

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

КАФЕДРА АВТОМАТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИФТИС

Протокол № 1

от 26.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ЦИФРОВЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 15.03.04 Автоматизация технологических
процессов и производств

| Семестр | Трудоемкость, кред. | Общий объем курса, час. | Лекции, час. | Практич. занятия, час. | Лаборат. работы, час. | В форме практической подготовки/В СРС, час. | КСР, час. | Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП |
|---------|------------------------|----------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|--|-----------|--|
| 8 | 3 | 108 | 24 | 0 | 24 | 33 | 0 | Э |
| Итого | 3 | 108 | 24 | 0 | 24 | 0 | 33 | |

АННОТАЦИЯ

В рамках данного курса студентам предстоит познакомиться с реализацией типовых законов регулирования в разностных уравнениях. Познакомиться с компонентами программно-технических комплексов, а также познакомиться с особенностями работы со SCADA системами для реализации цифровых законов управления.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины (модуля) «Цифровые регуляторы» являются:

- получение начальных знаний по реализации типовых цифровых и аналоговых регуляторов;
- приобретение навыков настройки и эксплуатации типовых регуляторов в составе SCADA систем

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная дисциплина "Цифровые регуляторы" относится к профессиональному модулю дисциплин по выбору Б1-ПМ.ДВ4.2 и является логическим продолжением дисциплин («Теория автоматического управления», «Информационная техника»). Студент должен быть знаком с теорией автоматического управления, в объеме программ для технических Вузов.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--------------------------------|--|
|--------------------------------|--|

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

| Задача профессиональной деятельности (ЗПД) | Объект или область знания | Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта) | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции |
|--|--|---|---|
| научно-исследовательский | | | |
| Изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования | киберфизические информационно-измерительные системы, системы контроля и управления ядерно-физических установок и | ПК-3.1 [1] - Способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, | З-ПК-3.1[1] - знать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и |

| | | | |
|--|---|---|--|
| | <p>производств атомной отрасли</p> | <p>современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в области контроля, управления и защиты ядерно-физических объектов и производств</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p> | <p>информационные ресурсы в области контроля, управления и защиты ядерно-физических объектов и производств; У-ПК-3.1[1] - уметь использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в области контроля, управления и защиты ядерно-физических объектов и производств; В-ПК-3.1[1] - владеть современными компьютерными технологиями и методами использования информационных ресурсов в области контроля, управления и защиты ядерно-физических объектов и производств</p> |
| <p>Математическое моделирование физических, технологических процессов и алгоритмов контроля и управления, режимов эксплуатации ядерно-физических и физических установок, в том числе с использованием стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, а также с применением</p> | <p>киберфизические информационно-измерительные системы, системы контроля и управления ядерно-физических установок и производств атомной отрасли</p> | <p>ПК-3.2 [1] - Способен к теоретическому и экспериментальному исследованию технологических процессов и алгоритмов управления в области контроля, управления и защиты ядерно-физических объектов и производств на основе моделей</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p> | <p>З-ПК-3.2[1] - знать методы моделирования технологических и информационных процессов и процессов управления в киберфизических системах контроля и управления; У-ПК-3.2[1] - уметь разрабатывать физико-математические модели объекта контроля и управления и алгоритмы управления физическими и ядерно-</p> |

| | | | |
|--|---|--|--|
| <p>специально разрабатываемого программного обеспечения</p> | | | <p>физическими установками; В-ПК-3.2[1] - владеть современными информационными технологиями, программно-инструментальными средствами, инженерными пакетами САПР для проведения научных исследований и вычислительных экспериментов</p> |
| <p>проектно-конструкторский</p> | | | |
| <p>Проектирование электронных систем, киберфизических устройств, информационно-измерительных систем, систем управления и автоматизации и их структурных элементов, включая аппаратное и программное обеспечение, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования и современных информационных технологий, с учетом экологических требований и требований безопасной работы</p> | <p>киберфизические информационно-измерительные системы, системы контроля и управления ядерно-физических установок и производств атомной отрасли</p> | <p>ПК-3.5 [1] - способен разрабатывать аппаратуру систем контроля и управления, систем автоматизации ядерно-физических объектов и производств атомной отрасли на основе микропроцессорной техники</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p> | <p>З-ПК-3.5[1] - знать теоретические основы и практические подходы к конструированию электронной аппаратуры систем контроля и управления на основе микропроцессорной техники; У-ПК-3.5[1] - уметь составлять конструкторскую и эксплуатационную документацию; В-ПК-3.5[1] - владеть современными пакетами САПР при выполнении структурного, схемотехнического, технического и конструкторского проектирования, практическими навыками проектирования и конструирования электронной аппаратуры систем контроля и управления физическими установками, физическими и технологическими</p> |

