

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

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

О.Я. Солёная

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«17» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Киберфизические системы и технологии»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	13.04.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности	Цифровая энергетика
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Санкт-Петербург – 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

В.П. Кузьменко

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«17» февраля 2025 г, протокол № 5

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

Ст. преп.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Киберфизические системы и технологии» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Цифровая энергетика». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-2 «способен разрабатывать и обосновывать проектные решения в области профессиональной деятельности»

ПК-3 «способен применять технологии цифровых двойников для информационного моделирования объектов профессиональной деятельности.»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проектированием киберфизических систем в энергетической отрасли, внедрением в действующие объекты энергетики и использованием больших данных для анализа технических систем.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Формирование у обучающихся теоретических знаний и практических умений и навыков в области проектирования, моделирования и отладки киберфизических систем электроэнергетических объектов.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

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

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-2 способен разрабатывать и обосновывать проектные решения в области профессиональной деятельности	ПК-2.Д.3 использует программные продукты для расчета и проектирования объектов профессиональной деятельности
Профессиональные компетенции	ПК-3 способен применять технологии цифровых двойников для информационного моделирования объектов профессиональной деятельности.	ПК-3.Д.4 использует методы разработки оригинальных алгоритмов и программных решений с использованием современных технологий

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математические методы и модели в научных исследованиях»,
- «Машинное обучение и анализ данных»,
- «Цифровое проектирование»,
- «Интеллектуальные системы электроснабжения»,
- «Переходные процессы в электрических системах»,
- «Цифровая релейная защита и автоматика».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Производственная проектная практика»,
- «Производственная преддипломная практика»,
- «Написание ВКР».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№3
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	74	74
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 3					
Раздел 1. Базовые понятия киберфизических систем. Тема 1.1. Базовые понятия и основы киберфизических систем. Тема 1.2. Обобщенная схема киберфизической системы. Индустрия 4.0 и переход в индустрию 5.0. Тема 1.3. Программно-аппаратная часть киберфизических систем. Тема 1.4 Сферы применения киберфизических систем.	4		4		15

Раздел 2. Цифровые технологии в киберфизических системах. Тема 2.1. Промышленный интернет вещей и производственные киберфизические системы. Тема 2.2. Киберфизические системы поверки контрольно-измерительных устройств. Тема 2.3. Технологии компьютерного зрения в киберфизических системах. Тема 2.4. Проектирование промышленных киберфизических систем.	4		4		15
Раздел 3. Проектирование и моделирование киберфизических систем. Тема 3.1. Использование встраиваемых систем в киберфизических системах. Тема 3.2. Проектирование вычислительной компоненты киберфизической системы. Тема 3.3. Моделирование киберфизических систем	4		4		15
Раздел 4. Использование киберфизической системы при управлении электростанции. Тема 4.1. Киберфизическая система диагностики мониторинга и управления гибридной электростанцией. Тема 4.2. Выбор компонентов киберфизической системы управления гибридной электростанцией. Тема 4.3. Разработка управления киберфизической системы гибридной электростанции. Тема 4.4. Разработка человеко-машинного интерфейса киберфизической системы. Тема 4.5. Использование технологии виртуальной реальности в киберфизической системе управления гибридной электростанции	5		5		29
Итого в семестре:	17		17		74
Итого	17	0	17	0	74

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Базовые понятия и основы киберфизических систем. Обобщенная схема киберфизической системы. Индустрия 4.0 и переход в индустрию 5.0. Программно-аппаратная часть киберфизических систем. Сферы применения промышленных киберфизических систем.
2	Цифровые технологии в киберфизических системах. Промышленный интернет вещей и производственные киберфизические системы. Киберфизические системы поверки контрольно-измерительных устройств. Технологии компьютерного зрения в киберфизических системах. Проектирование промышленных киберфизических систем.
3	Проектирование и моделирование киберфизических систем. Использование

	встраиваемых систем в киберфизических системах. Проектирование вычислительной компоненты киберфизической системы. Моделирование киберфизических систем.
4	Использование киберфизической системы при управлении электростанции. Киберфизическая система диагностики мониторинга и управления гибридной электростанцией. Выбор компонентов киберфизической системы управления гибридной электростанцией. Разработка управления киберфизической системы гибридной электростанции. Разработка человеко-машинного интерфейса киберфизической системы. Использование технологии виртуальной реальности в киберфизической системе управления гибридной электростанции.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 3				
1	Разработка алгоритма управления киберфизической системой	4	4	1
2	Настройка человеко-машинного интерфейса киберфизической системы	4	4	2
3	Применение технологий компьютерного зрения в киберфизической системе	4	4	3
4	Изучение процессов настройки сенсоров, датчиков, исполнительных устройств и периферийного оборудования киберфизической системы управления гибридной электростанцией	5	5	4
Всего		17		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 3, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	45	45
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)	14	14
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	5	5
Всего:	74	74

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Электроэнергетический комплекс со сверхпроводниковым оборудованием: разработка, создание, исследование: монография / Авторы: М.В. Бураков, С.В. Солёный, С.С. Тимофеев, М.А. Турубанов, Д.В. Шишляков, В.Ф. Шишляков / под ред. В.Ф. Шишлякова, Ю.А. Антохиной. – СПб.: ГУАП, 2018. – 288 с.	25
	Современные технологии. Киберфизические системы: учебное пособие / Е.И. Громаков, А.А. Сидорова. – Томск, 2021. – 166 с.	
	Киберфизические системы методы высокоуровневого проектирования: учебное пособие / Я.Г. Горбачев, А.Е. Платунов, В.Ю. Пинкевич, М.В. Кольчурин. – Санкт-Петербург, 2022. – 51 с	
	Интеллектуальные информационные системы и методы искусственного интеллекта: учебник / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – Москва: ИНФРА-М, 2022. – 530 с.	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

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

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://www.elibrary.ru/	База методических пособий и научных статей
https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php	Электронная библиотека ГУАП

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	21-21
2	Мультимедийная лекционная аудитория	31-04
3	Компьютерный класс	31-04

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«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.
«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.
«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.
«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.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена	Код индикатора
1-18	1. Моделирование киберфизических систем. 2. Основные требования к построению киберфизических систем. 3. Перечислите программы способные осуществлять моделирование киберфизических систем. 4. Проблемы при проектировании вычислительной компоненты киберфизической системы.	ПК-2.Д.3

	<p>5. Что такое вычислительная компонента киберфизических система?</p> <p>6. Перечислите технологии, применяемые в киберфизических системах, приведите примеры.</p> <p>7. Что такое интеллектуальные технологии, и их использование в киберфизических системах?</p> <p>8. Приведите примеры применения киберфизической системы на производстве.</p> <p>9. Что такое промышленный интернет вещей?</p> <p>10. Использование интернета вещей в киберфизических системах.</p> <p>11. Что такое программно-информационная система?</p> <p>12. Применение программно-информационной системы в киберфизических системах.</p> <p>13. Назовите критерии оценки киберфизической системы.</p> <p>14. Перечислите этапы моделирования киберфизических систем.</p> <p>15. Перечислите сферы применения промышленных киберфизических систем.</p> <p>16. Приведите примеры применения киберфизических систем в Электроэнергетике.</p> <p>17. Перечислите особенности интеграции киберфизических систем в электроснабжение.</p> <p>18. Для чего в киберфизической системе необходимо учитывать систему безопасного доступа?</p>	
19-32	<p>19. Приведите примеры вредоносных атак на киберфизическую систему.</p> <p>20. Приведите примеры методов обеспечения безопасности киберфизической системы.</p> <p>21. Киберфизическая система управления гибридной электростанцией, устройство, принцип работы.</p> <p>22. Как киберфизическая система производит диагностику гибридной электростанцией?</p> <p>23. Перечислите компоненты киберфизической системы управления гибридной электростанции.</p> <p>24. Каким образом осуществляется мониторинг данных электростанции киберфизической системой.</p> <p>25. Алгоритм работы управления киберфизической системы гибридной электростанции.</p> <p>26. Что такое человеко-машинный интерфейс?</p> <p>27. Что такое человеко-машинный интерфейс киберфизической системы?</p> <p>28. Киберфизическая система управления электромеханических комплексов.</p> <p>29. Применение технологий виртуальной и дополненной реальности в построении киберфизической системы.</p> <p>30. Определение состояния элементов системы на основе данных с киберфизической системы.</p> <p>31. Синтез параметра оператора управления киберфизических систем различных классов.</p> <p>32. Настройка компонентов киберфизической системы управления</p>	ПК-3.Д.4

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.
Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

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

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
<p>1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</p>		
	<p><u>Какой принцип является основным для обеспечения работы киберфизической системы?</u></p> <p>а) Отказоустойчивость; б) Многозадачность; в) Пользовательский интерфейс; г) Графический дизайн.</p>	ПК-2.Д.3
	<p><u>Что является ключевым компонентом в киберфизической системе?</u></p> <p>А) Интерфейс пользователя; В) Графический дизайн; С) Встроенные сенсоры; D) Вычислительный аппарат.</p>	ПК-3.Д.4
<p>2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</p>		
	<p><u>Какие из следующих областей применения наиболее характерны для киберфизических систем?</u></p> <p>а) Умные города; б) Электронная коммерция; в) Социальные сети; г) Промышленная автоматизация.</p>	ПК-2.Д.3

	<p><u>Какие из следующих характеристик наиболее важны для киберфизических систем?</u></p> <p>а) Реальное время; б) Точность; с) Надежность; д) Ограниченная масштабируемость.</p>	ПК-3.Д.4
<p>3 туп. Задание закрытого типа на установление соответствия</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце</p>		
	<p><u>Сопоставьте компоненты киберфизической системы с их типами.</u></p> <p>1) Физические компоненты: 2) Программные компоненты: а) датчики, б) процессоры с) алгоритмы д) контроллеры е) программное обеспечение ф) исполнительные механизмы г) базы данных х) сети</p>	ПК-2.Д.3
	<p><u>Сопоставьте технологии с их применением в киберфизических системах.</u></p> <p>1) Сбор данных: 2) Анализ данных: а) Интернет вещей (IoT) б) датчики с) искусственный интеллект (AI) д) машинное обучение е) камеры ф) микрофоны г) большие данные х) облачные вычисления</p>	ПК-3.Д.4
<p>4 туп. Задание закрытого типа на установление последовательности</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p>		
	<p><u>Составьте правильную последовательность разработки киберфизической системы:</u></p> <p>а) Тестирование и валидация б) Проектирование системы с) Сбор требований д) Внедрение и интеграция е) Разработка прототипа</p>	ПК-2.Д.3
	<p><u>Составьте правильную последовательность разработки алгоритма машинного обучения для киберфизической системы:</u></p> <p>а) Обучение модели б) Сбор данных с) Предобработка данных</p>	ПК-3.Д.4

	d) Оценка модели е) Разработка модели	
5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом		
Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание		
	<u>Какие основные компоненты входят в состав киберфизической системы и как они взаимодействуют друг с другом?</u>	ПК-2.Д.3
	<u>Как искусственный интеллект и машинное обучение используются в киберфизических системах для анализа данных?</u>	ПК-3.Д.4

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В результате изучения дисциплины у обучающихся должны сформироваться теоретические знания и практические умения, и навыки в области проектирования, моделирования и отладки киберфизических систем электроэнергетических объектов.

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 обучающимися 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, приходить 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.

Структура предоставления лекционного материала:

- Базовые понятия киберфизических систем;
- Цифровые технологии в киберфизических системах;
- Проектирование и моделирование киберфизических систем;
- Использование киберфизической системы при управлении электростанции.

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

1. Приступать к работе можно только после ознакомления с рабочим местом.
2. Перед сборкой схем убедиться в том, что лабораторное оборудование отключено от источника питания.
3. Перед включением схемы убедиться в том, что вся включенная в схему коммутационная аппаратура (кнопки и др.) находится в исходном положении.
4. При включении и в процессе регулирования следить за показаниями основных измерительных приборов (цифровой осциллограф, мультиметр и др.) схемы.
5. В процессе работы не оставлять без присмотра рабочее место, которое находится под напряжением.
6. Не касаться неизолированных частей приборов и аппаратов, которые находятся под напряжением.
7. К лабораторным занятиям допускаются только те студенты, которые усвоили правила безопасности.

8. Лабораторные работы выполняются бригадой студентов в составе не менее двух человек.
9. Каждый студент должен подготовиться к лабораторной работе. При недостаточной подготовке студент не допускается к ее выполнению.
10. Собранная схема и написанная программа должна быть проверена преподавателем, который после проверки дает разрешение на проведение опытов.
11. Перед включением схемы студент, производящий данную операцию, должен предупредить членов своей бригады об этом фразой «Начинаем эксперимент».
12. После включения схемы без записи показаний приборов проверяется возможность выполнения лабораторной работы во всем заданном диапазоне изменения характеристик и показаний. Только после этого приступают к работе.
13. Результаты измерений по каждой характеристике должны быть проверены преподавателем.
14. Все переключения в схеме и ее окончательная разборка делается только с разрешения преподавателя. В случае неверности полученных данных работа переделывается.
15. После переключения схема должна быть проверена преподавателем.
16. В случае возникновения аварийной ситуации (появление дыма, запаха гари, несвойственных звуков, искры и др.) на рабочем месте необходимо немедленно отключить схему от напряжения и сообщить об этом событии преподавателю без любых изменений в схеме. Вместе с преподавателем надо найти причину аварии и устранить ее.
17. Студент должен бережно обращаться с предоставляемым ему оборудованием и компьютерной техникой, запрещается делать надписи мелом, карандашом или чернилами. Нельзя загромождать рабочее место приборами и аппаратами, которые не используются в лабораторной работе, оставлять на них книги, тетради и др. предметы.
18. К следующему занятию каждый студент должен составить отчет по предыдущей лабораторной работе в соответствии с установленной формой.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен содержать следующие обязательные разделы:

1. Титульный лист
2. Цель выполнения лабораторной работы
3. Принципиальные или функциональные схемы экспериментов
4. Результаты экспериментов в виде таблиц и графиков
5. Теоретические расчеты (при необходимости)
6. Выводы по лабораторной работе

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Оформление отчета по лабораторной работе должно соответствовать требованиям правилам оформления текстовых документов ГОСТ 7.32-2017, ГОСТ 2.105-2019 и нормативным документам ГУАП (new.guap.ru).

11.3. 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.

11.4. 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.

Для текущего контроля успеваемости используются комплекты тестовых заданий по темам. Тест состоит из 10-15 вопросов. Время выполнения 30 минут. Тест считается сданным, если выполнено не менее 70% заданий. Результаты текущего контроля сообщаются студентам непосредственно на следующем занятии.

Результаты текущего контроля успеваемости учитываются при проведении промежуточной аттестации. При непрохождении текущего контроля студенту ставится оценка «неудовлетворительно».

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости и проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в смешанной форме по вопросам, представленным в таблице 15, в виде подготовки и изложения развёрнутого ответа. Время на подготовку ответа - 90 минут.

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