

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Таныгин Максим Олегович

Должность: и.о. декана факультета фундаментальной и прикладной информатики

Дата подписания: 06.09.2024 19:12:45

Уникальный программный ключ:

65ab2aa0d384efe8480e6a4c688e0dbc475e411a

## Аннотация к рабочей программе

### дисциплины « Киберфизические системы и технологии »

#### 1. Цель дисциплины

Обучение студентов основным технологиям и принципам проектирования, управления жизненным циклом киберфизических систем, а также разработке программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования, с применением инструментальных средств и современных интеллектуальных технологий для решения профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.

#### 2. Задачи дисциплины

- изучение основ системной инженерии киберфизических систем;
- формирование у студентов знаний по основным технологиям инженерии киберфизических систем;
- овладение методиками проектирования киберфизических систем;
- изучение современных подходов к автоматизации и интеллектуализации процесса проектирования киберфизических систем.

#### 3. Индикаторы компетенций, формируемые в результате освоения дисциплины:

ОПК-1.2 – Решает нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественно-научных, социально-экономических и профессиональных знаний.

ОПК-1.3 – Реализует подходы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.

ОПК-2.1 – Применяет современные интеллектуальные технологии для решения профессиональных задач.

ОПК-2.2 – Обосновывает выбор современных интеллектуальных технологий и программной среды при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач.

ОПК-2.3 – Разрабатывает оригинальные программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач.

ОПК-6.1 – Разрабатывает аппаратные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий, виды, назначение, архитектуру, методы разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности.

ОПК-2ИИР.1 Адаптирует известные научные принципы и методы исследований с целью их практического применения.

ОПК-2ИИР.2 Решает профессиональные задачи на основе применения новых научных принципов и методов исследования.

ОПК-3ИИР.1 Применяет логические методы и приемы научного исследования, методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания и приемы работы с ними, основные особенности научного метода познания, программно-целевые методы решения научных проблем в профессиональной деятельности.

ОПК-3ИИР.2 Осуществляет методологическое обоснование научного исследования, создание и применение библиотек искусственного интеллекта.

ОПК-4ИИР.6 Использует инновационные подходы к проектированию информационных систем и систем искусственного интеллекта; принимает решения по информатизации предприятий в условиях неопределенности.

#### **4. Разделы дисциплины**

1. Основные технологии киберфизических систем. Цифровые тени и двойники.

2. Киберфизическая инженерия. Теория надежности системы и компонентов.

3. Технологии киберфизических систем. От проекта к реализации.

4. Технологии киберфизических систем. Интернет вещей.

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана факультета

фундаментальной и прикладной  
информатики.

*(наименование ф-та полностью)*



М.О. Таныгин

*(подпись, инициалы, фамилия)*

« 18 » 02 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Киберфизические системы и технологии

*(наименование дисциплины)*

ОПОП ВО 09.04.01 Информатика и вычислительная техника,

*(шифр с наименованием направления подготовки (специальности))*

программа «Киберфизические системы и искусственный интеллект»,

направленность (профиль) «Облачная и сетевая инфраструктура систем  
искусственного интеллекта»

*(наименование направленности (профиля) или специализации)*

форма обучения очная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника на основании учебного плана ОПОП ВО 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, программа «Киберфизические системы и искусственный интеллект», направленность (профиль) «Облачная и сетевая инфраструктура систем искусственного интеллекта», одобренного Ученым советом университета (протокол № 5 от 27.12.2021 г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, программа «Киберфизические системы и искусственный интеллект», направленность (профиль) «Облачная и сетевая инфраструктура систем искусственного интеллекта» на заседании кафедры вычислительной техники № 9 « 18 » от 20 22 г.  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой И.И.Ш И.Е. Чернецкая

Разработчик программы  
к.т.н., доцент В.С. Панищев  
(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)

