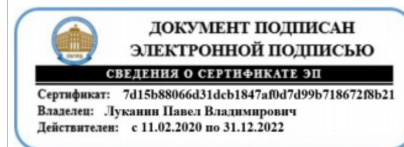


УТВЕРЖДАЮ
 Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.О.04 Математическое моделирование систем автоматического управления

Учебный план: ФГОС3++zm150404-12_22_13.plx

Кафедра: 1 Информационно-измерительных технологий и систем управления

Направление подготовки: 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 (специальность)

Профиль подготовки: Системы автоматизации и управления технологическими процессами
 (специализация)

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: заочная

План учебного процесса

| Семестр (курс для ЗАО) | | Контактная работа обучающихся | | | Сам. работа | Контроль, час. | Трудоё мкость, ЗЕТ | Форма промежуточной аттестации |
|---------------------------|-----|-------------------------------|-------------------|-----------------|----------------|-------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| | | Лекции | Практ. занятия | Лаб. занятия | | | | |
| 1 | УП | 4 | 4 | 4 | 92 | 4 | 3 | Курсовой проект, Зачет |
| | РПД | 4 | 4 | 4 | 92 | 4 | 3 | |
| Итого | УП | 4 | 4 | 4 | 92 | 4 | 3 | |
| | РПД | 4 | 4 | 4 | 92 | 4 | 3 | |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25.11.2020 г. № 1452

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Хардинов Е.В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой информационно-измерительных технологий и систем управления

Сидельников В.И.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сидельников В.И.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области подготовки студентов к самостоятельному построению математических моделей объектов и систем управления, разработке соответствующего алгоритмического и программного обеспечения, использованию моделей при разработке систем автоматического управления, закрепить знания по математике.

1.2 Задачи дисциплины:

- получение практических навыков получения моделей и их использования для исследования, проектирования и рациональной эксплуатации систем управления производственными процессами;
- усвоение будущими специалистами методики разработки математических моделей объектов и систем управления.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Идентификация моделей объектов автоматизации технологических процессов

Интегрированные системы управления жизненным циклом продукции

Информационно-измерительные системы и устройства

Современные проблемы автоматизации и управления

Хранение и защита компьютерной информации в АСУ

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| |
|---|
| ОПК-5: Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов; |
| Знать: методы анализа состояния систем автоматизации. Методы математического моделирования объектов автоматизации и средств автоматического управления ими. |
| Уметь: исследовать динамику объектов и систем. Составлять уравнения динамики объектов и систем и выбирать методы их решения. |
| Владеть: навыками применения аналитических подходов и численного моделирования к оценке функционирования систем автоматического управления. |
| ОПК-11: Способен разрабатывать современные методы исследования автоматизированного оборудования в машиностроении; |
| Знать: современные методы исследования объектов и средств их автоматизации |
| Уметь: разрабатывать методы исследования конкретных вариантов автоматизированного оборудования. |
| Владеть: навыками применения современных методов исследования автоматизированного оборудования к конкретным технологическим объектам. |

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий | Семестр (курс для ЗАО) | Контактная работа | | | СР (часы) | Инновац. формы занятий |
|---|------------------------------|-------------------|---------------|----------------|--------------|------------------------------|
| | | Лек. (часы) | Пр. (часы) | Лаб. (часы) | | |
| Раздел 1. Исследование объектов и систем с помощью математических моделей | 1 | | | | | |
| Тема 1. Методы математического моделирования. Основные принципы математического моделирования. Методы исследования математических моделей. Компьютерные технологии. Численные методы Лабораторная работа 1. Получение основных навыков работы в пакетах MathCad и TraceMode. | | 1 | 1 | 0,5 | 20 | |
| Тема 2. Прикладные пакеты математического моделирования. Общие сведения о прикладном программном обеспечении для математического моделирования. Принципы построения модели. прикладные пакеты математического моделирования. Лабораторная работа 2. Разработка интерфейса и программы моделирования технологического процесса. | | 1 | 1 | 0,5 | 20 | ГД |
| Раздел 2. Математические модели объектов и систем | | | | | | |
| Тема 3. Математические модели объектов технологических процессов с сосредоточенными параметрами. Математическая модель с сосредоточенными параметрами – это модель системы, поведение которой описывается обыкновенными дифференциальными уравнениями. Часто используется для описание динамики систем, состоящих из дискретных элементов. Лабораторная работа 3. Разработка интерфейса и программы моделирования одноконтурной системы управления. | | 1 | 1 | 1 | 22 | |

