

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра №32

«УТВЕРЖДАЮ»
Руководитель направления
проф., д.т.н., проф.
(должность, уч. степень, звание)
А.Л. Ронжин



(подпись)

«30» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Киберфизические системы в электроэнергетике»
(Название дисциплины)

Код направления	13.05.02
Наименование специальности	Специальные электромеханические системы
Наименование направленности	Электромеханические системы специальных устройств и изделий
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург – 2021 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

должность, уч. степень, звание

подпись, дата

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 32
«30» августа 2021 г, протокол № 1

Заведующий кафедрой № 32

д.т.н., проф.
(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

А.Л. Ронжин
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 13.05.02(01)

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

С.В. Солёный
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц., к.э.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

Г.С. Армашова-Тельник
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Киберфизические системы в электроэнергетике» является факультативной дисциплиной образовательной программы по специальности «13.05.02 «Специальные электромеханические системы» направленность «Электромеханические системы специальных устройств и изделий». Дисциплина реализуется кафедрой №32.

Дисциплина не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование общепрофессиональных компетенций:

ОПК-3 «способность профессиональной деятельности использовать языки, системы и инструментальные средства программирования».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с описанием компонентов киберфизического пространства, протоколы обмена данными, а также основы технологий межмашинного взаимодействия.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, самостоятельная работа.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является обучение студентов современным понятиям и подходам к представлению киберфизического пространства предприятия, протоколам обмена данными, а также существующими отраслевыми стандартами в сфере электроэнергетики.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

В результате освоения дисциплины обучающийся расширяет следующие компетенции: ОПК-3 «способность профессиональной деятельности использовать языки, системы и инструментальные средства программирования»:

знать – основные компоненты киберфизической системы предприятия;

уметь – проектировать архитектуру киберфизической системы;

владеть навыками – применения специализированного программного обеспечения для решения прикладных задач;

иметь опыт деятельности – расчета основных компонентов киберфизической системы.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- математика
- физика
- информатика
- программирование на языках высокого уровня

3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)	2/ 72	2/ 72
<i>Из них часов практической подготовки</i>		
<i>Аудиторные занятия, всего час.,</i>	17	17
<i>В том числе</i>		
лекции (Л), (час)	17	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		

лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)		
Самостоятельная работа , всего	55	55
Вид промежуточного контроля: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Зачет	Зачет

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Общие понятия киберфизической системы	1				5
Раздел 2. Общие вопросы проектирования как вида инженерной деятельности	1				5
Раздел 3. Разработка аппаратных средств сбора и представления данных в киберфизических системах	1				5
Раздел 4. Проектирование управляемых источников питания	2				5
Раздел 5. Радиочастотная идентификация RFID	2				5
Раздел 6. Беспроводные сенсорные сети WSN	2				5
Раздел 7. Синтез структурно-математических моделей систем контроля и управления объектами киберфизического пространства	2				5
Раздел 8. Проектирование цифровых систем управления объектами киберфизической системы	2				5
Раздел 9. Стандарты и протоколы передачи данных в киберфизической системе	2				5
Раздел 10. Технологии межмашинного взаимодействия	1				5
Раздел 11. Человеко-машинные интерфейсы	1				5

Итого в семестре:	17				55
Итого:	17	0	0	0	55

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1.	Раздел 1. Общие понятия киберфизической системы 1.1. История возникновения понятия киберфизической системы 1.2. Базовые принципы построения киберфизической системы 1.3. Стандартизация и архитектура киберфизических систем Проблемы внедрения и перспективы развития понятий киберфизических систем
2.	Раздел 2. Общие вопросы проектирования как вида инженерной деятельности 2.1. Концепция, стратегия и технологии CALS 2.2. Системный подход к проектированию 2.3. Основные методы и средства проектирования 2.4. Имитационное и макетное моделирование
3.	Раздел 3. Разработка аппаратных средств сбора и представления данных в киберфизических системах 3.1. Датчики состояния объектов киберфизического пространства 3.2. Общий алгоритм оптимального выбора датчиков внутренней информации 3.3. Средства ввода данных от оператора
4.	Раздел 4. Проектирование управляемых источников питания 4.1. Управляемые источники питания 4.2. Усилители входного сигнала с источником первичной энергии постоянного тока или напряжения 4.3. Управляемые источники питания на базе источников энергии с гармоническим сигналом 4.4. Выбор преобразователей для питания электрогидравлических и электропневматических двигателей
5.	Раздел 5. Радиочастотная идентификация RFID 5.1. Общие сведения о радиочастотной идентификации RFID 5.2. Метки RFID 5.3. Считывающие устройства RFID 5.4. Стандартизация технологий RFID
6.	Раздел 6. Беспроводные сенсорные сети WSN 6.1. Основные понятия и принципы сенсорных сетей 6.2. Базовая архитектура сенсорной сети 6.3. Узлы беспроводной сенсорной сети 6.4. Типы узлов беспроводной сенсорной сети 6.5. Проблемы реализации беспроводных сенсорных сетей
7.	Раздел 7. Синтез структурно-математических моделей систем контроля и управления объектами киберфизического пространства 7.1. Основные понятия теории математических моделей объектов 7.2. Методы и алгоритмы управления двигателями мехатронных устройств 7.3. Модели, методы и алгоритмы управления асинхронными двигателями 7.4. Управление синхронными двигателями

	7.5. Математические модели электроприводов
8.	Раздел 8. Проектирование цифровых систем управления объектами киберфизической системы 8.1. Понятие об устройстве цифрового управления мехатронной машины 8.2. Постановка задач обработки информации 8.3. Проработка архитектуры системы управления 8.4. Разработка аппаратной части устройства цифрового управления
9.	Раздел 9. Стандарты и протоколы передачи данных в киберфизической системе 9.1. Классификация технологий передачи данных в киберфизической системе 9.2. Стандарт IEEE Std 802.15.4 9.3. Стандарт ZigBee 9.4. Стандарт 6LoWPAN 9.5. Стандарты WirelessHART и ISA100.11a 9.6. Стандарт Z-Wave 9.7. Стандарт Bluetooth Low Energy 9.8. Семейство стандартов IEEE 802.11 9.9. Стандарт DECT ULE Протокол MQTT
10.	Раздел 10. Технологии межмашинного взаимодействия (M2M) 10.1. Общие принципы M2M 10.2. Стандартизация M2M 10.3. Коммуникации малого радиуса действия NFC 10.4. Промышленные сети для реализации M2M Современное состояние и перспективы применения M2M
11.	Раздел 11. Человеко-машинные интерфейсы 11.1. Общие подходы к проектированию человеко-машинных интерфейсов

4.3. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	-	-
Курсовое проектирование (КП, КР)	-	-
Расчетно-графические задания (РГЗ)	-	-
Выполнение реферата (Р)	-	-
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	-	-
Домашнее задание (ДЗ)	-	-
Контрольные работы заочников (КРЗ)	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	-	-
Всего:	55	55

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 6-11.

6. Перечень основной и дополнительной литературы

6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
УДК 004.738.5: 621.391	Интернет вещей: учебное пособие [текст] / А.В. Росляков, С.В. Ваняшин, А.Ю. Гребешков. – Самара: ПГУТИ, 2015. – 200 с.	

6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
ISBN 978-5-8114-1166-5	Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань» 2012. — 608 с.: ил. (+ CD) — (Учебники для вузов. Специальная литература).	

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
https://habrahabr.ru/company/gemaltorussia/blog/281619/	Интернет вещей (IoT) – вызовы новой реальности

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	21-18
2	Мультимедийная лекционная аудитория	21-21

10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов; Тесты.

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
	ОПК-3 «способность профессиональной деятельности использовать языки, системы и инструментальные средства программирования»
1	Информатика
1	Дискретная математика
2	Информатика
6	Прикладное программирование
7	Киберфизические системы в электроэнергетике
9	Компьютерные сети в специальных комплексах летательных

	аппаратов
9	Электромехатроника

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; - уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; - опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; - умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; - делает выводы и обобщения; - свободно владеет системой специализированных понятий.
$70 \leq K \leq 84$	«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и, по существу, излагает его, опираясь на знания основной литературы; - не допускает существенных неточностей; - увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; - аргументирует научные положения; - делает выводы и обобщения; - владеет системой специализированных понятий.
$55 \leq K \leq 69$	«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу, излагает его, опираясь на знания только основной литературы; - допускает несущественные ошибки и неточности; - испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; - слабо аргументирует научные положения; - затрудняется в формулировании выводов и обобщений; - частично владеет системой специализированных понятий.
$K \leq 54$	«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся не усвоил значительной части программного материала; - допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; - испытывает трудности в практическом применении знаний; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует выводов и обобщений.

10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
	Учебным планом не предусмотрено

2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
1.	Назовите основные компоненты архитектуры киберфизической системы
2.	Охарактеризуйте современное состояние и перспективы развития технологии RFID
3.	Перечислите основные проблемы реализации беспроводных сенсорных сетей
4.	Назовите общие принципы межмашинных коммуникаций (M2M)
5.	Приведите классификацию технологий передачи данных в киберфизических системах

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
	Учебным планом не предусмотрено

4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
1.	Основные технологии передачи данных в киберфизических системах
2.	Режимы работы беспроводных сенсорных сетей
3.	Жизненный цикл изделий
4.	Методы и алгоритмы управления электродвигателями
5.	Компоненты архитектуры системы управления объектом киберфизической системы

5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
1.	Расчет режима работы беспроводной сенсорной системы

2.	Расчет режима электропитания узлов беспроводной сенсорной системы от внешней среды
3.	Формирование математических моделей САУ устройствами киберфизического пространства
4.	Расчет адаптивной системы автоматического управления
5.	Моделирование работы двигателя с нагрузкой и оценка качества принятых проектных решений

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области проектирования киберфизических систем в электроэнергетике, проектировании эффективного человеко-машинного интерфейса, а также расчета систем управления объектами киберфизического пространства предприятия.

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально–деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходиться к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Проведение текущего контроля успеваемости осуществляется с помощью тестов, приведенных в таблице 18. Оценивание текущего контроля успеваемости оценивается по системе зачет/ не зачет. Положительный результат текущего контроля успеваемости дает студенту дополнительный балл при проведении промежуточной аттестации.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой