Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 06.10.2023 15:59:32
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____/ Е.В.Сафонов/
«15» апреля 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектирование систем управления»

Направление подготовки

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Образовательная программа (профиль подготовки)

«Роботы и робототехнические устройства»

Квалификация (степень) выпускника:

Бакалавр

Форма обучения:

Очная

Москва 2022

Программа дисциплины «**Проектирование систем управления**» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» по профилю подготовки «Роботы и робототехнические устройства».

Программу составил:

_____Б.В. Кириличев – к.т.н., доцент кафедры «Автоматика и управление»

Программа дисциплины «Проектирование систем управления» по направлению 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» и профилю подготовки «Роботы и робототехнические устройства» утверждена на заседании кафедры «Автоматика и управление»

«31» 08 2022 г. протокол № 1

Заведующий кафедрой

доцент, к.т.н. _____ /А.В. Кузнецов/

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», профиль подготовки «Роботы и робототехнические устройства».

_____ /В.В. Матросова/

«31» 08 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения.

Председатель комиссии _____ / А.Н. Васильев/

«13» 09 2022 г. Протокол: 14-22

Присвоен регистрационный номер:	**15.03.04.01/01.2022.** *038*

1. Цели и задачи освоения дисциплины

1.1. Цели дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Проектирование систем управления» следует отнести:
– формирование у студентов знаний общих принципов, методов и средств проектирования автоматических и автоматизированных систем управления;
– подготовку студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению.

1.2. Задачи дисциплины

Ознакомление с основными понятиями, относящимися к проектированию автоматизированных и автоматических систем управления;
Изучение основных принципов проектирования систем.
Изучение проектных параметров, стадий, этапов и процедур, аспектов и уровней.
Изучение методов и процедур анализа при проектировании.
Изучение методов и процедур параметрического синтеза.
Изучение методов и алгоритмов принятия проектных решений, в том числе эволюционных.
Изучение методов и алгоритмов многокритериальной параметрической оптимизации.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Проектирование систем управления» относится к числу профессиональных учебных дисциплин вариативной части базового цикла (Б1) основной образовательной программы бакалавриата. Она связана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части Блока 1 (Б.1.1):

- Высшая математика;
- Теория автоматического управления;
- Программирование и основы алгоритмизации;
- Инженерная и компьютерная графика;
- Основы графических языков программирования систем управления;
- Системы автоматизированного проектирования;
- Введение в проектную деятельность.

В части формируемой участниками образовательных отношений блока 1.2:
- Интегрированные системы проектирования и управления.

В элективных дисциплинах блок (Б1.2.ЭД):
- Автоматизация технологических процессов и производств;
- Программно-логические контроллеры;
- Автоматизированная разработка управляющих программ.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине. Обучающийся должен**
ПК-3	ПК-3. Способен осуществлять подготовку к выпуску проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами	**Знать:** - классификацию и основные виды проектных процедур; - технологию поиска оптимальных проектных решений; - правила построения маршрутов проектирования; - специфику проектирования систем управления с человеком; - методы и алгоритмы принятия проектных решений. **Уметь:** - осуществлять предпроектные исследования, включающие патентный поиск аналогов и прототипа проектируемого объекта, уточнять цели проекта; - проводить предварительную технико-экономическую экспертизу для оценки окупаемости проекта; - применять методы и алгоритмы анализа и синтеза при проектировании; - составлять, моделировать и оптимизировать структурные схемы систем; - участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств

		автоматизации расчетов и проектирования. **Владеть:** - навыками по применению алгоритмов параметрической оптимизации, принятию обоснованных проектных решений; - современными информационными технологиями, методами и средствами проектирования

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, т.е. 288 академических часов (из них 126 часов аудиторных занятий и 162 часа – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Проектирование систем управления» изучаются на четвертом курсе. В седьмом и восьмом семестрах выделяется 54 часа лекций, 36 часов лабораторных работ и 36 часов практических и семинарских занятий.

Седьмой семестр: лекции – 36 часов, лабораторные работы – 36 часов, форма контроля – зачет.

Восьмой семестр: лекции – 18 часов, практические и семинарские занятия – 36 часов; также в седьмом семестре предусмотрен курсовой проект, итоговая форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Проектирование систем управления» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

Седьмой семестр

Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Основные положения, понятия и определения. Объект проектирования. Процесс проектирования как процесс управления. Организационно-технические системы. Автоматизированное проектирование.

Структура процесса проектирования

Системный подход. Схемотехника. Стили, аспекты, иерархические уровни проектирования. Стадии, этапы, процедуры проектирования. Проектные параметры: внешние, внутренние (управляемые) и выходные. Содержание процесса проектирования. Процедуры анализа и синтеза. Классификация проектных процедур. Построение маршрутов проектирования. Условия работоспособности. Условия эксплуатации. Содержание технического задания на проектирование. Классификация САПр. Средства обеспечения процесса проектирования.

Процедуры анализа

Распределенные модели на микроуровне проектирования. Дифференциальные уравнения в частных производных. Уравнения математической физики с заданными краевыми условиями. Пример: уравнение теплопроводности. Градиент и дивергенция функции температуры стержня. Другие примеры распределенных моделей: уравнения диффузии частиц, непрерывности токов в полупроводниках, напряженности электрического поля (уравнение Пуассона).

Численные методы процедур анализа

Сеточные методы. Метод конечных разностей. Шаблоны и узловые точки. Конечно-разностные операторы. Метод конечных элементов. Уравнения невязок. Решение с помощью метода коллокаций. Решение с помощью метода наименьших квадратов. Решение с помощью метода Галеркина.

Процедуры синтеза. Параметрическая оптимизация

Задача параметрической оптимизации. Детерминированная постановка задачи. Классификация методов параметрической оптимизации. Поисковые методы экстремума целевой функции и их характеристики. Направление и шаг поиска, нормирование, условие окончания поиска. Методы одномерной оптимизации: дихотомического деления, золотого сечения, чисел Фибоначчи, полиномиальной аппроксимации.

Многомерная параметрическая оптимизация

Методы нулевого порядка: покоординатный спуск (метод Гаусса–Зейделя), метод Розенброка, метод конфигураций. Метод деформируемого многогранника. Методы первого порядка (градиентные). Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных градиентов. Методы второго порядка. Метод Ньютона.

Условная оптимизация. Метод множителей Лагранжа. Методы штрафных функций. Методы внутренней и внешней точки. Метод проекции градиента. Беспоисковые методы. Метод Монте-Карло.

Восьмой семестр

Принятие проектных решений

Задача принятия решений (выбора). Основные проблемы. Критерии предпочтения. Представление множества альтернатив. Морфологические таблицы. Альтернативные графы. Описание задачи выбора на критериальном языке. Множественность задач выбора. Зависимость ситуации выбора от факторов: свойств множества альтернатив, количества и характера критериев, режима выбора, его последствий, вида ответственности за выбор и степени согласованности целей.

Методы решения проблемы выбора

Метод свертки критериев. Сведение многокритериальной задачи выбора к однокритериальной. Метод уступок. Условная максимизация. Метод идеальной точки. Множество Парето. Описание задачи выбора на языке бинарных отношений. Свойства бинарных отношений. Отношения эквивалентности, порядка и доминирования. Граф предпочтений. Описание задачи выбора на языке функций выбора. Аксиомы выбора.

Эволюционные методы в проектировании. Решение оптимизационных задач

Классификация эволюционных методов. Простой генетический алгоритм. Выбор родителей, кроссинговер, мутации, селекция. Разновидности генетических операторов. Эпистасис и переупорядочение. Формирование хромосом. Генетический метод комбинирования эвристик. Эволюция сложных систем. Модели эволюции. Классификация моделей эволюции естественных систем. Эволюция искусственных систем. Процесс эволюции производственных систем. Процесс эволюции информационных систем.

Многокритериальная параметрическая оптимизация системы управления

Выбор критериев оптимальности. Скаляризация критерия. Выбор управляемых параметров. Моделирование динамики системы и вычисление значений критериев. Построение множества Парето.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Проектирование систем управления» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;
- выполнение лабораторных работ в лабораториях вуза;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме устного опроса;
- индивидуальное обсуждение и защита выполняемых этапов курсового проекта;
- проведение интерактивных занятий по подготовке к компьютерному;
- использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного компьютерного тестирования.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Проектирование систем управления» и в целом по дисциплине составляет 40% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 42,85 % от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций, оценочные формы самостоятельной работы студентов:

В 7 семестре

- индивидуальный опрос студентов;
- защита лабораторных работ;

- компьютерное тестирование по материалам лекций и лабораторных работ в режиме промежуточного контроля с элементами подсказки и обучения;
- компьютерное тестирование по материалам лекций в режиме итогового контроля;
- зачет по материалам седьмого семестра.

В 8 семестре

- индивидуальный опрос студентов;
- защита лабораторных работ;
- компьютерное тестирование по материалам лекций и лабораторных работ в режиме промежуточного контроля с элементами подсказки и обучения;
- выполнение курсового проекта (по индивидуальному заданию для каждого обучающегося);
- компьютерное тестирование по материалам курсового проекта и защита курсового проекта;
- компьютерное тестирование по материалам лекций в режиме итогового контроля;
- экзамен по материалам восьмого семестра.

Курсовой проект представляет собой работу, посвященную проектированию замкнутой динамической системы управления не ниже 3-го порядка, удовлетворяющей заданным требованиям по качеству за счет многокритериальной параметрической оптимизации, осуществляемой по известным алгоритмам в среде SimInTech (МВТУ 3.7) или в Matlab.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы, включенные в тесты достижений открытой формы.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-3	ПК-3. Способен осуществлять подготовку к выпуску проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
знать: закономерности, методы и алгоритмы проектирования автоматических и автоматизированных систем управления; классификацию и основные виды проектных процедур; технологию поиска оптимальных проектных решений; правила построения маршрутов проектирования; специфику проектирования систем управления с человеком; методы и алгоритмы принятия проектных решений.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: закономерностей, методов и алгоритмов проектирования автоматических и автоматизированных систем управления; классификацию и основные виды проектных процедур; технологию поиска оптимальных проектных решений; правила построения маршрутов проектирования; специфику проектирования систем управления с человеком; методы и алгоритмы принятия проектных решений.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: закономерностей, методов и алгоритмов проектирования автоматических и автоматизированных систем управления; классификацию и основные виды проектных процедур; технологию поиска оптимальных проектных решений; правила построения маршрутов проектирования; специфику проектирования систем управления с человеком; методы и алгоритмы принятия проектных решений. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: закономерностей, методов и алгоритмов проектирования автоматических и автоматизированных систем управления; классификацию и основные виды проектных процедур; технологию поиска оптимальных проектных решений; правила построения маршрутов проектирования; специфику проектирования систем управления с человеком; методы и алгоритмы принятия проектных решений. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: закономерностей, методов и алгоритмов проектирования автоматических и автоматизированных систем управления; классификацию и основные виды проектных процедур; технологию поиска оптимальных проектных решений; правила построения маршрутов проектирования; специфику проектирования систем управления с человеком; методы и алгоритмы принятия проектных решений; свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: - осуществлять предпроектные исследования, включающие патентный поиск аналогов и прототипа проектируемого объекта, уточнять цели проекта; - проводить	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет - осуществлять предпроектные исследования, включающие патентный поиск аналогов и прототипа проектируемого	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: - осуществлять предпроектные исследования, включающие патентный поиск аналогов и	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: - осуществлять предпроектные исследования, включающие патентный поиск аналогов и	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: - осуществлять предпроектные исследования, включающие патентный поиск аналогов и

