

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

Институт	Магистратура
Кафедра	Автоматики и промышленной электроники

Оптимизация систем управления

Уровень образования	магистратура	
Направление подготовки	27.04.04	Управление в технических системах
Профиль)/Специализация	Цифровая трансформация в системах управления	
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	2 года	
Форма обучения	очная	

Рабочая программа учебной дисциплины «Оптимизация систем управления» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 10 от 07 марта 2024 г.

Разработчик рабочей программы «Оптимизация систем управления»

канд. техн. н., доцент

Заведующий кафедрой: д. техн. н., доцент Рыжкова Е.А.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Учебная дисциплина «Оптимизация систем управления» изучается в первом Модуле первого семестра.

Курсовая работа/Курсовой проект – не предусмотрены

1.1. Форма промежуточной аттестации:

экзамен

1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Оптимизация систем управления» относится к обязательной части программы.

Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предыдущему уровню образования в части сформированности универсальных компетенций, а также общепрофессиональных компетенций, в случае совпадения направлений подготовки предыдущего и текущего уровня образования.

Результаты обучения по учебной дисциплине используются при изучении следующих дисциплин и прохождения практик:

- Программирование микропроцессорных систем
- Производственная практика. НИР 2
- Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая)

практика.

2. ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Целями изучения дисциплины «Оптимизация систем управления» являются:

- ознакомление с современными методами управления технологическими процессами;
- анализ объектов с помощью современных методов оптимального управления;
- формирование понимания основных проблем и перспектив развития оптимального управления.
- изучение назначений, функций, характеристик и возможностей микропроцессорных устройств в составе технологического оборудования;
- формирование у обучающихся компетенций, установленных образовательной программой в соответствии с ФГОС ВО по данной дисциплине.

Результатом обучения по учебной дисциплине является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенций и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения учебной дисциплины.

2.1. Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики	ИД-ОПК-1.2 Применение естественно-научных законов и методов анализа для решения задач в области управления техническими системами	– Использует современные аналитические и численные методы, требующиеся для разработки оптимальных математических моделей. – Использует методы анализа при исследовании объектов управления;
ОПК-2 Формулирование задач и обоснование методов решения	ИД-ОПК-2.2 Разработка новых способов управления в технических системах	– Оценивает рациональность применения той или иной задачи оптимального управления;
ОПК-3 Способен самостоятельно решать задачи управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники	ИД-ОПК-3.2 Навыки выявления закономерностей изменения свойств задач управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники	– Учитывает особенности принципов расчета оптимальных систем управления и проектирования оптимальных алгоритмов; – Различает критерии оптимальности и функционалы применяемые для оценки систем управления;
ПК-2 Способен обеспечить текущий контроль сложных технологических процессов	ИД-ПК-2.2 Применение средств автоматизированного управления сложными технологическими процессами	– Использует прикладные программные средства и математический аппарат для построения математических моделей оптимальных систем управления;

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

Очная форма обучения	5	з.е.	160	час.
----------------------	---	------	-----	------

3.1. Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий (очная форма обучения)

Структура и объем дисциплины									
Объем дисциплины по семестрам	форма промежуточной аттестации	всего, час	Контактная аудиторная работа, час				Самостоятельная работа обучающегося, час		
			лекции, час	практические занятия, час	лабораторные занятия, час	практическая подготовка, час	курсовая работа/ курсовой проект	самостоятельная работа обучающегося,	промежуточная аттестация, час
1 семестр	экзамен	160		45				67	48
Всего:	экзамен	160		45				67	48

3.2. Структура учебной дисциплины для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (очная форма обучения)

