Приводится полная схема метода первого порядка.	изучение	опрос

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ


Список рекомендуемой литературы

а) основная литература

- 1) Лутошкин И.В. Оптимальное управление в экономике: Учеб. пособие. – Ульяновский государственный университет, ИЭиБ, 2007.
- 2) Зубов В. И. Лекции по теории управления. - СПб. : Лань, 2009.
- 3) Оптимальное управление / под ред. Н. П. Осмоловского. - М. : МЦНМО, 2008

б) дополнительная литература

- 1) Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В. Оптимальное управление. М., 1979.
- 2) Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В. и др. Математическая теория оптимальных процессов. М.: Наука, 1961.
- 3) Горбунов В.К. Метод параметризации задач оптимального управления //ЖВМ и МФ, 1979, Т.19, №2.
- 4) Моисеев Н.Н. Численные методы в теории оптимальных систем. М.: Наука, 1971.
- 5) Черноусько Ф.Л., Баничук Н.В. Вариационные задачи механики и управления (Численные методы). М.: Наука, 1973.
- 6) Лагоша Б.А. Оптимальное управление в экономике: Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2003. -192 с.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

в) программное обеспечение


1. Стандартный пакет офисных программ корпорации Microsoft (Excel).
2. Математические пакеты MathLab, MathCAD.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://intuit.ru/>
2. <http://citforum.ru/>
3. Электронный каталог научной библиотеки УлГУ.
4. Научная электронная библиотека eLibrary.ru.
5. Электронная библиотечная система IPRbooks.

**10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
(МОДУЛЯ)**

1. Аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий оснащенные проектором, ноутбуком, аудиооборудованием для просмотра видео (актовый зал, 703, 709 и др. аудитории).
2. Аудитории, оборудованные интерактивными досками (603, 611)
3. Аудитории для проведения тестирования и самостоятельной работы студентов с выходом в интернет, комп.класс №806 (корпус по ул. Пушкинская, 4а), 1 сервер и 16 рабочих мест (MS Office).
4. Читальный зал (803 аудитория) с компьютеризированными рабочими местами для работы с электронными библиотечными системами, каталогом и т.д.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

Приложение

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Оптимальное управление в экономике»

1. Перечень компетенций, которые формируются в процессе изучения дисциплины

После изучения дисциплины «Оптимальное управление в экономике» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

- способностью разрабатывать стратегии поведения экономических агентов на различных рынках (ПК-7);
- аналитическая деятельность: способностью готовить аналитические материалы для оценки мероприятий в области экономической политики и принятия стратегических решений на микро- и макроуровне (ПК-8);
- способностью составлять прогноз основных социально-экономических показателей деятельности предприятия, отрасли, региона и экономики в целом (ПК-10);
- способностью разрабатывать варианты управленческих решений и обосновывать их выбор на основе критериев социально-экономической эффективности (ПК-12).

2. Показатели и критерии оценивания, шкала оценивания

От студентов требуется обязательное посещение лекций и семинаров, участие в аттестационных испытаниях, активная работа на семинарах.

Положительная оценка ставится студенту:

- при полном раскрытии вопросов билета;
- при условии сдачи контрольной работы;
- решения необходимого количества задач из банка заданий.

предполагает:

- наличие системы знаний по предмету;
- умение излагать материал в логической последовательности, систематично, грамотным языком;
- владение специализированной терминологией;
- знание основных методов анализа динамических проблем;
- умение использовать достаточные и необходимые условия при анализе математических моделей.


Шкала оценивания:

– оценка «отлично» выставляется, если даны правильные и четкие ответы на вопросы билета, правильные и четкие ответы на дополнительные вопросы, продемонстрирована способность формировать и обоснованно отстаивать собственное мнение;

– оценка «хорошо» выставляется, если даны правильные, но не всегда полные ответы на вопросы билета, дополнительные вопросы; возникают трудности в формировании обоснованного собственного мнения;

– оценка «удовлетворительно» выставляется, если даны правильные, но не полные ответы на вопросы билета, возникают проблемы при ответе на дополнительные вопросы, проблемы при формировании собственного мнения;

– оценка «неудовлетворительно» выставляется, если ответы на основные вопросы даны в объеме менее 50%, ответы на дополнительные вопросы вызывают большие затруднения (практически не верны).

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

Список вопросов:

1. Основные проблемы теории оптимального управления. Задача построения оптимальных программных движений.
2. Модель двухсекторной экономики.
3. Основные понятия вариационного исчисления. Общая постановка задачи вариационного исчисления. Классификация экстремумов.
4. Необходимые условия экстремума в простейшей задаче. Основные леммы вариационного исчисления.
5. Уравнение Эйлера. Случаи упрощения уравнения Эйлера.
6. Обобщения простейшей задачи вариационного исчисления. Вариационная задача с незакреплёнными границами. Условия трансверсальности.
7. Условия Вейерштрасса. Задачи с ограничениями.
8. Достаточные условия экстремума в непрерывном случае.
9. Достаточные условия экстремума в многошаговых процессах.
10. Частные ситуации при задании дифференциальных связей в нормальной форме. Изопериметрическая задача.
11. Классификация задач теории оптимального управления.
12. Принцип максимума - необходимое условие экстремума в задаче со свободным правым концом.
13. Понятие игольчатой вариации управления.
14. Принцип максимума достаточно общего вида.
15. Соотношение принципа максимума и необходимых условий в задаче ВИ.
16. Методы редукции различных форм задачи оптимального управления к терминальной форме.
17. Численные методы решения задач оптимального управления. Полная дискретизация и сведение к задаче нелинейного программирования.
18. Метод локальных вариаций.
19. Метод Крылова-Черноузько.
20. Метод параметризации задач оптимального управления.

Тестовые задачи:

$$1. \quad \frac{dx}{dt} = 3x + 2u, \quad x(0) = 0, \quad \int_0^4 (2u + u^2 - x) dt + 2x(4) \rightarrow \min.$$


$$2. \quad \frac{dx}{dt} = x + 2u, \quad x(0) = 0, \quad \int_0^4 (u + u^2 + 2x^2) dt \rightarrow \min.$$

$$3. \quad \frac{dx}{dt} = x - u, \quad x(0) = 1, \quad 0 \leq u \leq 4; \quad \int_0^{10} (u^2 + x) dt \rightarrow \min.$$

$$4. \quad \frac{dx}{dt} = x + 2u, \quad x(0) = 0,5, \quad 0 \leq u \leq 1; \quad \int_0^3 (x - 6u) dt + 2x(3) \rightarrow \min.$$

$$5. \quad \frac{dx}{dt} = 2x + u, \quad x(0) = 1, \quad -1 \leq u \leq 1; \quad \int_0^4 (5u + x) dt - 2x(4) \rightarrow \min.$$

$$6. \quad \frac{dx}{dt} = x + u, \quad x(0) = 1, \quad -1 \leq u \leq 1; \quad \int_0^3 (2u^2 - 4x) dt + x(3) \rightarrow \min.$$

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВО		

7. $\frac{dx}{dt} = x + u, \quad x(0) = 1, \quad -2 \leq u \leq 2; \quad \int_0^{10} (2u + u^2 + x)dt - 3x(10) \rightarrow \min.$