Директор научной библиотеки В.Г. Макаровская

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, программа «Киберфизические системы и искусственный интеллект», направленность (профиль) «Облачная и сетевая инфраструктура систем искусственного интеллекта», одобренного Ученым советом университета протокол № 9 « 27 » от 20 23 г., на заседании кафедры ВТ протокол № 1 от 31.08.23.  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой И.И.Ш И.Е. Чернецкая

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, программа «Киберфизические системы и искусственный интеллект», направленность (профиль) «Облачная и сетевая инфраструктура систем искусственного интеллекта», одобренного Ученым советом университета протокол № 9 « 27 » от 20 24 г., на заседании кафедры ВТ протокол № 1 от 30.08.2024.  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой И.И.Ш

# **1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

## **1.1 Цель дисциплины**

Обучение студентов основным технологиям и принципам проектирования, управления жизненным циклом киберфизических систем, а также разработке программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования, с применением инструментальных средств и современных интеллектуальных технологий для решения профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.

## **1.2 Задачи дисциплины**

- изучение основ системной инженерии киберфизических систем;
- формирование у студентов знаний по основным технологиям инженерии киберфизических систем;
- овладение методиками проектирования киберфизических систем;
- изучение современных подходов к автоматизации и интеллектуализации процесса проектирования киберфизических систем.

## **1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
ОПК-1	Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;	ОПК-1.2 Решает нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний.	<p><b>Знать:</b> методы решения нестандартных профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний.</p> <p><b>Уметь:</b> применять на практике методы решения нестандартных профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний.</p> <p><b>Владеть:</b> применения инструментов и программного обеспечения решения нестандартных профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний</p>
		ОПК-1.3 Реализует подходы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.	<p><b>Знать:</b> подходы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</p> <p><b>Уметь:</b> применять различные модели и методы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.</p> <p><b>Владеть:</b> применения инструментов и программного обеспечения для проведения теоретических и экспериментальных исследований объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.</p>
ОПК-2	Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для ре-	ОПК-2.1 Применяет современные интеллектуальные технологии для решения профессиональных задач	<p><b>Знать:</b> интеллектуальные технологии, методы и подходы для решения профессиональных задач</p> <p><b>Уметь:</b> применять интеллектуальные технологии, методы и подходы для решения профессиональных задач.</p> <p><b>Владеть:</b> применения современных интеллектуальных технологий для решения профессиональных задач.</p>

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
	шения профессиональных задач	ОПК-2.2 Обосновывает выбор современных интеллектуальных технологий и программной среды при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач	<p><b>Знать:</b> варианты современных интеллектуальных технологий и программных сред применяемых при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач</p> <p><b>Уметь:</b> обосновывать выбор современных интеллектуальных технологий и программной среды при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач</p> <p><b>Владеть:</b> навыками интеграции современных интеллектуальных технологий и программных сред при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач</p>
		ОПК-2.3 Разрабатывает оригинальные программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач	<p><b>Знать:</b> варианты инструментальных средств для разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать оригинальные программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач</p> <p><b>Владеть:</b> навыками использования современных интеллектуальных технологий для разработки оригинальных программных средств для решения профессиональных задач</p>
ОПК-6	Способен разрабатывать компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования	ОПК-6.1 Разрабатывает аппаратные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий, виды, назначение, архитектуру, методы разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности	<p><b>Знать:</b> варианты аппаратные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий, виды, назначение, архитектуру, методы разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности.</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать аппаратные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий и применять, методы разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками использования современных технологий для проектирования и разработки аппаратных средств и платформ инфраструктуры информационных технологий, программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности</p>