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий ¹ , обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы/ индивидуальные занятия, час	Практическая подготовка, час		
	Первый семестр						
			45			67	
ИД-ОПК-1.2 ИД-ОПК-2.2 ИД-ОПК-3.2	Практическое занятие 1 Модели задач оптимизации. Модели и методы линейного программирования.		4			10	Контроль посещаемости.
ИД-ОПК-1.2 ИД-ОПК-2.2 ИД-ОПК-3.2 ИД-ПК-2.2	Практическое занятие 2 Классификация задач оптимального управления. Задача оптимизации функционала		3			10	Контроль посещаемости.
ИД-ОПК-1.2 ИД-ОПК-2.2 ИД-ОПК-3.2 ИД-ПК-2.2	Практическое занятие 3 Принцип максимума Понтрягина. Задача оптимального программного управления с подвижными концами		8			10	Контроль посещаемости. Решение задач
ИД-ОПК-1.2 ИД-ОПК-2.2 ИД-ОПК-3.2 ИД-ПК-2.2	Практическое занятие 4 Применение принципа максимума Понтрягина для решения задачи оптимального управления на быстродействие		8			10	Контроль посещаемости. Решение задач Сдача индивидуального задания
ИД-ОПК-1.2 ИД-ОПК-2.2 ИД-ОПК-3.2 ИД-ПК-2.2	Практическое занятие 5 Метод динамического программирования. Функции и уравнения Беллмана.		6			10	Контроль посещаемости. Решение задач Сдача индивидуального задания
ИД-ОПК-1.2 ИД-ОПК-2.2 ИД-ОПК-3.2 ИД-ПК-2.2	Практическое занятие 6 Нахождение оптимального управления с полной обратной связью		8			10	Контроль посещаемости. Решение задач
ИД-ОПК-1.2 ИД-ОПК-2.2 ИД-ОПК-3.2	Практическое занятие 7		8			10	Контроль посещаемости. Решение задач о распределении

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий ¹ , обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы/ индивидуальные занятия, час	Практическая подготовка, час		
ИД-ПК-2.2	Модели и методы динамического программирования. Оптимизационные модели управления запасами						ресурсов:
Все индикаторы всех компетенций	Экзамен	х	х	х	х	48	Экзамен по билетам
	ИТОГО за первый семестр		45			115	Экзамен

3.3. Краткое содержание учебной дисциплины

№ пап	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание раздела (темы)
	Практические занятия	
1	Практическое занятие 1 Модели задач оптимизации	Разбор теоретического материала. Классы поисковых алгоритмов. Одномерный поиск. Алгоритм дихотомии. Многомерный поиск. Алгоритм симплекс – метода. Многомерный поиск. Градиент. Адаптивный поиск.
2	Практическое занятие 2 Классификация задач оптимального управления. Задача оптимизации функционала	Разбор теоретического материала. Общая характеристика задач оптимизации: конечномерная оптимизация и оптимальное управление. Критерии оптимальности. Функционалы Лагранжа, Майера и Больца. Связь функционалов. Применение функционалов при решении задач оптимизации. Задача оптимального программного управления. Постановка задачи оптимизации.
3	Практическое занятие 3 Принцип максимума Понтрягина. Задача оптимального программного управления с подвижными концами	Разбор теоретического материала. Общая характеристика принципа максимума Понтрягина. Условия оптимальности максимума и вспомогательная вектор-функция. Условие трансверсальности. Математическая модель объекта и оптимизируемый функционал. Решение двухточечной краевой задачи для системы канонических уравнений. Выдача Индивидуального задания по теме: Принцип максимума Понтрягина.
4	Практическое занятие 4 Применение принципа максимума Понтрягина для решения задачи оптимального управления на быстродействие	Решение простейшего примера на определение оптимального по быстродействию управления. Вид оптимального управления. Характер оптимальных траекторий. Построение структурной схемы оптимальной системы в специализированных программах. Получение графиков изменения управляющего сигнала и параметров в фазовой плоскости. Представление отчета по Индивидуальному заданию по теме: Принцип максимума Понтрягина.
5	Практическое занятие 5 Метод динамического программирования. Функции и уравнения Беллмана	Разбор теоретического материала. Метод динамического программирования, как метод оптимизации. Основное функциональное уравнение Беллмана. Вывод функционального уравнения Беллмана для автономной системы. Решение задач оптимального управления непрерывных систем.
6	Практическое занятие 6 Нахождение оптимального управления с полной обратной связью	Решение задачи на применение динамического программирования для определения управления, минимизирующего квадратичный функционал. Пример на применение динамического программирования для определения управления, минимизирующего время движения. Выдача Индивидуального задания по теме: Решение задачи оптимального управления с помощью метода динамического программирования и уравнения Беллмана
7	Практическое занятие 7 Модели и методы динамического программирования. Оптимизационные модели управления запасами	Метод динамического программирования. Задача распределения ресурсов. Кратчайший путь на ациклическом графе. Балансовые модели. Аналитическая модель динамики однопродуктового склада

3.4. Организация самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – обязательная часть образовательного процесса, направленная на развитие готовности к профессиональному и личностному самообразованию, на проектирование дальнейшего образовательного маршрута и профессиональной карьеры.