предварительную технико-экономическую экспертизу для оценки окупаемости проекта; - применять методы и алгоритмы анализа и синтеза при проектировании; - составлять, моделировать и оптимизировать структурные схемы систем; - участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее	объекта, уточнять цели проекта; - проводить предварительную технико-экономическую экспертизу для оценки окупаемости проекта; - применять методы и алгоритмы анализа и синтеза при проектировании; - составлять, моделировать и оптимизировать структурные схемы систем; - участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления	прототипа проектируемого объекта, уточнять цели проекта; - проводить предварительную технико-экономическую экспертизу для оценки окупаемости проекта; - применять методы и алгоритмы анализа и синтеза при проектировании; - составлять, моделировать и оптимизировать структурные схемы систем; - участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики,	прототипа проектируемого объекта, уточнять цели проекта; - проводить предварительную технико-экономическую экспертизу для оценки окупаемости проекта; - применять методы и алгоритмы анализа и синтеза при проектировании; - составлять, моделировать и оптимизировать структурные схемы систем; - участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики,	прототипа проектируемого объекта, уточнять цели проекта; - проводить предварительную технико-экономическую экспертизу для оценки окупаемости проекта; - применять методы и алгоритмы анализа и синтеза при проектировании; - составлять, моделировать и оптимизировать структурные схемы систем; - участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики,

качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования.	процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования.	испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: - навыками практического освоения и совершенствования методов и технологий проектирования автоматизированных и автоматических систем управления; - навыками использования современных средств автоматизированного проектирования; - навыками применения алгоритмов параметрической оптимизации; - навыками изготовления чертежей деталей конструкций проектируемых систем; - навыками осуществления расчетов и проектирования	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками практического освоения и совершенствования методов и технологий проектирования автоматизированных и автоматических систем управления, навыками использования современных средств автоматизированного проектирования; навыками применения алгоритмов параметрической оптимизации; навыками изготовления чертежей деталей конструкций проектируемых систем; навыками	Обучающийся в недостаточной степени владеет навыками практического освоения и совершенствования методов и технологий проектирования автоматизированных и автоматических систем управления, навыками использования современных средств автоматизированного проектирования; навыками применения алгоритмов параметрической оптимизации; навыками изготовления чертежей деталей конструкций; навыками осуществления расчетов и	Обучающийся частично владеет навыками практического освоения и совершенствования методов и технологий проектирования автоматизированных и автоматических систем управления, навыками использования современных средств автоматизированного проектирования; навыками применения алгоритмов параметрической оптимизации; навыками изготовления чертежей деталей конструкций; навыками осуществления расчетов и проектирования	Обучающийся в полном объеме владеет навыками практического освоения и совершенствования методов и технологий проектирования автоматизированных и автоматических систем управления, навыками использования современных средств автоматизированного проектирования; навыками применения алгоритмов параметрической оптимизации; навыками изготовления чертежей деталей конструкций; навыками осуществления расчетов и проектирования

отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием.	осуществления расчетов и проектирования отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием.	проектирования отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием. Обучающийся свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Проектирование систем управления» (выполнили лабораторные работы, прошли промежуточный контроль в виде компьютерного тестирования).

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю), методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Проектирование систем управления» (прошли промежуточный контроль, выполнили лабораторные работы, выполнили и защитили курсовой проект, прошли итоговое компьютерное тестирование).

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонд оценочных средств представлен в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2009. – 430 с. (Серия «Информатика в техническом университете»), ISBN 978-5-7038-3275-2.
2. Кириличев Б.В. Проектирование автоматизированных систем: учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы. – М.: МГИУ, 2013. – 84 с. ISBN 978-5-2760-2125-6.

б) дополнительная литература:

1. Емельянов В.В., Курейчик В.М., Курейчик В.В. Теория и практика эволюционного моделирования. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 432 с. – ISBN 5-9221-0337-7.
2. Кириличев Б.В. Конспект лекций по дисциплине «Проектирование автоматизированных систем». – М.: МГИУ, 2012. – 90 с. (эл.)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://lib.mami.ru/ebooks/ в разделе «Библиотека».

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерные классы кафедры «Автоматика и управление»: ауд. 2614ав, 2507ав.

Оборудование и аппаратура: проектор, ноутбук, материалы для лекций, практических и лабораторных работ, выполнения курсового проекта в электронном виде.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов автоматизации управления жизненным циклом изделия, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;

- подготовка к лабораторным работам;
- выполнение домашних заданий по закреплению тем;
- составление и оформление докладов по отдельным темам программы.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

Вопросы, выносимые на самостоятельную работу (ПК-3)

Семестр 7

- Примеры аспектов и иерархических уровней проектирования систем.
- Примеры проектных параметров: внешних, внутренних и выходных.
- Специфика автоматизированных систем управления. Основные принципы технологии проектирования АСУ.
- Решение уравнения теплопроводности для металлического стержня.
- Метод конечных разностей. Построение шаблонов для заданных конечно-разностных операторов.
- Метод конечных элементов. Применение метода наименьших квадратов для решения уравнения невязок.
- Решение задачи одномерной параметрической оптимизации методом полиномиальной аппроксимации.
- Определение необходимого количества шагов поиска по алгоритмам дихотомии, золотого сечения и чисел Фибоначчи.
- Решение задачи многомерной параметрической оптимизации с ограничениями типа равенств методом Лагранжа.
- Решение задачи на применение метода Монте-Карло (определение минимального количества испытаний, необходимого для обнаружения точки экстремума).
- Программный пакет AutoCAD. Структура, основные характеристики, возможности и области применения.

