

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Факультет компьютерных систем и информационных технологий  
Кафедра информационных и управляющих систем

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета компьютерных  
систем и информационных технологий



Кочевский А.А.

« 19 » 04 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Методы и теория оптимизации систем управления»**

по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника  
магистерская программа «Мехатронные и робототехнические системы»

## Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Методы и теория оптимизации систем управления» по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника. –15 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Методы и теория оптимизации систем управления» составлена на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 14 августа 2020 г. № 1023, зарегистрированным в Министерстве юстиции Российской Федерации от 28 августа 2020 года № 59548, учебного плана по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника (магистерская программа «Мехатронные и робототехнические системы») и Положения о рабочей программе учебной дисциплины в ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля».


СОСТАВИТЕЛЬ:

доцент кафедры информационных и управляющих систем  
Шульгин С.К.


Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных и управляющих систем  
18 апреля 2023 года, протокол № 15.

Заведующий кафедрой  
информационных и управляющих систем \_\_\_\_\_  Горбунов А.И.

Переутверждена: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Согласована:  
Декан факультета компьютерных систем и информационных технологий \_\_\_\_\_  Кочевский А. А.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий  
19 апреля 2023 года, протокол № 8.

Председатель учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий \_\_\_\_\_  Ветрова Н. Н.

©Шульгин С.К., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

## Структура и содержание дисциплины

### 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

**Целью** преподавания дисциплины является систематизация и интегрирование ранее полученных знаний по теории автоматического управления бакалаврской подготовки к задачам теории оптимизации систем управления и разработки оптимальных систем управления многокомпонентными робототехническими и мехатронными комплексами. Формирование навыков практического использования методов разработки оптимальных систем управления с использованием современных научных методов.

#### Задачи дисциплины

- углубление и практическое применение знаний по определению математических моделей для разработки оптимальных систем управления объектами;
- изучение методов синтеза автоматических систем с использованием различных критериев оптимального управления;
- освоение современных методов проектирования оптимальных систем управления технологическими объектами;
- освоение основных тенденция развития методов разработки современных систем оптимального управления.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Дисциплина «Методы и теория оптимизации систем управления» входит в модуль профессиональных дисциплин обязательной части учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания основ дифференциального и интегрального исчисления: теории матриц; теории дифференциальных уравнений с нестационарными параметрами; элементов функционального анализа, методов анализа и синтеза замкнутых систем управления

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Теория автоматического управления» и служит основой для освоения дисциплины «Методы и теория оптимизации систем управления», «Интеллектуальные системы управления», а также группы дисциплин, связанных с управлением в мехатронных и робототехнических системах, и является необходимым условием для выполнения выпускной работы.

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Студенты, завершившие изучение дисциплины оптимальных систем, должны

**знать** основные направления и тенденции научных способов развития своего интеллектуального и общекультурного уровня; основные положения, законы и методы естественных наук и математики; основные приёмы

оказания первой помощи, особенности чрезвычайных ситуаций, методы защиты в чрезвычайных ситуациях; основные принципы разработки математических моделей; программно-технические средства, используемые для обработки информации в робототехнических системах; основные методы разработки экспериментальных макетов;

**уметь** определять уровень своего интеллектуального и общекультурного развития, сравнивать и отмечать ненужные и несвоевременные предложения для создания условий своего развития; представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира; оказывать первую помощь, оценить чрезвычайную ситуацию, применить методы защиты в чрезвычайных ситуациях; составлять математические модели; использовать международный опыт по разработке инновационной мехатронной и робототехнической продукции; представление видеоинформации и ее машинную генерацию, графические языки; разрабатывать экспериментальные макеты;

**владеть** приемами поиска, систематизации полученной информации для создания условия своего развития; навыками представления адекватной современному уровню знаний научную картину мира; навыками оказания первой помощи, оценки чрезвычайной ситуации, методами защиты в чрезвычайных ситуациях; способностью составлять математические модели; навыками применения программно-технических средств для построения мехатронных и робототехнических систем; навыками проектирования и разработки систем управления мехатронных систем; навыками разработки экспериментальных макетов.

Перечисленные результаты образования являются основой для формирования следующих компетенций (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной образовательной программы (ОПОП ВО):

общепрофессиональных:

ОПК-1.1: знать современные технологии проектирования робототехнических и мехатронных объектов.

ОПК-1.2: уметь формулировать принципы и физические основы построения объектов робототехники и мехатроники и систем на их основе.

ОПК-1.3: владеть навыками представления результатов проектной деятельности, оформления технической документации в соответствии с ГОСТами и стандартами в области робототехники и мехатроники.

профессиональных:

ПК-2.3: владеть навыками физического, математического и цифрового моделирования, вычислительного эксперимента, анализа и обработки результатов эксперимента, организации научно-исследовательской деятельности в области создания объектов робототехники и автоматизированных систем машиностроительного производства.

#### **4. Структура и содержание дисциплины**

#### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
<b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>	<b>180</b> (5 зач. ед)		<b>180</b> (5 зач. ед)
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>64</b>		<b>16</b>
<b>в том числе:</b>			
Лекции	32		8
Семинарские занятия	-		-
Практические занятия	-		-
Лабораторные работы	32		8
Курсовая работа (курсовой проект)			
Другие формы и методы организации образовательного процесса ( <i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i> )	-		-
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>116</b>		<b>164</b>
Форма аттестации	зачёт		зачёт

#### 4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Идентификация динамических свойств промышленных систем как объектов оптимального управления

Содержание. Цель и задачи. Определение и идентификация моделей промышленных объектов и их отдельных звеньев в виде дифференциальных или разностных уравнений. Представление моделей в виде передаточных функций.

Тема 2. Методы решения дифференциальных уравнений, описывающих функционирование объектов управления

Содержание. Общее решение дифференциального уравнения. Фундаментальная матрица. Нормированная матрица. Преобразование Лапласа.

Тема 3. Представление дифференциальных уравнений в нормальной форме

Содержание. Преобразование дифференциальных уравнений к нормальной форме. Нормальная форма уравнений состояния объектов управления. Векторная форма уравнений состояния. Собственные значения матрицы системы. Передаточная функция системы в символической форме. Уравнение состояния в матричной форме. Модель решения уравнений системы.

Тема 4. Управляемость объектов. Устойчивость систем управления в пространстве состояний

Содержание. Понятие управляемости системы. Критерий управляемости. Полная управляемость. Стабилизируемость систем. Уравнение состояния линейного нестационарного объекта. Понятие устойчивости систем автоматического управления. Абсолютная

устойчивость. Линеаризация дифференциальных уравнений систем автоматического управления. Линеаризация уравнений систем.

Тема 5. Структура вполне и не вполне управляемых объектов. Каноническая форма управляемости

Содержание. Условия не вполне управляемого объекта. Использование обратной матрицы управляемости. Структура вполне и не вполне управляемого объекта

Тема 6. Критерии стабилизируемости, наблюдаемости и восстанавливаемости систем

Содержание. Понятия стабилизируемости, наблюдаемости и восстанавливаемости систем. Критерии стабилизируемости, наблюдаемости и восстанавливаемости систем.

Тема 7. Условия наблюдаемости линейных систем, наблюдатели

Содержание. Наблюдаемость и восстанавливаемость стационарных линейных систем. Наблюдатели. Наблюдатели полного и пониженного порядка.

Тема 8. Постановка задач оптимального управления при различных условиях

Содержание. Постановка задачи оптимального управления. Ограничения классического типа. Критерии оптимальности.

Тема 9. Решение задач оптимального управления методом классического вариационного исчисления. Уравнение Эйлера. Уравнение Эйлера-Лагранжа

Содержание. Условия задачи отыскания экстремума функционала. Отыскание экстремума функционала. Классификация задач вариационного исчисления в зависимости от априорной информации. Функция Гамильтона.

Тема 10. Задачи максимального быстродействия. Принцип максимума Понтрягина

Содержание. Задача с закрепленными концами и фиксированным временем. Задача с подвижными концами. Задача максимального быстродействия. Функция Понтрягина. Алгоритм максимального быстродействия.

Тема 11. Постановка задачи оптимального управления методом динамического программирования Беллмана

Содержание. Основа метода динамического программирования. Понятие о функции Беллмана. Принцип оптимальности.

Тема 12. Решение задач оптимального управления с использованием уравнения Беллмана

Содержание. Вывод уравнения Беллмана. Методика решения задач оптимального управления методом Беллмана. Частные случаи.

### 4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Идентификация динамических свойств промышленных систем как объектов оптимального управления	2	2
2	Методы решения дифференциальных уравнений, описывающих функционирование объектов управления	2	-
3	Представление дифференциальных уравнений в нормальной форме	2	-
4	Управляемость объектов.	2	-
5	Устойчивость систем управления в пространстве состояний	2	2
6	Структура вполне и не вполне управляемых объектов. Каноническая форма управляемости	2	-
7	Критерии стабилизируемости, наблюдаемости и восстанавливаемости систем	2	-
8	Условия наблюдаемости линейных систем	2	-
9	Наблюдатели	2	-
10	Постановка задач оптимального управления при различных условиях	2	-
11	Решение задач оптимального управления методом классического вариационного исчисления. Уравнение Эйлера.	2	2
12	Решение задач оптимального управления методом классического вариационного исчисления. Уравнение Эйлера-Лагранжа	2	-
13	Задачи максимального быстродействия.	2	-
14	Принцип максимума Понтрягина	2	-
15	Постановка задачи оптимального управления методом динамического программирования Беллмана	2	2
16	Решение задач оптимального управления с использованием уравнения Беллмана	2	-
<b>Итого:</b>		<b>32</b>	<b>8</b>

### 4.4. Практические (семинарские) занятия

Учебным планом практические занятия не предусмотрены.

