

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ
 Проректор
 по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 29 » _____ 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ТЕОРИЯ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ»
 (наименование дисциплины)

Направление подготовки: 02.03.01 «Математика и компьютерные науки»
 Программа подготовки: «Математические методы в экономике и финансах»
 Уровень высшего образования: бакалавриат
 Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость, зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
7	144 (4 з.е.)	18	18	18	54	Экзамен (36)
Итого	144 (4 з.е.)	18	18	18	54	Экзамен (36)

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Теория оптимального управления» является ознакомление с основными методами исследования задач оптимального управления возникающих в экономике. Также целью курса является получение основного представления о решении задач оптимального управления с использованием пакетов прикладных программ (Maple, MatLab, MatCAD, и т.д.)

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теория оптимального управления» относится к вариативной части для направления 02.03.01 «Математика и компьютерные науки» (бакалавр). Ее изучение позволит обучающимся

— применять математические методы и инструментальные средства для исследования объектов профессиональной деятельности;

— уметь строить математические модели объектов профессиональной деятельности.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать теоретические основы и методы теории оптимального управления, необходимые для решения экономических задач.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать следующими **общепрофессиональными** компетенциями:

- способность к самостоятельной научно-исследовательской работе (ОПК-3).

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать **профессиональными** компетенциями, соответствующие виду профессиональной деятельности, на который ориентирована программа бакалавриата:

научно-исследовательская деятельность:

- способностью строго доказывать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата (ПК-3).

педагогическая деятельность:

- способностью к проведению методических и экспертных работ в области математики (ПК-11).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1. знать основные понятия и методы теории оптимального управления, в том числе формулировки принципа максимума для задач как на конечном, так и на бесконечном горизонте времени, имеющие смешанные ограничения, с учётом дисконтирования или без него.

2. уметь применять принцип максимума для решения конкретных экономических задач, таких как: задача об остатке денежных средств и оптимального долевого финансирования фирмы; управления системой инвентаризации-производства; проблема оптимального обслуживания (поддержания) и замены; задача управления естественными ресурсами.

3. владеть навыками решения задач оптимального управления на уровне, позволяющем анализировать простейшие экономические проблемы. Обучающийся также должен уметь реализовывать численное решение задач оптимального управления в программных пакетах, таких как MatLab, MadCAD, Maple. Уметь извлекать актуальную информацию из научных статей.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости и (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Математическая модель. Постановка задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина.	7	1-2	2	2	2		6		2 / 33,3 %	
2	Экономическая интерпретация Принцип максимума Понтрягина. Примеры	7	3-4	2	2	2		6		2 / 33,3%	
3	Принцип максимума Понтрягина: смешанные ограничения в виде неравенств	7	5-6	2	2	2		6		2 / 33,3%	Рейтинг-контроль 1
4	Принцип максимума Понтрягина: общие ограничения на переменную состояния	7	7-8	2	2	2		6		2 / 33,3%	
5	Задача максимизации остатка денежных средств фирмы.	7	9-10	2	2	2		6		2 / 33,3%	
6	Модель управления не возобновляемым	7	11-12	2	2	2		6		2 / 33,3%	Рейтинг-контроль 2

	и ресурсами										
7	Управление системой производства-инвентаризации на конечном промежутке времени	7	13-14	2	2	2		6		2 / 33,3%	
8	Непрерывная модель продажи зерна.	7	15-16	2	2	2		6		2 / 33,3%	
9	Задачи оптимального обслуживания и замены.	7	17-18	2	2	2		6		2 / 33,3%	
Всего				18	18	18		54		18/33,3%	Экзамен

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

1. Лекционно-семинарская система обучения (традиционные практические занятия и лабораторные работы).

2. Обучение в малых группах (выполнение практических работ в группах из двух или трёх человек).

3. Технология развития критического мышления (прививание студентам навыков критической оценки предлагаемых решений).

4. Проведение лабораторных работ с применением математических программных пакетов (MatLab, MathCAD).

Объём учебной работы с применением интерактивных методов в среднем составляет 33,3% общего объёма аудиторной учебной работы.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

В рамках документа «Положение о рейтинговой системе комплексной оценки знаний студентов» разработан регламент проведения и оценивания контрольных действий. Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине включает учёт успешности выполнения ряда мероприятий: контрольных работ, рейтинг –контролей, типовых расчетов и промежуточная аттестация - экзамен.

Текущий контроль в форме рейтинг - контроля.

Рейтинг-контроль 1

Контрольная работа к рейтинг-контролю №1

Типы задач

1. Решение задач оптимального управления с фиксированным состоянием на правом конце временного отрезка.
2. Поиск оптимального перераспределения инвестиций по регионам.
3. Исследование задачи оптимального управления запасами и производством.

Рейтинг-контроль 2
Контрольная работа к рейтинг-контролю №1
Типы задач

1. Задачи оптимального управления в которых присутствуют сингулярные управления.
2. Задачи оптимизации в которых присутствуют только релейные управления.
3. Модель оптимального потребления с ограничениями на траектории системы в виде неравенств.