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине организована как совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя и по его заданию. Аудиторная самостоятельная работа обучающихся входит в общий объем времени, отведенного учебным планом на аудиторную работу, и регламентируется расписанием учебных занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – планируемая учебная, научно-исследовательская, практическая работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, расписанием учебных занятий не регламентируется.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя:

- подготовку практическим занятиям, экзамену;
- изучение специальной литературы;
- изучение разделов/тем, не выносимых на практические занятия самостоятельно;
- выполнение отчетов на Индивидуальные задания;

Самостоятельная работа обучающихся с участием преподавателя в форме иной контактной работы предусматривает групповую и (или) индивидуальную работу с обучающимися и включает в себя:

- проведение индивидуальных и групповых консультаций по отдельным темам/разделам дисциплины;
- проведение консультаций перед экзаменом,
- консультации по организации самостоятельного изучения отдельных разделов/тем, базовых понятий учебных дисциплин профильного/родственного бакалавриата, которые формировали ОПК и ПК, в целях обеспечения преемственности образования (для студентов магистратуры – в целях устранения пробелов после поступления в магистратуру абитуриентов, окончивших бакалавриат/специалитет иных УГСН);

Перечень разделов/тем/, полностью или частично отнесенных на самостоятельное изучение с последующим контролем: нет

3.5. Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

При реализации программы учебной дисциплины возможно применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Реализация программы учебной дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий регламентируется действующими локальными актами университета.

Применяются следующий вариант реализации программы с использованием ЭО и ДОТ

В электронную образовательную среду, по необходимости, могут быть перенесены отдельные виды учебной деятельности:

использование ЭО и ДОТ	использование ЭО и ДОТ	объем, час	включение в учебный процесс
смешанное обучение			в соответствии с расписанием учебных занятий
	практические занятия	45	

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, СИСТЕМА И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

4.1. Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенций.

Уровни сформированности компетенции(-й)	Итоговое количество баллов в 100-балльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Оценка в пятибалльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Показатели уровня сформированности		
			универсальной(-ых) компетенции(-й)	общепрофессиональной(-ых) компетенций	профессиональной(-ых) компетенции(-й)
				ОПК-1 ИД-ОПК-1.2 ОПК-2 ИД-ОПК-2.2 ОПК-3 ИД-ОПК-3.2	ПК-2 ИД-ПК-2.2
высокий		отлично/ зачтено (отлично)/ зачтено		Обучающийся: – свободно применяет современные аналитические и численные методы, требующиеся для разработки оптимальных математических моделей. – свободно ориентируется в методах анализа при исследовании объектов управления; – дает развернутые, исчерпывающие, профессионально грамотные ответ по рациональности применения той или иной задачи оптимального управления; – учитывает особенности принципов расчета оптимальных систем управления и проектирования оптимальных алгоритмов;	Обучающийся: – свободно владеет проектированием оптимальных алгоритмов с помощью прикладных программных средств; – свободно использует прикладные программные средства для построения математических моделей оптимальных систем управления; – свободно ориентируется в применении математического аппарата для построения моделей оптимальных систем управления.