| | | | | | |
|--|-------|---|---|----|----|
| Тема 4. Математические модели объектов технологических процессов с распределенными параметрами. Математическая модель с распределенными параметрами – модель системы, описываемая дифференциальными уравнениями в частных производных. Математические модели с распределенными параметрами широко распространены в различных науках. Лабораторная работа 4. Разработка интерфейса и программы моделирования каскадной системы управления. Лабораторная работа 5. Разработка интерфейса и программы моделирования взаимосвязанной системы управления. | 1 | 1 | 2 | 30 | ГД |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО) | 4 | 4 | 4 | 92 | |
| Консультации и промежуточная аттестация (Курсовой проект, Зачет) | 0,25 | | | | |
| Всего контактная работа и СР по дисциплине | 12,25 | | | 92 | |

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Углубление и закрепление знаний по дисциплине «Математическое моделирование систем автоматического управления», полученных при изучении лекционного материала.

В рамках выполнения курсового проекта студенты должны в соответствии с заданием разработать алгоритм и программу моделирования и провести ее тестирование для оценки качества процесса регулирования, осуществить выбор параметров системы.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): Примерная тема курсового проекта: «Построение модели и математическое моделирование технологического процесса и системы управления заданными технологическими параметрами».

Конкретный вид технологических параметров и исходные данные о технологическом процессе, к которому относятся параметры, указываются в индивидуальном задании.

4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Курсовой проект должен содержать:

1. титульный лист;
2. задание;
3. содержание (оглавление);
4. введение;
5. основную часть, включающую описание технологического процесса и системы управления технологическими параметрами; параметры, необходимые для построения математической модели; оценку качества работы системы управления;
6. заключение (выводы о проделанной работе);
7. листинг программы;
8. экраны для тестирования программы;
9. список использованных источников.

На оценку "Отлично" курсовой проект должен быть выполнен своевременно и без ошибок, студент должен быть в состоянии объяснить представленное им в работе.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

| Код компетенции | Показатели оценивания результатов обучения | Наименование оценочного средства |
|-----------------|---|---|
| ОПК-5 | 1. Излагает базовые принципы построения математических моделей. 2. Пользуется терминологией и программным обеспечением. 3. Демонстрирует умение сформулировать математическую задачу. | 1. Вопросы устного собеседования. 2. Практико-ориентированное задание. |

| | | |
|--------|--|--|
| | | 3. Курсовой проект. |
| ОПК-11 | 1. Излагает базовые принципы работы типовых динамических звеньев. 2. Пользуется терминологией и литературой для получения модели объекта. 3. Демонстрирует умение настроить регулятор. | 1. Вопросы устного собеседования. 2. Практико-ориентированное задание. 3. Курсовой проект. |

5.1.2 Система и критерии оценивания

| Шкала оценивания | Критерии оценивания сформированности компетенций | |
|-------------------------|---|---|
| | Устное собеседование | Письменная работа |
| 5 (отлично) | Самостоятельно отвечает на все дополнительные вопросы, владеет терминологией. | Курсовой проект должен быть выполнен своевременно и без ошибок. Студент должен быть в состоянии внести предложенные преподавателем дополнения (изменения) в алгоритм работы или коэффициенты. |
| 4 (хорошо) | Отвечает на все дополнительные вопросы после небольшой помощи преподавателя и задаваемых им наводящих вопросов, владеет терминологией. | Курсовой проект содержит ошибки, которые студент смог исправить при небольшой помощи преподавателя. Студент не в состоянии внести предложенные преподавателем дополнения (изменения). |
| 3 (удовлетворительно) | Отвечает не менее чем на половину вопросов, для ответа требуется значительная помощь преподавателя, владеет большей частью терминологии. | Курсовой проект выполнен небрежно, но основные идеи просматриваются. |
| 2 (неудовлетворительно) | Отвечает менее чем на половину вопросов, не ориентируется в материале, путает темы и терминологию. | Курсовой проект не выполнен или выполнен не полностью. Проект выполнен с ошибками, которые студент не в состоянии исправить. |
| Зачтено | Отвечает на все дополнительные вопросы (возможно после небольшой помощи преподавателя и задаваемых им наводящих вопросов), владеет терминологией. | Все работы выполнены и защищены в срок. Вопросы раскрыты полностью, студент в состоянии осуществить пояснения и уточнения по заданным преподавателем дополнительным вопросам. |
| Не зачтено | Отвечает менее чем на половину вопросов, не ориентируется в материале, путает темы и терминологию. | Работы не выполнены или не защищены в срок. Вопросы не раскрыты; студент не в состоянии осуществить пояснения и уточнения по большей части заданных преподавателем дополнительных вопросов. |