| сервисно-эксплуатационный | | | процессами |
|--|--|---|---|
| Эксплуатация и обслуживание основного и вспомогательного оборудования, средств и систем автоматизации производства | киберфизические информационно-измерительные системы, системы контроля и управления ядерно-физических установок и производств атомной отрасли | ПК-3.7 [1] - Способен осуществлять техническую диагностику, метрологическое обеспечение, техническое обслуживание и ремонт аппаратуры, программно-технических средств киберфизических систем контроля и управления, ПТК систем автоматизации ядерных объектов и производств <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.033 | 3-ПК-3.7[1] - знать методы, средства и порядок выполнения регламентных работ по ТОиР программно-аппаратных средств и электронного оборудования ядерных объектов и производств; У-ПК-3.7[1] - уметь выполнять техническое обслуживание и ремонт электронного, электротехнического оборудования и программно-аппаратных средств информационно-управляющих систем ядерных объектов и производств; В-ПК-3.7[1] - владеть навыками диагностики, наладки и испытания электрооборудования и программно-аппаратных средств ядерных объектов и производств с использованием измерительных приборов |

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

| Направления/цели воспитания | Задачи воспитания (код) | Воспитательный потенциал дисциплин |
|-----------------------------|--|--|
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17) | 1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и |

| | | |
|------------------------------------|---|--|
| | | <p>внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.</p> |
| <p>Профессиональное воспитание</p> | <p>Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)</p> | <p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать |

| | | |
|--|--|---|
| | | различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий. |
|--|--|---|

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

| № п.п | Наименование раздела учебной дисциплины | Недели | Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час. | Обязат. текущий контроль (форма*, неделя) | Максимальный балл за раздел** | Аттестация раздела (форма*, неделя) | Индикаторы освоения компетенции |
|-------|---|--------|--|---|-------------------------------|-------------------------------------|--|
| | <i>8 Семестр</i> | | | | | | |
| 1 | Раздел 1 | 1-8 | 12/0/12 | | 25 | КИ-8 | 3-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1 |
| 2 | Раздел 2 | 9-15 | 12/0/12 | | 25 | КИ-15 | 3-ПК-3.2, У-ПК-3.2, В-ПК-3.2 |
| | <i>Итого за 8 Семестр</i> | | 24/0/24 | | 50 | | |
| | Контрольные мероприятия за 8 Семестр | | | | 50 | Э | 3-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1, 3-ПК-3.2, У- |

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|---|
| | | | | | | | ПК-3.2, В-ПК-3.2, 3-ПК-3.5, У-ПК-3.5, В-ПК-3.5, 3-ПК-3.7, У-ПК-3.7, В-ПК-3.7 |
|--|--|--|--|--|--|--|---|

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

| Обозначение | Полное наименование |
|-------------|---------------------|
| КИ | Контроль по итогам |
| Э | Экзамен |

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| Недели | Темы занятий / Содержание | Лек., час. | Пр./сем., час. | Лаб., час. |
|------------|---|------------------------|----------------|------------|
| | <i>8 Семестр</i> | 24 | 0 | 24 |
| 1-8 | Раздел 1 | 12 | 0 | 12 |
| 1 - 2 | Тема 1. Классификация регуляторов по их структуре и внешним возмущениям. Классические регуляторы. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 4 | 0 | 4 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 3 - 4 | Тема 2. Устойчивость регуляторов. SCADA системы | Всего аудиторных часов | | |
| | | 4 | 0 | 4 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 5 - 6 | Тема 3. Понятие OPC сервера. Структурная схема реализации типового регулятора на ПТК. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 2 | 0 | 2 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |

| | | | | |
|---------|---|------------------------|---|----|
| 7 - 8 | Тема 4. Релейные цифровые регуляторы. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 2 | 0 | 2 |
| | | Онлайн | | |
| 0 | 0 | 0 | | |
| 9-15 | Раздел 2 | 12 | 0 | 12 |
| 9 - 10 | Тема 5. Цифровые ПИД – регуляторы. Понятие ШИМ. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 4 | 0 | 4 |
| | | Онлайн | | |
| 0 | 0 | 0 | | |
| 11 - 12 | Тема 6. Регуляторы с выходом на пропорциональное исполнительное устройство. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 4 | 0 | 4 |
| | | Онлайн | | |
| 0 | 0 | 0 | | |
| 13 - 14 | Тема 7. Настройка цифровых регуляторов | Всего аудиторных часов | | |
| | | 2 | 0 | 2 |
| | | Онлайн | | |
| 0 | 0 | 0 | | |
| 15 | Тема 8. Регуляторы, применяемые на АЭС | Всего аудиторных часов | | |
| | | 2 | 0 | 2 |
| | | Онлайн | | |
| 0 | 0 | 0 | | |

