

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности

А.А.Панфилов

« 04 » 09 20 18 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ТЕОРИЯ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ»

Направление подготовки: 02.03.01 «Математика и компьютерные науки»

Профиль/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	4 / 144	18	18	18	54	Экзамен (36)
Итого	4 / 144	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). Логически и содержательно связана с другими дисциплинами профессионального и общенаучного циклов. 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 зачетных единиц, 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 (по неделям семестра) форма промежуточной аттестации (по семестру)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы, коллоквиумы	СРС	КП / КР		
1	Математическая модель. Постановка задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина.	7	1-2	2	2	2		6		3 (50%)	
2	Экономическая интерпретация Принцип максимума Понтрягина. Примеры	7	3-4	2	2	2		6		3 (50%)	
3	Принцип максимума Понтрягина: смешанные ограничения в виде неравенств	7	5-6	2	2	2		6		3 (50%)	Рейтинг-контроль 1
4	Принцип максимума Понтрягина: общие ограничения на переменную состояния	7	7-8	2	2	2		6		3 (50%)	
5	Задача максимизации остатка денежных средств фирмы.	7	9-10	2	2	2		6		3 (50%)	
6	Модель управления не возобновляемыми ресурсами	7	11-12	2	2	2		6		3 (50%)	Рейтинг-контроль 2
7	Управление системой производства-инвентаризации на конечном промежутке времени	7	13-14	2	2	2		6		3 (50%)	
8	Непрерывная модель продажи зерна.	7	15-16	2	2	2		6		3 (50%)	
9	Задачи оптимального обслуживания и замены.	7	17-18	2	2	2		6		3 (50%)	Рейтинг-контроль 3
ИТОГО				18	18	18		54		27 (50%)	Экзамен (36)

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 50% 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-контроль1

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-контроль2

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

$$\int_0^1 -xdt \rightarrow \max$$

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

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.

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

а) основная литература (содержится в библиотеке ВлГУ):

1. Теория и методы аналитического синтеза систем автоматического управления (полиномиальный подход). - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 360 с. - ISBN 978-5-9221-1424-0.
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 – <http://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 составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки»

Рабочую программу составил:

к.ф.-м.н., доцент каф. ФАиП А.С. Платов



Рецензент (представитель работодателя):

заместитель директора по развитию ООО «Баланс»



/ Кожин А.В. /

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФАиП

Протокол № 1 от 04.09.2018 года.

Заведующий кафедрой ФАиП: к.ф.-м.н., доцент В.Д. Бурков



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

Протокол № 1 от 04.09.2018 года.

Председатель комиссии



зав. кафедрой ФАиП В.Д. Бурков

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

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 _____

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 _____