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

| № п/п | Формулировки вопросов |
|--------|--|
| Курс 1 | |
| 1 | Типовые динамические звенья. Использование их в качестве моделей объекта регулирования |
| 2 | ПИД-регулятор. Структура ПИД-регулятора. Коэффициенты ПИД-регулятора. Варианты записи ПИД-регулятора |
| 3 | Получение коэффициентов объекта по разгонной кривой. Другие способы получения коэффициентов объекта |
| 4 | Переходный процесс системы регулирования. Оценка качества переходного процесса |
| 5 | Устойчивость системы регулирования. Графики системы находящейся в области устойчивости, на границе устойчивости, за границей устойчивости. |
| 6 | Устойчивые системы регулирования. Сравнение графиков систем с различным положением внутри области устойчивости (с различным удалением от границы устойчивости) |
| 7 | Дискретные блокировки систем автоматического регулирования. Сброс ПИД-регулятора. Различные начальные значения регулятора в зависимости от режима работы (например "Зима/Лето") |
| 8 | Языки программирования CFC и ST. Структура программы. Объявление переменных. Комментарии. Примеры программ |
| 9 | Визуализация в CoDeSys. Элементы управления. Свойства элементов управления. Привязка элементов управления к программам и переменным. Управление видимостью элементов управления. |

| | |
|----|--|
| 10 | Контроллер СПК110. Модули для контроллера. Схема подключения модулей к контроллеру. Эмуляция работы реального контроллера. Виды эмуляции |
|----|--|

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрены.

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Составить таблицу входных и выходных переменных по выданной схеме для дальнейшего использования при написании программы.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная Письменная Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

На зачете не разрешается пользоваться конспектами и любыми гаджетами. Время на подготовку ответа - 15 минут.

Время на защиту курсового проекта 15 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

| Автор | Заглавие | Издательство | Год издания | Ссылка |
|--|--|---|-------------|---|
| 6.1.1 Основная учебная литература | | | | |
| сост., Бен, Смирнов, А. Э. | Математическое моделирование | Москва: Московский технический университет связи и информатики | 2015 | http://www.iprbookshop.ru/61739.html |
| Белов, П. С. | Математическое моделирование технологических процессов | Егорьевск: Егорьевский технологический институт (филиал) Московского государственного технологического университета «СТАНКИН» | 2016 | http://www.iprbookshop.ru/43395.html |
| Ашихмин, В. Н., Гитман, М. Б., Келлер, И. Э., Наймарк, О. Б., Столбов, В. Ю., Трусов, П. В., Фрик, П. Г. | Введение в математическое моделирование | Москва: Логос | 2016 | http://www.iprbookshop.ru/66414.html |
| Заварухин, С. Г. | Математическое моделирование химико-технологических процессов и аппаратов | Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет | 2017 | http://www.iprbookshop.ru/91236.html |
| Алексеев, Г. В., Холявин, И. И. | Численное экономико-математическое моделирование и оптимизация | Саратов: Вузовское образование | 2019 | http://www.iprbookshop.ru/79692.html |
| В.Н. Леонтьев | Моделирование систем автоматического управления [Текст]: учебно-методическое пособие | М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП | 2013 | http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/3.pdf |

| | | | | |
|--|---|--|------|---|
| В.Н. Леонтьев | Анализ систем автоматического управления [Текст]. Ч.1.: учебно-методическое пособие | М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП | 2014 | http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/5.pdf |
| Королев, В. Т., Ловцов, Д. А. | Математика и информатика. MATHCAD | Москва: Российский государственный университет правосудия | 2015 | http://www.iprbookshop.ru/45224.html |
| 6.1.2 Дополнительная учебная литература | | | | |
| Дуев, С. И., Шевчук, Л. Г. | Решение задач прикладной математики в системе MathCAD | Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет | 2012 | http://www.iprbookshop.ru/63986.html |
| В.Н. Леонтьев | Анализ систем автоматического управления [Текст]. Ч.2.: учебное пособие | М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП | 2014 | http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/6.pdf |
| Ахмадиев, Ф. Г., Гильфанов, Р. М. | Математическое моделирование и методы оптимизации | Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ | 2017 | http://www.iprbookshop.ru/73309.html |

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. Информатика и информационные технологии» [Электронный ресурс]. URL: http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.6

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

PTC Mathcad 15
Microsoft: Office Standard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition
MicrosoftOfficeProfessional 2013
MasterSCADA

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| Аудитория | Оснащение |
|----------------------|---|
| Компьютерный класс | Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду |
| Лекционная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска |