

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### «Оптимальное управление»

Дисциплина «Оптимальное управление» является частью программы бакалавриата «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности (СУОС)» по направлению «01.03.02 Прикладная математика и информатика».

#### **Цели и задачи дисциплины**

Целью учебной дисциплины является развитие у студентов аналитического и алгоритмического мышления; изучение теоретических основ оптимального управления сосредоточенными и распределенными системами, в том числе техническими и экономическими системами; приобретение знаний, необходимых для анализа, прогнозирования и управления процессами, происходящих в науке, технике и экономике. Задачи учебной дисциплины: – изучение различных методов вариационного исчисления; - изучение методов и приемов оптимального управления сосредоточенными и распределенными системами; – формирование умения выбирать фазовые и управляющие переменные; выбирать критерий качества (функционал) на основе существующих связей между изучаемыми явлениями; – формирование навыков решения задач вариационного исчисления и оптимального управления..

#### **Изучаемые объекты дисциплины**

Предметом освоения учебной дисциплины являются следующие объекты: – вариационное исчисление, как метод, используемый для поиска экстремума функционалов; – оптимальное управление сосредоточенными и распределенными системами; – проблема синтеза оптимального управления..

### Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы   | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |  |
|--|-------------|------------------------------------|--|
|  |             | Номер семестра                     |  |
|  |             | 6                                  |  |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 90          | 90                                 |  |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них:   |             |                                    |  |
| - лекции (Л)   | 41          | 41                                 |  |
| - лабораторные работы (ЛР)   |             |                                    |  |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)        | 45          | 45                                 |  |
| - контроль самостоятельной работы (КСР)  | 4           | 4                                  |  |
| - контрольная работа   |             |                                    |  |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)  | 54          | 54                                 |  |
| 2. Промежуточная аттестация  |             |                                    |  |
| Экзамен  |             |                                    |  |
| Дифференцированный зачет   | 9           | 9                                  |  |
| Зачет  |             |                                    |  |
| Курсовой проект (КП)   |             |                                    |  |
| Курсовая работа (КР)   |             |                                    |  |
| Общая трудоемкость дисциплины  | 144         | 144                                |  |

### Краткое содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием   | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
|  | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| 6-й семестр  |   |    |    |  |
| Вариационные методы в оптимальном управлении.  | 5   | 0  | 4  | 8  |
| Тема 7. Задача оптимального управления<br>Постановка задачи оптимального управления.<br>Критерии качества. Задача Лагранжа в форме Понтрягина.       |   |    |    |  |
| Тема 8. Синтез оптимального управления<br>Линейные задачи оптимального управления.<br>Вариационные методы в задачах синтеза оптимального управления. |   |    |    |  |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием  | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
|   | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| Вариационные задачи на условный экстремум.  | 6   | 0  | 4  | 8  |
| Тема 5. Вариационные задачи на условный экстремум. Основные типы задач на условный экстремум. Задача Лагранжа. Изопериметрическая задача. Необходимые условия экстремума в задаче Лагранжа. Необходимые условия экстремума в изопериметрической задаче. Задача Больца и задача Майера.<br><br>Тема 6. Достаточные условия экстремума. Квадратичный функционал. Вторая вариация функционала. Слабый экстремум. Условие Лежандра. Уравнение Якоби. Сильный экстремум. |   |    |    |  |
| Выпуклый анализ и вариационные задачи.  | 4   | 0  | 8  | 8  |
| Тема 11. Основные понятия выпуклого анализа. Минимизация выпуклых функционалов. Дифференцируемость функционалов. Критерий минимизации.<br><br>Тема 12. Пространства функций, имеющих обобщенные производные. Обобщенное решение уравнений в частных производных. Связь обобщенного решения с классическим.  |   |    |    |  |
| Жесткое управление в задачах оптимального управления распределенными системами.   | 7   | 0  | 7  | 6  |
| Тема 16. Аппроксимативная управляемость систем. Задачи с жестким управлением. Преобразование Лежандра. Минимизация функционалов с использованием сопряженных функционалов.<br><br>Тема 17. Аппроксимативная управляемость эллиптическими и параболическими системами. Метод градиентного спуска отыскания минимумов целевых функционалов. Численная реализация градиентного метода.   |   |    |    |  |
| Методы оптимального управления.   | 4   | 0  | 7  | 8  |
| Тема 9. Принцип максимума. Автономная система управления. Формулировка принципа максимума. Сопряженная система. Функция Понтрягина. Линейная задача оптимального быстрогодействия. Задача синтеза управления.   |   |    |    |  |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием  | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
|   | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| Тема 10. Метод динамического программирования. Различные формулировки принципа оптимальности. Задача распределения ресурсов. Дискретная и непрерывная задачи оптимальности. Уравнение Беллмана.   |   |    |    |  |
| Компромиссное управление в задачах оптимального управления распределенными системами.   | 7   | 0  | 5  | 6  |
| Тема 13. Оптимальное управление распределенными системами: постановка задач управления, виды целевых функций, управлений и наблюдений. Построение выпуклого полунепрерывного снизу коэрцитивного функционала специального вида.<br><br>Тема 14. Компромиссное управление эллиптическими системами. Получение оптимизационных систем для различных комбинаций типов управлений и наблюдений.<br><br>Тема 15. Компромиссное управление параболическими системами. Получение оптимизационных систем для различных комбинаций типов управлений и наблюдений.  |   |    |    |  |
| Классические задачи вариационного исчисления.   | 8   | 0  | 10 | 10   |
| Тема 1. Задачи, приводящие к вариационным формулировкам. Подбор различных задач, приводящих к поиску максимума или минимума некоторой интегральной величины.<br><br>Тема 2. Основы дифференциального исчисления в линейных нормированных пространствах. Линейные нормированные и банаховы пространства. Непрерывность и дифференцируемость функционала, определенного на нормированном пространстве. Дифференциалы Фреше и Гато, первая вариация. Экстремум функционала, необходимое условие экстремума функционала. Основные леммы вариационного исчисления.<br><br>Тема 3. Вариационные задачи с фиксированными границами. Простейшая |   |    |    |  |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием  | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
|   | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| <p>задача вариационного исчисления. Уравнения Эйлера. Функционалы от нескольких функций. Функционалы с производными высшего порядка. Функционалы от функции нескольких переменных. Канонический вид уравнений Эйлера.</p> <p>Тема 4. Простейшие задачи вариационного исчисления с подвижными границами. Вариационные задачи с подвижными концами. Естественные краевые условия. Задачи с подвижными границами. Условия трансверсальности. Экстремали с угловыми точками. Условия Вейерштрасса -Эрдмана.</p> |   |    |    |  |
| ИТОГО по 6-му семестру  | 41  | 0  | 45 | 54   |
| ИТОГО по дисциплине   | 41  | 0  | 45 | 54   |