Сокращенные наименования онлайн опций:

| Обозначение | Полное наименование |
|-------------|----------------------------------|
| ЭК | Электронный курс |
| ПМ | Полнотекстовый материал |
| ПЛ | Полнотекстовые лекции |
| ВМ | Видео-материалы |
| АМ | Аудио-материалы |
| Прз | Презентации |
| Т | Тесты |
| ЭСМ | Электронные справочные материалы |
| ИС | Интерактивный сайт |

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

| Недели | Темы занятий / Содержание |
|---------|--|
| | <i>8 Семестр</i> |
| 1 - 4 | Тема 1. Регуляторы с выходом на пропорциональный исполнительный элемент на базе ПТК. |
| 5 - 8 | Тема 2. Регуляторы с выходом на ШИМ на базе ПТК. |
| 9 - 12 | Тема 3. Реализация технологических блокировок |
| 13 - 15 | Тема 4. Создание человеко-машинных интерфейсов |

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Чтение лекций.
- Обсуждение контрольных вопросов при допуске к лабораторным занятиям.
- Проведение лабораторных работ с интерактивным участием студентов.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

| Компетенция | Индикаторы освоения | Аттестационное мероприятие (КП 1) |
|-------------|---------------------|-----------------------------------|
| ПК-3.1 | З-ПК-3.1 | Э, КИ-8 |
| | У-ПК-3.1 | Э, КИ-8 |
| | В-ПК-3.1 | Э, КИ-8 |
| ПК-3.2 | З-ПК-3.2 | Э, КИ-15 |
| | У-ПК-3.2 | Э, КИ-15 |
| | В-ПК-3.2 | Э, КИ-15 |
| ПК-3.5 | З-ПК-3.5 | Э |
| | У-ПК-3.5 | Э |
| | В-ПК-3.5 | Э |
| ПК-3.7 | З-ПК-3.7 | Э |
| | У-ПК-3.7 | Э |
| | В-ПК-3.7 | Э |

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

| Сумма баллов | Оценка по 4-ех балльной шкале | Оценка ECTS | Требования к уровню освоению учебной дисциплины |
|--------------|-------------------------------|-------------|---|
| 90-100 | 5 – «отлично» | А | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы. |
| 85-89 | 4 – «хорошо» | В | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает |
| 75-84 | | С | |

| | | | |
|---------|------------------------------|---|---|
| 70-74 | | D | материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос. |
| 65-69 | 3 – «удовлетворительно» | E | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала. |
| 60-64 | | | |
| Ниже 60 | 2 – «неудовлетворительно» | F | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ J43 Analog and Digital Circuits for Electronic Control System Applications: Using the TI MSP430 Microcontroller : , : Elsevier, 2005
2. 519 В58 Методы оптимизации и оптимального управления : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
3. ЭИ В58 Методы оптимизации и оптимального управления : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 519 В58 Оценки и доверительные интервалы : учеб. пособие для вузов, В. А. Власов, М.: МИФИ, 2006
2. 621.37 Г44 Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов, В. Г. Гетманов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
3. 681.5 Ж92 Цифровые автоматические системы. Основы анализа : учебное пособие, В. М. Журомский, Москва: МИФИ, 2010

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

1. Указания для прослушивания лекций.

Перед началом занятий внимательно ознакомьтесь с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

2. Указания для проведения лабораторных занятий.

Соблюдать требования техники безопасности, для чего прослушать необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы провести самостоятельно подготовку к работе, изучив основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работы.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться с преподавателем, не допуская по возможности неправильных действий.

Основные результаты экспериментов были зафиксировать в письменном виде.

При сдаче зачета по работе подготовить отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

3. Указания по выполнению самостоятельной работы

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы.

Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Указания для проведения лекций.

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемые в курсе. Дать перечень рекомендованной литературы и вновь появившихся литературных источников.

Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

Внимательно относиться к вопросам студентов и при необходимости давать дополнительные более подробные пояснения.

При чтении лекций преимущественное внимание следует уделять качественным вопросам, не следует увлекаться простыми математическими выкладками, оставляя их либо на студентов, либо отсылая студентов к литературным источникам и методическим пособиям.

В процессе лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Давать рекомендации студентам для подготовки к очередным семинарам.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

2. Указания для проведения лабораторных занятий.

Соблюдать требования техники безопасности, для чего сделать необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться со студентами, не допуская по возможности неправильных действий.

При приеме зачета по работе проверить отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов.

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Автор(ы):

Толоконский Андрей Олегович, к.т.н., доцент