Семестр 8

- Количественная оценка мощности множеств альтернатив при описании проблемы принятия решений на языке бинарных отношений и на языке функций выбора.
- Элементарные свойства бинарных отношений. Примеры свойств.
- Парадоксы голосования при групповом принятии решений.
- Примеры ограничений на функции выбора в виде аксиом наследования, согласия, отбрасывания, предпочтения, сумматорности, монотонности, мультипликаторности.
- Примеры применения сочетания аксиом для формирования правил выбора.

- Решение задачи на применение правила колеса рулетки при использовании генетических алгоритмов для поиска оптимума в пространстве внутренних проектных параметров.

- Классификация генетических алгоритмов.

- Генетика: история возникновения и развития. Модели эволюции. Дарвинизм, ламаркизм, телеология Аристотеля, сальтационизм (эволюция катастроф), синтетическая модель и обобщенная модель эволюции Карла Поппера.

- Использование генетических моделей и алгоритмов при проектировании.

- Программный пакет Solid Works. Структура, основные характеристики, возможности и области применения.

- Программный пакет SimInTech. Структура, основные характеристики, возможности и области применения.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основное внимание при преподавании дисциплины «Проектирование систем управления» следует уделять изучению методов и алгоритмов процедур анализа и синтеза автоматических и автоматизированных систем управления, в том числе методов параметрической и структурной оптимизации, а также методов принятия обоснованных проектных решений, включая эволюционные методы, в частности, генетические алгоритмы. Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, тексты лекций с иллюстрациями и анимацией, информационные ресурсы Интернета;

- справочные материалы и нормативно-техническая документация.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»**, образовательная программа (профиль) **«Роботы и робототехнические устройства»**.

Приложение 2
к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
ОП (профиль): «Роботы и робототехнические устройства»
Форма обучения: очная
Вид профессиональной деятельности:
производственно-технологическая, организационно-управленческая

Кафедра «Автоматика и управление»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Проектирование систем управления

Состав:
1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:
вариант экзаменационного билета
перечень вопросов для зачета
образцы вопросов из фонда тестовых заданий
перечень вопросов для экзамена
перечень лабораторных работ
перечень практических занятий

Составитель:

доцент, к.т.н. Кириличев Б.В.

Москва, 2022 год

Проектирование систем управления					
Компетенции		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
Индекс	**Формулировка**				
ПК-3	ПК-3. Способен осуществлять подготовку к выпуску проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами	**Знать:** - классификацию и основные виды проектных процедур; - технологию поиска оптимальных проектных решений; - правила построения маршрутов проектирования; - специфику проектирования систем управления с человеком; - методы и алгоритмы принятия проектных решений. **Уметь:** - осуществлять предпроектные исследования, включающие патентный поиск аналогов и прототипа проектируемого объекта, уточнять цели проекта; - проводить предварительную технико-экономическую экспертизу для оценки окупаемости проекта; - применять методы и алгоритмы анализа и синтеза при	лекции, самостоятельная работа, семинары и практические занятия	ДС, Т, УО, Пр, ЛР	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе изучения дисциплины; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении

		проектировании; - составлять, моделировать и оптимизировать структурные схемы систем; - участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом			

		продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования. **Владеть:** - навыками по применению алгоритмов параметрической оптимизации, принятию обоснованных проектных решений; - современными информационными технологиями, методами и средствами проектирования; - навыками по осуществлению расчетов и проектирования отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием.			

Перечень оценочных средств по дисциплине

«Проектирование систем управления»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Доклад, сообщение (ДС)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений
2	Устный опрос/ собеседование (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
3	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
4	Презентация (ПР)	Представление студентом наработанной информации по заданной тематике в виде набора слайдов и спецэффектов, подготовленных в выбранной программе	Темы презентаций
5	Лабораторные работы (ЛР)	Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов	Перечень лабораторных работ и их оснащение

Вариант экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения, кафедра «Автоматика и управление»
Дисциплина «Проектирование систем управления»
Образовательная программа 15.03.04
Автоматизация технологических процессов и производств,
ОП Роботизированные комплексы
Курс 4, семестр 8

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №7

1. Описание проблемы принятия проектных решений на критериальном языке.
2. Простой генетический алгоритм. Основные термины и операции.
3. Групповой выбор и парадоксы голосования.
4. Задача.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры «Автоматика и управление» Протокол № от “__” _____ 2022 г. Зав. кафедрой к.т.н., доцент Кузнецов А.В.

Перечень вопросов к зачету

Текст вопроса	**Код компетенции**
Системный подход к проектированию сложных систем	ПК-3
Теория систем, системный анализ, системотехника и их взаимосвязь	ПК-3
Общие черты и различия структурного, блочно-иерархического и объектно-ориентированного системных подходов к проектированию	ПК-3
Стили проектирования	ПК-3
Определение процесса проектирования, объекты инженерного проектирования	ПК-3
Определение САПР, направления автоматизации проектирования	ПК-3
Содержание процесса проектирования	ПК-3
Виды параметров проектируемых систем. Примеры	ПК-3
Содержание ТЗ на проектирование	ПК-3
Условия работоспособности	ПК-3
Структурирование процесса проектирования во времени	ПК-3
Стадии проектирования.	ПК-3

Этапы проектирования, проектные решения, процедуры и операции	ПК-3
Принципы построения маршрутов проектирования	ПК-3
Примеры маршрутов проектирования	ПК-3
Структура процесса проектирования: аспекты	ПК-3
Структура процесса проектирования: иерархические уровни	ПК-3
Типы иерархий многоуровневых иерархических систем	ПК-3
Общие черты многоуровневых иерархических систем	ПК-3
Классификация проектных процедур	ПК-3
Процедуры анализа и синтеза	ПК-3
Верификация, статистический анализ, анализ чувствительности	ПК-3
Одновариантный и многовариантный анализ	ПК-3
Процедуры синтеза. Идентификация моделей, оптимизация параметров	ПК-3
Цели и задачи автоматизированного проектирования	ПК-3
Процесс проектирования как процесс управления	ПК-3
Состав и структура САПР. Виды обеспечения и подсистемы	ПК-3
Системная среда САПР	ПК-3
Классификация САПР	ПК-3
Комплексные автоматизированные системы	ПК-3
Особенности проектирования систем управления	ПК-3
Методы анализа на микроуровне проектирования	ПК-3
Модели систем с распределенными параметрами на микроуровне проектирования	ПК-3
Сеточные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных	ПК-3
Метод конечных разностей (МКР)	ПК-3
Метод конечных элементов (МКЭ)	ПК-3
Методы определения коэффициентов в системах уравнений невязок	ПК-3
Метод коллокаций	ПК-3
Метод наименьших квадратов	ПК-3
Метод Галеркина	ПК-3
Детерминированная постановка задач параметрической оптимизации	ПК-3
Классификация методов параметрической оптимизации	ПК-3
Характеристики поисковых методов параметрической оптимизации	ПК-3
Методы одномерной оптимизации	ПК-3
Метод дихотомического деления	ПК-3
Метод золотого сечения	ПК-3
Метод чисел Фибоначчи	ПК-3
Метод полиномиальной аппроксимации	ПК-3
Многомерные поисковые методы нулевого порядка	ПК-3
Метод покоординатного спуска	ПК-3
Метод Розенброка	ПК-3
Метод конфигураций	ПК-3
Метод деформируемого многогранника	ПК-3
Методы случайного поиска. Метод Монте-Карло	ПК-3
Многомерные поисковые методы первого порядка	ПК-3
Метод наискорейшего спуска	ПК-3
Метод сопряженных градиентов	ПК-3
Многомерные поисковые методы второго порядка	ПК-3
Метод Ньютона	ПК-3
Метод переменной метрики	ПК-3

Многомерные поисковые методы условной оптимизации	ПК-3
Метод множителей Лагранжа	ПК-3
Метод проекции градиента	ПК-3
Методы штрафных функций	ПК-3
Метод внутренней точки	ПК-3
Метод внешней точки	ПК-3

Образцы вопросов из фонда тестовых заданий (ПК-3)

№ п/п	Текст вопроса	Варианты ответов
1	Что входит в комплекс проектных работ?	Изготовление чертежей
		Экспериментальные исследования
		Расчеты
		Теоретические исследования
		Конструирование
		Составление пояснительной записки
		Все, перечисленное в других ответах
2	Какие действия предполагает системный подход?	Систематизацию правил анализа проектируемого объекта
		Сравнение разных систем между собой
		Многократный подход к изучению системы
		Выявление структуры системы, определение атрибутов, анализ влияния внешней среды
3	При функциональном проектировании сложных систем чаще всего применяется стиль:	Внутренний
		Восходящий
		Равномерный
		Внешний
		Нисходящий
4	Какая из указанных особенностей характерна для многоуровневых иерархических систем?	Увеличение цены ошибок при переходе к более высоким уровням
		Уменьшение цены ошибок при переходе к более высоким уровням
		Неизменность достоверности информации при переходе к другим уровням
		Сложность
		Управляемость
5	Как называется дисциплина, аналогичная теории систем, в которой исследуются сложные технические системы и их	Технические системы
		Кибернетика
		Системный анализ

	проектирование?	Системный подход
		Системотехника
6	Какая из указанных особенностей характерна для многоуровневых иерархических систем?	Скорость обновления информации на верхних уровнях больше, чем на нижних
		Полнота информации на нижних уровнях меньше, чем на верхних
		Чем выше уровень, тем выше иерархические свойства
		Скорость обновления информации на верхних уровнях меньше, чем на нижних
		Время обновления информации на верхних уровнях меньше, чем на нижних
7	При каких условиях может возникнуть конфликт в иерархической системе?	При совпадении подцелей
		При несовпадении подцелей
		При несоответствии целям других систем
		При отсутствии глобальной цели
8	Наличие в пределах одного иерархического уровня более одного решающего элемента может привести к:	Ошибке
		Потере управляемости
		Потере устойчивости
		Нарушению иерархичности
		Конфликту

Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование	Оснащение	Кол-во часов
7 семестр			
1	Лабораторная работа №1 «Знакомство с интерфейсом и меню пакета программ AutoCAD»	Программный комплекс AutoCAD	**2**
2	Лабораторная работа №2 «Команды чертежного инструмента пакета программ AutoCAD. Слои, цвета, типы линий. Режимы рисования (GRID, SNAP, ORTHO, POLAR, OSNAP)»	Программный комплекс AutoCAD	**2**
3	Лабораторная работа №3 «Построение и редактирование примитивов. Штриховка объектов. Простановка размеров. Создание текстов»	Программный комплекс AutoCAD	**2**
4	Лабораторная работа №4 «Создание чертежа детали в двухмерном пространстве»	Программный комплекс AutoCAD	**4**

5	Лабораторная работа №5 «Создание чертежа сборочного узла в двухмерном пространстве»	Программный комплекс AutoCAD	**4**
6	Лабораторная работа №6 «Печать чертежей»	Программный комплекс AutoCAD	**2**
7	Лабораторная работа №7 «Команды построения трехмерных примитивов. Элементы трехмерных моделей»	Программный комплекс AutoCAD	**4**
8	Лабораторная работа №8 «Тела и поверхности. Твердотельное моделирование объекта»	Программный комплекс AutoCAD	**4**
9	Лабораторная работа №9 «Автоматизированное создание изображений на чертеже на основе твердотельной модели»	Программный комплекс AutoCAD	**4**
10	Лабораторная работа №10 «Использование многотельности при создании 3D-модели детали в среде Solid Works»	Программный комплекс Solid Works	**4**
11	Лабораторная работа №11 «Создание сборочной 3D-модели из готовых деталей в среде Solid Works»	Программный комплекс Solid Works	**4**
		Итого часов в 6 семестре:	**36**

Перечень практических занятий

№ п/п	**Наименование**	**Оснащение**	**Кол-во часов**
8 семестр			
1	Практическое занятие №1 Представление множества альтернатив. Морфологические таблицы и альтернативные графы.		**2**
2	Практическое занятие №2 Анализ качества переходных процессов проектируемой САР.	Программный комплекс SimInTech (МВТУ 3.7)	**2**
3	Практическое занятие №3 Поиск альтернативы с заданными свойствами. Решение задач.		**2**
4	Практическое занятие №4 Определение количества возможных графов предпочтения. Решение задач.		**2**
5	Практическое занятие №5 Определение мощности множества функций выбора. Решение задач.		**2**
6	Практическое занятие №6 Примеры применения аксиом выбора при формировании правил.		**2**

7	Практическое занятие №7 Процедуры анализа. Анализ устойчивости, управляемости и наблюдаемости линейной многомерной САР.	Программный комплекс SimInTech (МВТУ 3.7)	**4**
8	Практическое занятие №8 Процедуры анализа. Анализ динамики линейных и линеаризованных САР, описываемых в переменных "вход – выход"	Программный комплекс SimInTech	**4**
9	Практическое занятие №9 Процедуры анализа. Анализ устойчивости и коррекция САР по частотным характеристикам и по полюсам	Программный комплекс SimInTech	**4**
10	Практическое занятие №10 Генетические алгоритмы. Решение задач.		**2**
11	Практическое занятие №11 Процедуры анализа. Анализ динамических систем, заданных в форме Коши и в переменных состояния.	Программный комплекс SimInTech	**2**
12	Практическое занятие №12 Процедуры синтеза. Оптимизация параметров системы автоматического регулирования.	Программный комплекс SimInTech	**2**
13	Практическое занятие №13 Процедуры синтеза. Синтез ПИД регулятора.	Программный комплекс SimInTech	**2**
14	Практическое занятие №14 Процедуры синтеза. Параметрическая оптимизация системы управления 3-го порядка.	Программный комплекс SimInTech (МВТУ 3.7)	**4**
		Итого часов в 7 семестре:	**36**

Перечень вопросов к экзамену

Текст вопроса	Код компетенции
Критерии оптимальности. Критериальный язык описания выбора	ПК-3
Выбор как максимизация критерия. Многокритериальная оптимизация	ПК-3
Сведение многокритериальной задачи к однокритериальной	ПК-3
Свертка критериев в суперкритерий. Аддитивный, мультипликативный, максиминный критерии	ПК-3
Разноважные критерии. Условная максимизация	ПК-3
Разноважные критерии. Метод уступок	ПК-3
Поиск альтернативы с заданными свойствами. Метод идеальной точки	ПК-3
Нахождение множества Парето	ПК-3
Описание выбора на языке бинарных отношений	ПК-3
Отношения эквивалентности, порядка и доминирования	ПК-3
Случай конечных множеств альтернатив. Граф предпочтений	ПК-3

Описание принятия решений на языке функций выбора	ПК-3
Преимущества и недостатки языка функций выбора	ПК-3
Аксиомы наследования, согласия, отбрасывания, Плотта и предпочтения	ПК-3
Аксиомы сумматорности, мультипликаторности и монотонности	ПК-3
Получение множества Парето с помощью аксиом выбора	ПК-3
Получение однокритериального выбора с помощью аксиом	ПК-3
Групповой выбор и парадоксы голосования	ПК-3
Постановка задач параметрического синтеза	ПК-3
Процедуры синтеза и их место в проектировании	ПК-3
Классификация процедур структурного синтеза	ПК-3
Формализация сведений о правилах и процедурах синтеза	ПК-3
Задача принятия решения (выбора)	ПК-3
Выбор как реализация цели	ПК-3
Множественность задач выбора	ПК-3
Представление множества альтернатив	ПК-3
Морфологические таблицы и альтернативные графы	ПК-3
Эволюционные методы	ПК-3
Простой генетический алгоритм. Основные термины и операции	ПК-3
Отбор родительских пар. Правило колеса рулетки	ПК-3
Кроссинговер, мутации, селекция	ПК-3
Разновидности генетических операторов	ПК-3
Модификации генетических алгоритмов	ПК-3
Переупорядочение. Эпистасис	ПК-3
Метод комбинирования эвристик	ПК-3
Использование генетических методов в проектировании. Формирование хромосом	ПК-3
Идеи применения знаний о живой природе для решения задач, возникающих перед искусственными системами, их развитие и примеры реализации	ПК-3
Эволюция как общий процесс развития естественных и искусственных систем	ПК-3
Эволюционные методы. Классификация. Основные термины	ПК-3
Эволюционные методы. Преимущества и недостатки	ПК-3
Эволюционное моделирование и его цели	ПК-3
Классификация эволюционных моделей	ПК-3
Этапы эволюции производственных систем	ПК-3
Этапы эволюции информационных систем	ПК-3