### 4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Разработка и исследования математической модели движения манипулятора	4	

2	Разработка и исследование математической модели электрического привода манипулятора	4	
3	Моделирование системы автоматического управления манипулятором и выбор оптимальных параметров наблюдателя системы	4	
4	Разработка и исследования модели двумерного объекта на примере смесительного бака	4	
5	Синтез и исследования оптимальной системы управления со свободными концами траектории и нефиксированном времени начала и окончания переходных процессов	2	2
6	Синтез и исследования системы автоматического управления, оптимальной по быстродействию на основе принципа максимума Понтрягина	2	2
7	Синтез оптимальной системы управления с использованием метода динамического программирования Беллмана и её исследования	2	2
8	Исследование системы автоматического управления объектов при случайных возмущающих воздействиях	2	
9	Синтез и исследования системы автоматического управления с чистым запаздыванием информации о выходной координате объекта управления	2	
10	Исследование системы автоматического управления при чистом запаздывании информации о выходных координатах объекта при переменном времени корреляции возмущений	2	
11	Исследования зависимости качества управления оптимальной системы при изменении параметров объекта и возмущениях случайного характера	2	2
12	Разработка и исследования системы автоматического управления объектом с переменной структурой при случайных возмущающих воздействиях	2	
<b>Итого:</b>		<b>32</b>	<b>8</b>



#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Идентификация динамических свойств промышленных систем как объектов оптимального управления	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8	10
2	Методы решения дифференциальных уравнений, описывающих функционирование объектов управления	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8	10
3	Представление дифференциальных уравнений в нормальной форме	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8	10
4	Управляемость объектов.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8	10
5	Устойчивость систем управления в пространстве состояний	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8	10
6	Структура вполне и не вполне управляемых объектов. Каноническая форма управляемости	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8	10
7	Критерии стабилизируемости, наблюдаемости и восстанавливаемости систем	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8	10
8	Условия наблюдаемости линейных систем	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8	10
9	Наблюдатели	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8	10
10	Постановка задач оптимального управления при различных условиях	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8	10
11	Решение задач оптимального управления методом классического вариационного исчисления. Уравнение Эйлера.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6	10
12	Решение задач оптимального	подготовка к	6	10

	управления методом классического вариационного исчисления. Уравнение Эйлера-Лагранжа	лабораторным работам и оформлению отчетов		
13	Задачи максимального быстродействия.	подготовка к лабораторным работам и оформлению отчетов	6	10
14	Принцип максимума Понтрягина	подготовка к лабораторным работам и оформлению отчетов	6	10
15	Постановка задачи оптимального управления методом динамического программирования Беллмана	подготовка к лабораторным работам и оформлению отчетов	6	12
16	Решение задач оптимального управления с использованием уравнения Беллмана	подготовка к лабораторным работам и оформлению отчетов	6	12
<b>Итого:</b>			<b>116</b>	<b>164</b>

#### **4.7. Курсовые работы/проекты.**

Учебным планом курсовые проекты не предусмотрены

#### **5. Образовательные технологии**

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся необходимо использовать инновационные образовательные технологии при реализации различных видов аудиторной работы в сочетании с внеаудиторной. Используемые образовательные технологии и методы должны быть направлены на повышение качества подготовки путем развития у обучающихся способностей к самообразованию и нацелены на активизацию и реализацию личностного потенциала.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

- технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

- технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

– технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

– технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

– технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования

– технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

## **6. Формы контроля освоения дисциплины**

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем(ями), ведущими лабораторные работы и практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- лабораторные работы;
- защита лабораторных работ;
- контрольные работы;
- индивидуальные и фронтальные опросы.

Фонды оценочных средств, включающие вопросы к защите контрольных работ, вопросы к защите лабораторных работ, вопросы к индивидуальным и фронтальным опросам, позволяющие оценить результаты текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме:

письменного/устного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и выполнение практического задания, тестирование) либо в сочетании различных форм (компьютерного тестирования, решения задач и пр.). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на

«отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки;

зачета (предполагает выполнение всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины).

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания	Зачеты
отлично (5)	зачтено
хорошо (4)	
удовлетворительно (3)	
неудовлетворительно (2)	не зачтено

#### **7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:**

а) основная литература:

1. Смирнов А.П., Методы оптимизации. Алгоритмические основы задач оптимизации : курс лекций / А.П. Смирнов. - М. : МИСиС, 2014. - 135 с. - ISBN 978-5-87623-781-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876237811.html> (дата обращения: 20.02.2020).

2. Струченков В.И., Методы оптимизации в прикладных задачах. / Струченков В. И. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. - 320 с. - ISBN 978-5-91359-061-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913590619.html> (дата обращения: 20.02.2020).

3. Золотарев А.А., Методы оптимизации распределительных процессов : Монография / Золотарев А.А. - М. : Инфра-Инженерия, 2014. - 160 с. - ISBN 978-5-9729-0074-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972900749.html> (дата обращения: 20.02.2020).

4. Пантелеев А.В., Методы оптимизации. Практический курс : учебное пособие с мультимедиа сопровождением / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова - М. : Логос, 2017. - 424 с. (Новая университетская библиотека) - ISBN 978-5-98704-540-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987045404.html> (дата обращения: 20.02.2020).

б) дополнительная литература:

5. Нефедов Ю. М. Теория управления [Текст] : учеб. пособие / Ю. М. Нефедов ; М-во образования и науки Украины, Восточноукр. нац. ун- им. В. Даля. - Луганск : Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2003. - 227 с.

6. Попов Е. П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления [Текст] : учеб. пособие для вузов / Е. П. Попов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : "Наука" Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. - 304 с.

7. Теория автоматического управления. В 2 ч. Ч. 1. Теория линейных систем автоматического управления [Текст] : учебник для вузов по спец. "Автоматика и телемеханика" / под ред. А. А. Воронова. - 2-е изд. перераб. и доп. - М. : Высш. школа, 1986. - 367 с.

8. Теория автоматического управления. В 2 ч. Ч. 2 Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления [Текст] : учебник для вузов по спец. "Автоматика и телемеханика" / под ред. А. А. Воронова. - 2-е изд. перераб. и доп. - М. : Высш. школа, 1986. - 504 с.

9. Куо Б. Теория и проектирование цифровых систем управления [Текст] / Б. Куо ; пер. с англ. В. Г. Дунаева, Б. И. Копылова и др. ; под ред. П. И. Попова. - М. : Машиностроение, 1986. - 448 с.

10. Иванов В. А. Теория оптимальных систем автоматического управления [Текст] : учеб. пособие / В. А. Иванов, Н. В. Фалдин ; под ред. Е. П. Попова. - М. : Наука, 1981. - 336 с.

11. Воронов А. А. Основы теории автоматического управления: Автоматическое регулирование непрерывных линейных систем [Текст] / А. А. Воронов. - 2-е изд., перераб. - М. : Энергия, 1980. - 312 с.

12. Янушевский Р. Т. Теория линейных оптимальных многосвязных систем управления [Текст] / Р. Т. Янушевский. - М. : Наука, 1973. - 464 с. : ил.

13. Современная теория систем управления [Текст] / под ред. К. Т. Леондеса; пер. с англ.: Я. А. Когана, Ю. Э. Сагалова, И. В. Тиме; под ред. Я. З. Цыпкина. - М. : Наука, 1970. - 512 с.

14. Ренин С.В., Методы оптимизации: сборник задач и упражнений / С.В. Ренин, Н.Д. Ганелина - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2011. - 52 с. - ISBN 978-5-7782-1688-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778216884.html> (дата обращения: 20.02.2020).

в) интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

4. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

6. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

#### **Электронные библиотечные системы и ресурсы**

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

2. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

#### **Информационный ресурс библиотеки образовательной организации**

1. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

#### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций/слайдов; аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы: лаборатория, оснащенная компьютерной сетью, шаблоны отчетов по лабораторным работам.

Освоение дисциплины «Методы и теория оптимизации систем управления» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Программное обеспечение:

<b>Функциональное назначение</b>	<b>Бесплатное программное обеспечение</b>	<b>Ссылки</b>
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	<a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>
Операционная система	UBUNTU 19.04	<a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>
Браузер	Firefox Mozilla	<a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>

Браузер	Opera	<a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	<a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>
Файл-менеджер	Far Manager	<a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>
Архиватор	7Zip	<a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	<a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a> <a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a> <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a>
Редактор PDF	PDFCreator	<a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>
Аудиоплеер	VLC	<a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>