

2015

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 » _____ 01 _____ 2015 г.

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

Направление подготовки: 02.03.01 «Математика и компьютерные науки»

Профиль 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	108 (3 з.е.)	18	18	18	54	Зачётс оценкой
Итого	108 (3 з.е.)	18	18	18	54	Зачёт с оценкой

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).

— 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 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ 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		8		2 / 33,3 %	
2	Экономическая интерпретация Принцип максимума Понтрягина. Примеры	7	3-4	2	2	2		8		2 / 33,3 %	
3	Принцип максимума Понтрягина: смешанные ограничения в виде неравенств	7	5-6	2	2	2		8		2 / 33,3 %	Рейтинг-контроль 1
4	Принцип максимума Понтрягина: общие ограничения на переменную состояния	7	7-8	2	2	2		8		2 / 33,3 %	
5	Задача максимизации остатка денежных средств фирмы.	7	9-10	2	2	2		8		2 / 33,3 %	
6	Модель управления не возобновляемым	7	11-12	2	2	2		8		2 / 33,3 %	Рейтинг-контроль 2

7	Управление системой производства-инвентаризации на конечном промежутке времени	7	13-14	2	2	2	8	2 / 33,3 %	
8	Непрерывная модель продажи зерна.	7	15-16	2	2	2	4	2 / 33,3 %	
9	Задачи оптимального обслуживания и замены.	7	17-18	2	2	2	4	2 / 33,3 %	Рейтинг-контроль 3
Всего				18	18	18	54	18/ 33,3 %	Зачёт с оценкой

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 - зачёт с оценкой.

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 зачёта с оценкой 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

$$\begin{aligned} \dot{x} &= rx - h(y) - pv, & x(0) &= x_0, \\ \dot{y} &= v, & y(0) &= y_0, \\ V_2 &\leq v \leq V_1 \end{aligned}$$

Цель фирмы максимизировать выгоду к моменту T

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

Вопросы для проведения зачёта с оценкой

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. Динамическое программирование в экономических задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Лежнёв.-М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 179 с. - ISBN 978-5-9963-2564-1.
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:


с) 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.

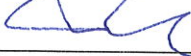
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки».

Рабочую программу составил ст. преподаватель каф. ФАиП А.С. Платов 
(ФИО, подпись)

Рецензент (ы) директор по маркетингу ЗАО Инвестиционная фирма «ПРОК - Инвест»  О.В. Крисько

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФАиП

Протокол № 44 от 29.01.2015 года

Заведующий кафедрой А.А. Давыдов 
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки».

Протокол № 5/1 от 29.01.2015 года

Председатель комиссии А.А. Давыдов
(ФИО, подпись)

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года
Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года
Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года
Заведующий кафедрой _____