				– свободно ориентируется в критериях оптимальности и функционалах, применяемых для оценки систем управления.	
повышенный		хорошо/ зачтено (хорошо)/ зачтено	–	Обучающийся: – достаточно хорошо применяет современные аналитические и численные методы, требующиеся для разработки оптимальных математических моделей. – достаточно хорошо ориентируется в методах анализа при исследовании объектов управления; – дает достаточно грамотные ответы по рациональности применения той или иной задачи оптимального управления; – ориентируется в принципах расчета оптимальных систем управления и проектирования оптимальных алгоритмов; – достаточно хорошо ориентируется в критериях оптимальности и функционалах, применяемых для оценки систем управления.	Обучающийся: – достаточно хорошо владеет проектированием оптимальных алгоритмов с помощью прикладных программных средств; – достаточно хорошо использует прикладные программные средства для построения математических моделей оптимальных систем управления; – достаточно хорошо ориентируется в применении математического аппарата для построения моделей оптимальных систем управления.
базовый		удовлетворительно/ зачтено (удовлетворительно)/ зачтено	–	Обучающийся: – демонстрирует фрагментарные знания о современных аналитических и численных методах, требующихся для разработки оптимальных математических моделей. – демонстрирует фрагментарные знания о методах анализа при исследовании объектов управления;	Обучающийся: – демонстрирует фрагментарные знания в проектировании оптимальных алгоритмов с помощью прикладных программных средств; – демонстрирует фрагментарные знания прикладных программных средств для построения математических моделей оптимальных систем управления;

				– ответ отражает знания на базовом уровне теоретического и практического материала по рациональности применения той или иной задачи оптимального управления; – ориентируется в принципах расчета оптимальных систем управления и проектирования оптимальных алгоритмов; – демонстрирует фрагментарные знания о критериях оптимальности и функционалах, применяемых для оценки систем управления.	– демонстрирует фрагментарные знания в применении математического аппарата для построения моделей оптимальных систем управления.
низкий		неудовлетворительно/ не зачтено	<i>Обучающийся:</i> – демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации; – испытывает серьезные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами; – выполняет задания шаблона, без проявления творческой инициативы – ответ отражает отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы.		

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Оптимизация систем управления» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине, указанных в разделе 2 настоящей программы.

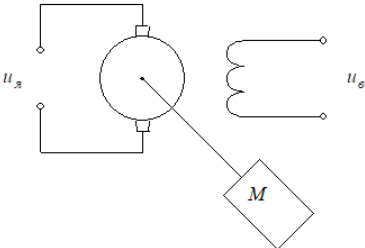
5.1. Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
1.	Индивидуальное задание по теме: Принцип максимума Понтрягина	Индивидуальное задание содержит 1 задачу для каждого студента Пример индивидуального задания 1. Используя принцип максимума Понтрягина решить задачу: $\int_0^1 u^2 dt \rightarrow \min, \ddot{x} + x = u, \dot{x}(0) = 1$ 2. Используя принцип максимума Понтрягина решить задачу: $\int_0^1 (x^2 + u^2) dt \rightarrow \min, \dot{x} = x + u, x(1) = 1$
2.	Индивидуальное задание по теме: Решение задачи оптимального управления с помощью метода динамического программирования и уравнения Беллмана	1. Дана модель объекта управления в виде $\frac{dx_1}{dt} = x_2, \quad \frac{dx_2}{dt} = u.$ Качество процесса управления оценивается функционалом $J = \int_0^T (x_1^2 + x_2^2 + u^2) dt.$ найти оптимальное управление при $T=2$. 2. Дана модель объекта управления в виде $\frac{dx_1}{dt} = x_2, \quad \frac{dx_2}{dt} = u.$ Качество процесса управления оценивается функционалом $J = \int_0^T dt,$ найти оптимальное управление по быстродействию

5.2. Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

Наименование оценочного средства (контрольно- оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Решение задач	Правильно отразил в задании область знаний. Владеет методикой выполнения поставленной в задании задачи.		5
	Незначительные пробелы в знаниях. Допустил ошибки при использовании основных методов анализа.		4
	Демонстрирует значительные пробелы в знаниях и грубые ошибки в решении. Делает некорректные выводы по результатам проведенного анализа.		3
	Обучающийся не выполнил задания		2
Индивидуальное задание	Обучающийся представил аккуратно оформленный, согласно требованиям, полный отчет. Правильно отразил в задании область знаний и продемонстрировал применение технических приемов: построение схем, графиков и написание алгоритма программы. Владеет методикой выполнения поставленной в задании задачи.		5
	Обучающийся представил оформленный отчет с задержкой на неделю. Незначительно отклонился от требований в части наполнения задания в результате незначительных пробелов в знаниях. Допустил ошибки при использовании основных методов анализа.		4
	Обучающийся представил оформленный отчет с задержкой больше чем на месяц. Грубо нарушил требования по оформлению задания. Демонстрирует значительные пробелы в знаниях и грубые ошибки в решении. Делает некорректные выводы по результатам проведенного анализа.		3
	Обучающийся не выполнил задания		2