Рейтинг-контроль 3.
Контрольная работа к рейтинг-контролю №3
Типы задач

1. Простейшие задачи оптимального управления денежным балансом.
2. Задача оптимального управления финансированием фирмы.
3. Оптимальное управление производством и хранения товара в задачах с бесконечным горизонтом времени.
4. Задача оптимального вылова рыбы.
5. Поиск оптимального решения в задаче накопления капитала.

Задачи, используемые для экзамена и рейтинг контроля

1. Решить задачу оптимального управления

$$\int_0^1 -x dt \rightarrow \max$$

при условиях:

$$\dot{x} = u, \quad x(0) = 1$$

$$u \in \Omega = [-1, 1]$$

2. Показать, что решение задачи оптимального управления

$$\int_0^2 (2x - 3u - u^2) dt \rightarrow \max$$

при условиях:

$$\dot{x} = x + u, \quad x(0) = 5$$

$$u \in \Omega = [0, 2]$$

не является релейным.

3. Решить задачу оптимального управления

$$8x_1(18) + 4x_2(18) \rightarrow \max$$

при условиях:

$$\dot{x}_1 = x_1 + x_2 + u, \quad x_1(0) = 15$$

$$\dot{x}_2 = 2x_1 - u, \quad x_2(0) = 20$$

$$u \in \Omega = [0, 1]$$

4. Решить задачу оптимального управления

$$\int_0^1 u dt \rightarrow \max$$

при условиях:

$$\dot{x} = u, \quad x(0) = 1$$

$$u \geq 0, \quad x - u \geq 0.$$

5. Используя принцип максимума, решить задачу оптимального управления

$$\int_0^T e^{-\rho t} \ln C(t) dt \rightarrow \max$$

при условиях:

$$\dot{W} = rW - C, \quad W(0) = W_0, \quad W_0 > 0, \quad W(T) = 0, \quad W(t) \geq 0.$$

6. Используя принцип максимума, решить задачу оптимального управления

$$\int_0^{\infty} e^{-\rho t} \ln C(t) dt \rightarrow \max$$

при условиях:

$$\dot{W} = rW - C, W(0) = W_0, W_0 > 0, \lim_{t \rightarrow \infty} W(t) = 0, W(t) \geq 0.$$

7. Используя ПМП построить стратегию для фирмы торгующей зерном динамика которой имеет вид

$$\dot{x} = rx - h(y) - pv, \quad x(0) = x_0,$$

$$\dot{y} = v, \quad y(0) = y_0,$$

$$V_2 \leq v \leq V_1$$

Цель фирмы максимизировать выгоду к моменту T

$$x(T) + p(T)y(T) \rightarrow \max.$$

Вопросы для проведения экзамена

1. Математическая модель. Постановка задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина.
2. Экономическая интерпретация Принцип максимума Понтрягина. Примеры.
3. Принцип максимума Понтрягина: смешанные ограничения в виде неравенств.
4. Принцип максимума Понтрягина: общие ограничения на переменную состояния
5. Задача максимизации остатка денежных средств фирмы.
6. Модель управления не возобновляемыми ресурсами.
7. Управление системой производства-инвентаризации на конечном промежутке времени.
8. Непрерывная модель продажи зерна.
9. Задачи оптимального обслуживания и замены.

Вопросы для СРС

1. Связь динамического программирования и принципа максимума.
2. Достаточные условия оптимальности.
3. Принцип максимума со смешанными ограничениями. Достаточные условия оптимальности.
4. Задачи управления с бесконечным горизонтом и стационарность.
5. Модель оптимального финансирования фирмы. Синтез оптимального управления.
6. Модель рекламы (Vidale-Wolfe)
7. Модель управления природными ресурсами.
8. Модель оптимального экономического роста.
9. Модель оптимального управления в эпидемиологии.
10. Модель управления загрязнением окружающей среды.
11. Дифференциальная игра двух игроков с нулевой суммой.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература (содержится в библиотеке ВлГУ):

1. Исследование операций для экономистов, политологов и менеджеров [Электронный ресурс] / Токарев В.В. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 408 с. - ISBN 978-5-9221-1451-6.

2. Курс дифференциальных уравнений и вариационного исчисления/Романко В.К.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.— 344 с. ISBN 978-5-9963-0782-1
3. Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению [Электронный ресурс] / В.К. Романко. - М. : БИНОМ, 2012. - -219 с. : ил. - ISBN 978-5-9963-0783-8.

б) дополнительная литература:

1. Алексеев В.М. Оптимальное управление :учебное пособие/ Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.— 408 с. ISBN 978-5-9221-0589-7
2. Егоров А.И. Основы теории управления /Егоров А.И.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.— 504 с.
3. Сборник задач по теории автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы /Ким Д.П. .— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.— 329 с. ISBN 978-5-9221-0937-6с) интернет - ресурсы:

в) программное обеспечение и Интернет – ресурсы

1. Пакет Matlab
2. MathCad
3. Maple
4. Образовательный математический сайт <http://www.exponenta.ru/>
5. Математическая энциклопедия <http://allmath.com/>
6. Образовательные ресурсы – window.edu.ru/
7. Основы оптимального управления: <http://ocw.mit.edu/courses/aeronautics-and-astronautics/16-323-principles-of-optimal-control-spring-2008/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Компьютерный класс 405-3 : 25- посадочных мест, 20- стационарных компьютеров.
2. Электронные учебные материалы на компакт-дисках.