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Проектирование систем управления» по направлению 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» и профилю подготовки «Роботы и робототехнические устройства»

№ № п/п	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов				Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	ПЛР	СИ	Реф	КР	Э	З
Семестр 7														
1.1	**Введение**. Предмет, задачи и содержание дисциплины. Основные положения, понятия и определения. Объект проектирования. Процесс проектирования как процесс управления.	**7**	**1**	**2**			**4**							
1.2	Лабораторная работа №1 «Знакомство с интерфейсом и меню пакета программ AutoCAD»	**7**	**1**			**2**								
1.3	**Классификация систем управления.**	**7**	**2**	**2**			**4**							

	Технические системы. Организационно-технические системы. Автоматизированное проектирование. Классификация САПР.													
1.4	Лабораторная работа №2 «Команды чертежного инструмента пакета программ AutoCAD. Слои, цвета, типы линий. Режимы рисования (GRID, SNAP, ORTHO, POLAR, OSNAP)»	**7**	**2**			**2**								
1.5	**Структура процесса проектирования.** Системный подход. Схемотехника. Стили, аспекты, иерархические уровни проектирования. Стадии, этапы, процедуры проектирования.	**7**	**3**	**2**			**4**							
1.6	Лабораторная работа №3 «Построение и редактирование примитивов. Штриховка объектов. Простановка размеров. Создание текстов»	**7**	**3**			**2**								
1.7	**Структура процесса проектирования.** Проектные параметры: внешние, внутренние (управляемые) и выходные. Содержание процесса проектирования.	**7**	**4**	**2**			**4**							
1.8	Лабораторная работа №4 «Создание чертежа детали в двухмерном пространстве»	**7**	**4**			**2**								
1.9	**Структура процесса проектирования.** Процедуры анализа и синтеза. Классификация проектных процедур. Построение маршрутов проектирования. Условия работоспособности. Условия эксплуатации.	**7**	**5**	**2**			**4**							
1.10	Лабораторная работа №4 «Создание чертежа детали в двухмерном пространстве»	**7**	**5**			**2**								

	(окончание)													
1.11	**Процесс проектирования.** Содержание технического задания на проектирование. Классификация САПр. Средства обеспечения процесса проектирования.	**7**	**6**	**2**			**4**							
1.12	Лабораторная работа №5 «Создание чертежа сборочного узла в двухмерном пространстве»	**7**	**6**			**2**								
1.13	**Процедуры анализа.** Распределенные модели на микроуровне проектирования. Дифференциальные уравнения в частных производных. Уравнения математической физики с заданными краевыми условиями. Пример: уравнение теплопроводности.	**7**	**7**	**2**			**4**							
1.14	Лабораторная работа №5 «Создание чертежа сборочного узла в двухмерном пространстве» (окончание)	**7**	**7**			**2**								
1.15	**Процедуры анализа.** Градиент и дивергенция функции температуры стержня. Другие примеры распределенных моделей: уравнения диффузии частиц, непрерывности токов в полупроводниках, напряженности электрического поля (уравнение Пуассона).	**7**	**8**	**2**			**4**							
1.16	Лабораторная работа №6 «Печать чертежей»	**7**	**8**			**2**								
1.17	**Численные методы процедур анализа.** Сеточные методы. Метод конечных разностей. Шаблоны и узловые точки. Конечно-разностные операторы.	**7**	**9**	**2**			**4**							

1.18	Лабораторная работа №7 «Команды построения трехмерных примитивов. Элементы трехмерных моделей»	**7**	**9**			**2**								
1.19	**Метод конечных элементов.** Уравнения невязок. Решение с помощью метода коллокаций. Решение с помощью метода наименьших квадратов. Решение с помощью метода Галеркина.	**7**	**10**	**2**			**4**							
1.20	Лабораторная работа №7 «Команды построения трехмерных примитивов. Элементы трехмерных моделей» (окончание)	**7**	**10**			**2**								
1.21	**Процедуры синтеза.** Синтез корректирующих устройств САР. Синтез регуляторов.	**7**	**11**	**2**			**4**							
1.22	Лабораторная работа №8 «Тела и поверхности. Твердотельное моделирование объекта»	**7**	**11**			**2**								
1.23	**Параметрическая оптимизация.** Детерминированная постановка задачи. Классификация методов параметрической оптимизации. Методы поиска экстремума целевой функции и их характеристики. Направление и шаг поиска, нормирование, условие окончания поиска.	**7**	**12**	**2**			**4**							
1.24	Лабораторная работа №8 «Тела и поверхности. Твердотельное моделирование объекта» (окончание)	**7**	**12**			**2**								
1.25	**Параметрическая оптимизация.** Методы одномерной оптимизации: дихотомического деления, золотого сечения, чисел Фибоначчи, полиномиальной аппроксимации.	**7**	**13**	**2**			**4**							

1.26	Лабораторная работа №9 «Автоматизированное создание изображений на чертеже на основе твердотельной модели»	**7**	**13**			**2**								
1.27	**Многомерная параметрическая оптимизация.** Методы нулевого порядка. Покоординатный спуск (метод Гаусса–Зейделя), метод Розенброка, метод конфигураций. Метод деформируемого многогранника.	**7**	**14**	**2**			**4**							
1.28	Лабораторная работа №9 «Автоматизированное создание изображений на чертеже на основе твердотельной модели» (окончание)	**7**	**14**			**2**								
1.29	**Параметрическая оптимизация.** Градиентные методы. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных градиентов.	**7**	**15**	**2**			**4**							
1.30	Лабораторная работа №10 «Использование многотельности при создании 3D-модели детали в среде Solid Works»	**7**	**15**			**2**								
1.31	**Параметрическая оптимизация.** Методы второго порядка. Метод Ньютона.	**7**	**16**	**2**			**4**							
1.32	Лабораторная работа №10 «Использование многотельности при создании 3D-модели детали в среде Solid Works» (окончание)	**7**	**16**			**2**								
1.33	**Параметрическая оптимизация.** Условная оптимизация. Метод множителей Лагранжа. Методы штрафных функций. Методы внутренней и внешней точки. Метод проекции градиента.	**7**	**17**	**2**			**4**							
1.34	Лабораторная работа №11 «Создание сборочной 3D-модели из готовых деталей в среде Solid	**7**	**17**			**2**								

	Works»													
1.35	**Параметрическая оптимизация.** Беспоисковые методы. Метод Монте-Карло.	**7**	**18**	**2**			**2**							
1.36	Лабораторная работа №11 «Создание сборочной 3D-модели из готовых деталей в среде Solid Works» (окончание)	**7**	**18**			**2**								
	Форма аттестации													**З**
	Всего часов по дисциплине в седьмом семестре			**36**		**36**	**72**							
Семестр 8														
2.1	**Принятие проектных решений.** Задача принятия решений (выбора). Основные проблемы. Критерии предпочтения. Представление множества альтернатив. Описание задачи выбора на критериальном языке.	**8**	**1,2**	**2**			**12**					**4**		
2.2	Практическое занятие №1 Представление множества альтернатив. Морфологические таблицы и альтернативные графы.	**8**	**1**		**2**							**2**		
	Практическое занятие №2 Анализ качества переходных процессов проектируемой САР.	**8**	**2**		**2**							**2**		
2.3	**Принятие проектных решений.** Множественность задач выбора. Зависимость ситуации выбора от факторов: свойств множества альтернатив, количества и характера критериев, режима выбора, его последствий, вида ответственности за выбор и степени согласованности целей. Сведение многокритериальной задачи выбора к	**8**	**3,4**	**2**			**12**					**4**		

	однокритериальной.													
2.4	Практическое занятие №3 Поиск альтернативы с заданными свойствами. Решение задач.	**8**	**3**		**2**							**2**		
	Практическое занятие №4 Определение количества возможных графов предпочтения.	**8**	**4**		**2**							**2**		
2.7	**Методы решения проблемы выбора на критериальном языке.** Метод свертки критериев. Сведение многокритериальной задачи выбора к однокритериальной. Метод уступок. Условная максимизация. Метод идеальной точки. Множество Парето.	**8**	**5,6**	**2**			**12**					**4**		
	Практическое занятие №5 Определение мощности множества функций выбора. Решение задач.	**8**	**5**		**2**							**2**		
	Практическое занятие №6 Примеры применения аксиом выбора при формировании правил.	**8**	**6**		**2**							**2**		
2.10	**Описание задачи выбора на языке бинарных отношений.** Свойства бинарных отношений. Отношения эквивалентности, порядка и доминирования. Модель принятия решений на основе бинарных отношений. Граф предпочтений.	**8**	**7,8**	**2**			**12**					**4**		
	Практическое занятие №7 Процедуры анализа. Анализ устойчивости, управляемости и наблюдаемости линейной многомерной САР.	**8**	**7,8**		**4**							**4**		
2.13	**Описание задачи выбора на языке функций выбора.** Мощность множества функций выбора для *n* альтернатив. Ограничения на функции выбора. Аксиомы выбора. Применение аксиом для формирования правил выбора.	**8**	**9,10**	**2**			**12**					**4**		
2.9	Практическое занятие №8 Процедуры анализа. Анализ динамики линейных и линеаризованных	**8**	**9,10**		**4**							**4**		

	САР, описываемых в переменных "вход – выход"													
2.16	**Принятие решений.** Правила выбора. Групповой выбор. Парадоксы группового голосования.	**8**	**11,12**	**2**			**12**					**4**		
2.18	Практическое занятие №9 Процедуры анализа. Анализ устойчивости и коррекция САР по частотным характеристикам и по полюсам	**8**	**11,12**		**4**							**4**		
2.19	**Эволюционные методы в проектировании.** Классификация эволюционных методов. Генетические алгоритмы. Простой генетический алгоритм. Выбор родителей, кроссинговер, мутации, селекция.	**8**	**13,14**	**2**			**12**					**4**		
2.23	Практическое занятие №10 Генетические алгоритмы. Решение задач.	**8**	**13**		**2**							**2**		
2.20	Практическое занятие №11 Процедуры анализа. Анализ динамических систем, заданных в форме Коши и в переменных состояния.	**8**	**14**		**2**							**2**		
2.22	**Эволюционные методы в проектировании.** Разновидности генетических операторов. Эпистасис и переупорядочение. Формирование хромосом. Генетический метод комбинирования эвристик.	**8**	**15,16**	**2**			**12**					**4**		
	Практическое занятие №12 Процедуры синтеза. Оптимизация параметров системы автоматического регулирования.	**8**	**15**		**2**							**2**		
2.24	Практическое занятие №13 Процедуры синтеза. Синтез ПИД регулятора.	**8**	**16**		**2**							**2**		
2.25	**Эволюционные методы в проектировании.** Эволюция сложных систем. Модели эволюции. Классификация моделей эволюции естественных систем. Эволюция искусственных	**8**	**17,18**	**2**			**4**					**4**		

	систем. Процесс эволюции производственных систем. Процесс эволюции информационных систем.													
2.27	Практическое занятие №14 Процедуры синтеза. Параметрическая оптимизация системы управления 3-го порядка.	**8**	**17,18**		**4**							**4**		
	Форма аттестации													**Э**
	Всего часов по дисциплине в восьмом семестре			**18**	**36**		**90**					**72**		