5.3. Промежуточная аттестация:

Форма промежуточной аттестации	Типовые контрольные задания и иные материалы для проведения промежуточной аттестации:
Экзамен: в устной форме по билетам, включающим 1 задачу	Билет 1 Осуществить поворот вала двигателя на некоторый заданный угол,  если $u_я \leq A$ и $A=1$ Качество процесса управления оценивается функционалом $J = \int_{t_0}^{t_1} dt = t_1 - t_0$ Билет 2 Для модели объекта управления, движение которого задаётся уравнением $\frac{d^2 x}{dt^2} = u$ Функционал имеет вид $I = \frac{1}{2} \int_0^2 u^2(t) dt + \frac{1}{2} [x_1^2(2) + x_2^2(2)] \rightarrow \min$ Найти оптимальное управление $u^*(t, x)$

5.4. Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины/модуля:

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
Экзамен в устной форме по билетам	Обучающийся: – демонстрирует знания отличающиеся глубиной и содержательностью, дает полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные; – свободно владеет научными понятиями, ведет диалог и вступает в научную дискуссию; – способен к интеграции знаний по определенной теме, структурированию ответа, к анализу положений существующих теорий, научных школ, направлений по вопросу билета; – логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете; – свободно выполняет практические задания повышенной сложности, предусмотренные программой, демонстрирует системную работу с основной и дополнительной литературой. Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики.		5
	Обучающийся: – показывает достаточное знание учебного материала, но допускает несущественные фактические ошибки, которые способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу; – недостаточно раскрыта проблема по заданию билета; – недостаточно логично построено изложение вопроса; – успешно выполняет предусмотренные в программе практические задания средней сложности, активно работает с основной литературой, – демонстрирует, в целом, системный подход к решению практических задач, к самостоятельному пополнению и обновлению		4

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
	знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы.		
	Обучающийся: – показывает знания фрагментарного характера, которые отличаются поверхностностью и малой содержательностью, допускает фактические грубые ошибки; – не может обосновать закономерности и принципы, объяснить факты, нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала, представления о межпредметных связях слабые; – справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допускает погрешности и ошибки при теоретических ответах и в ходе практической работы. Содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные и дополнительные вопросы билета, ответ носит репродуктивный характер. Неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.		3
	Обучающийся, обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий. На большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов.		2
...	...	...	...

5.5. Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.

Форма контроля	100-балльная система	Пятибалльная система
Текущий контроль:		
- Индивидуальные задания в виде отчетов		2 – 5
- решение задач в аудитории		2 – 5
Промежуточная аттестация (экзамен)		отлично хорошо
Итого за семестр экзамен		удовлетворительно неудовлетворительно

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:

- проблемная лекция;
- проектная деятельность;
- групповые дискуссии;
- преподавание дисциплины на основе результатов научных исследований
- поиск и обработка информации с использованием сети Интернет;
- дистанционные образовательные технологии;
- использование на лекционных занятиях видеоматериалов и наглядных пособий;

...

7. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины реализуется при проведении практических занятий, связанных с будущей профессиональной деятельностью, а также в занятиях лекционного типа, поскольку они предусматривают передачу учебной информации обучающимся, которая необходима для последующего выполнения практической работы.

8. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации.

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.

Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:

Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.

Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма проведения текущей и промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины. При необходимости студенту предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся создаются, при необходимости, фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ /МОДУЛЯ

Характеристика материально-технического обеспечения дисциплины соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
119071, г. Москва, Малая Калужская улица, дом 1, ауд.1808	
аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, по практической подготовке, групповых и индивидуальных консультаций	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук; – проектор, – экран
<i>и т.д.</i>	...
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся
читальный зал библиотеки	– компьютерная техника; подключение к сети «Интернет»

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины при обучении с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Необходимое оборудование	Параметры	Технические требования
---------------------------------	------------------	-------------------------------

Персональный компьютер/ ноутбук/планшет, камера, микрофон, динамики, доступ в сеть Интернет	Веб-браузер	Версия программного обеспечения не ниже: Chrome 72, Opera 59, Firefox 66, Edge 79, Яндекс. Браузер 19.3
	Операционная система	Версия программного обеспечения не ниже: Windows 7, macOS 10.12 «Sierra», Linux
	Веб-камера	640x480, 15 кадров/с
	Микрофон	любой
	Динамики (колонки или наушники)	любые
	Сеть (интернет)	Постоянная скорость не менее 192 кБит/с

Технологическое обеспечение реализации программы осуществляется с использованием элементов электронной информационно-образовательной среды университета.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, УП, МП и др.)	Издательство	Год издания	Адрес сайта ЭБС или электронного ресурса (заполняется для изданий в электронном виде)	Количество экземпляров в библиотеке Университета
10.1 Основная литература, в том числе электронные издания							
1	Матвеев А.С.	Введение в математическую теорию оптимального управления	Учебник	Санкт-Петербургский государственный университет	2018	https://znanium.com/read?id=373761	
2	А. Б. Козлов [и др.]	Основы управления и технические средства автоматизации текстильных производств: учеб. пособие для вузов. Кн. 1. Основы управления технологическими процессами текстильных производств	учебное пособие	МГТУ им. А.Н. Косыгина	2009		504
10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания							
1	Крамаров С.О., Смирнов Ю.А., Соколов С.В., Таран В.Н.	Системные методы анализа и синтеза интеллектуально-адаптивного управления.	монография	РИОР	2021	https://znanium.com/read?id=375409	
2	Румянцев Ю.Д. [и др.]	Анализ, исследование и моделирование элементов и систем автоматического управления в программе MATLAB	учебное пособие	РИО МГТУ им. Косыгина	2011		5

3	Сдвижков О.А.	Практикум по методам оптимизации	учебное пособие	Вузовский учебник	2020	https://znanium.com/read?id=355753	
4	Э. Б. Ли, Л. Маркус. - Пер .с англ.Л.Л.Леонтьевой	Основы теории оптимального управления	учебное пособие	М. : Наука,	1972.		2
10.3 Методические материалы (указания, рекомендации по освоению дисциплины (модуля) авторов РГУ им. А. Н. Косыгина)							
1							
2							
3							

11. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

11.1. Ресурсы электронной библиотеки, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

№ пп	Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы
1.	ЭБС «Лань» http://www.e.lanbook.com/
2.	«Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М» http://znanium.com/
3.	Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/
4.	ЭБС «ИВИС» http://dlib.eastview.com/
Профессиональные базы данных, информационные справочные системы	
1.	Scopus https://www.scopus.com (международная универсальная реферативная база данных, индексирующая более 21 тыс. наименований научно-технических, гуманитарных и медицинских журналов, материалов конференций примерно 5000 международных издательств);
2.	Scopus http://www.Scopus.com/
3.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU https://elibrary.ru (крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования);
4.	Отраслевой портал по упаковке, оборудованию и материалам: http://www.unipack.ru ...
5.	Журнал «Пластикс» http://www.plastics.ru
6.	Журнал «Международные новости мира пластмасс» http://www.plasticnews.ru
7.	База данных в мире Academic Search Complete - обширная полнотекстовая научно-исследовательская. Содержит полные тексты тысяч рецензируемых научных журналов по химии, машиностроению, физике, биологии. http://search.ebscohost.com
8.	Журнал «Тара и упаковка»: http://www.magpack.ru

11.2. Перечень программного обеспечения

№п/п	Программное обеспечение	Реквизиты подтверждающего документа/ Свободно распространяемое
1.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
2.	PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
3.	V-Ray для 3Ds Max	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
4.	...	
5.	...	...

**ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЫ/МОДУЛЯ**

В рабочую программу учебной дисциплины/модуля внесены изменения/обновления и утверждены на заседании кафедры:

№ пп	год обновления РПД	характер изменений/обновлений с указанием раздела	номер протокола и дата заседания кафедры