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
ОПК-2ИИР	Способен адаптировать и применять на практике классические и новые научные принципы и методы исследований для решения задач в области создания и применения технологий и систем искусственного интеллекта и методы исследований	ОПК-2ИИР.1 Адаптирует известные научные принципы и методы исследований с целью их практического применения	<b>Знать:</b> известные научные принципы и методы исследований <b>Уметь:</b> адаптировать известные научные принципы и методы исследований <b>Владеть:</b> навыками практического применения известных научных принципов и методов исследований
		ОПК-2ИИР.2 Решает профессиональные задачи на основе применения новых научных принципов и методов исследования	<b>Знать:</b> особенности решения профессиональные задачи на основе применения новых научных принципов и методов исследования <b>Уметь:</b> разрабатывать, контролировать, оценивать и исследовать компоненты профессиональной деятельности; планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач <b>Владеть:</b> навыками практического применения новых научных принципов и методов исследования
ОПК-3ИИР	Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления системами искусственного интеллекта	ОПК-3ИИР.1 Применяет логические методы и приемы научного исследования, методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания и приемы работы с ними, основные особенности научного метода познания, программно-целевые методы решения научных проблем в профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> методы и приемы научного исследования, методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания <b>Уметь:</b> использовать основные особенности научного метода познания, программно-целевые методы решения научных проблем в профессиональной деятельности <b>Владеть:</b> навыками практического применения методов и приемов научного исследования
		ОПК-3ИИР.2 Осуществляет методологическое обоснование научного исследования, создание и применение библиотек искусственного интеллекта	<b>Знать:</b> методологические основы научного исследования <b>Уметь:</b> создавать библиотеки искусственного интеллекта <b>Владеть:</b> навыками практического применения библиотек искусственного интеллекта



Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
ОПК-4ИИР	Способен осуществлять эффективное управление проектами по разработке и внедрению систем искусственного интеллекта	ОПК-4ИИР.6 Использует инновационные подходы к проектированию информационных систем и систем искусственного интеллекта; принимает решения по информатизации предприятий в условиях неопределенности	<b>Знать:</b> инновационные подходы к проектированию информационных систем и систем искусственного интеллекта <b>Уметь:</b> принимать решения по информатизации предприятий в условиях неопределенности <b>Владеть:</b> навыками проектирования информационных систем и систем искусственного интеллекта

## 2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Киберфизические системы и технологии» входит в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы магистратуры 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, программа «Киберфизические системы и искусственный интеллект», направленность (профиль) «Облачная и сетевая инфраструктура систем искусственного интеллекта». Дисциплина изучается на 1 курсе в 2 семестре.

## 3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единиц (з.е.), академических 108 часов.

Таблица 3 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	33,15
в том числе:	
лекции	16
лабораторные занятия	16
практические занятия	не предусмотрено
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	38,85
Контроль (подготовка к экзамену)	36
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	1,15
в том числе:	

зачет	не предусмотрен
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	не предусмотрен
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	1,15

#### 4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	Основные технологии киберфизических систем. Цифровые тени и двойники	4я индустриальная революция. Умные цифровые фабрики, цифровые двойники и тени. Киберфизические системы и технологии.
2	Киберфизическая инженерия. Теория надежности системы и компонентов	Типы сред, варианты взаимодействия киберфизической системы со средой. Формализация киберфизических систем. Проактивное управление. Надежность технических систем. Понятие и типы отказов. Степени защиты технической системы. Предиктивная аналитика надежности технических и программных систем и компонентов. Методы повышения надежности
3	Технологии киберфизических систем. От проекта к реализации	Стадии и методы проектирования киберфизических систем. Моделирование киберфизических систем с использованием современных инструментальных средств
4	Технологии киберфизических систем. Интернет вещей	Технологии киберфизических систем. Облачные вычисления. Сервис-ориентированная архитектура. Мультиагентные системы. Средства и методы коммуникации. Технологии и платформы интернет вещей

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и ее методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля (по неделям семестра).	Компетенции
		Лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	Основные технологии киберфизических систем. Цифровые тени и двойники	4	1		У-1,2,3 МУ-1	К(4), ЗЛ	ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1
2	Киберфизическая инженерия. Теория надежности системы и компонентов	4	2		У-1,2,3, МУ-1	К(8), ЗЛ	ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-6.1
3	Технологии киберфизических систем. От проекта к реализации	4	3		У-1,2,3 МУ-1	К(12), ЗЛ	ОПК-2ИИР.1; ОПК-2ИИР.2
4	Технологии киберфизических систем. Интернет вещей	4	4		У-1,2,3 МУ-1	К(16), ЗЛ	ОПК-3ИИР.1; ОПК-3ИИР.2; ОПК-

							4ИИР.6
--	--	--	--	--	--	--	--------

У-і – учебная литература; МУ-і – методические указания; С – собеседование; К – контрольная работа, ЗЛ – защита лабораторной работы в виде собеседования

## 4.2 Лабораторные занятия и (или) практические занятия

### 4.2.1 Лабораторные занятия

Таблица 4.2.2 – Лабораторные занятия

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час.
1	Модернизация технической системы. Разработка проекта цифровой тени	4
2	Организация системы сбора и обработки данных о функционировании систем на базе микроконтроллеров и сенсоров.	4
3	Проектирование цифрового двойника системы. Проведение виртуальных испытаний в современных САПР	4
4	Построение архитектуры киберфизической системы (по задачам). Описание компонент системы, методов и технологий необходимых для реализации системы.	4
Итого		16

### 4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№ раздела (темы)	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	Основные технологии киберфизических систем. Цифровые тени и двойники	4-12	38,85
Итого			38,85

## 5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств, методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов, вопросов к экзамену, методических указаний к выполнению лабораторных работ и т.д.

*типографией университета:*

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

## 6 Образовательные технологии

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования общепрофессиональных компетенций обучающихся.

## 7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте		Киберфизические системы и технологии	Системы искусственного интеллекта
	Производственная практика (научно-исследовательская работа)		
ОПК-2 Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач	Учебная технологическая (проектно-технологическая) практика, Киберфизические системы и технологии, Машинное обучение и нейросетевые модели		
ОПК-6 Способен разрабатывать компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования;	Технологии программирования и инструментальные средства разработки систем искусственного интеллекта	Учебная технологическая (проектно-технологическая) практика, Киберфизические системы и технологии	Тестирование и оценка качества систем искусственного интеллекта, Мобильные и сетевые архитектуры комплексных систем искусственного интеллекта
	Междисциплинарный курсовой проект		
	Производственная практика (научно-исследовательская работа)		

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
ОПК-2ИИР Способен адаптировать и применять на практике классические и новые научные принципы и методы исследований для решения задач в области создания и применения технологий и систем искусственного интеллекта и методы исследований		Киберфизические системы и технологии	Философия и методология науки
	Производственная практика (научно-исследовательская работа)		
ОПК-3ИИР Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления системами искусственного интеллекта		Киберфизические системы и технологии, Учебная технологическая (проектно-технологическая) практика	Философия и методология науки
	Производственная практика (научно-исследовательская работа)		
ОПК-4ИИР Способен осуществлять эффективное управление проектами по разработке и внедрению систем искусственного интеллекта	Технологии программирования и инструментальные средства разработки систем искусственного интеллекта, Информационно-коммуникационные технологии	Учебная технологическая (проектно-технологическая) практика, Киберфизические системы и технологии	Управление проектами разработки систем искусственного интеллекта, Системы искусственного интеллекта, Мобильные и сетевые архитектуры комплексных систем искусственного интеллекта, Тестирование и оценка качества систем искусственного интеллекта
			Производственная практика (научно-исследовательская работа)
			Производственная практика (научно-исследовательская работа)
			Производственная практика (научно-исследовательская работа)

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции / этап (указывается название этапа из п. 7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Уровни сформированности компетенции		
		Пороговый (удовлетворительный)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)

Код компетенции / этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Уровни сформированности компетенции		
		Пороговый (удовлетворительный)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
ОПК-1 / основной	ОПК-1.2 Решает нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний.	<p><b>Знать:</b> методы решения нестандартных профессиональных задач</p> <p><b>Уметь:</b> применять на практике методы решения нестандартных профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде</p> <p><b>Владеть:</b> применения инструментов и программного обеспечения решения нестандартных профессиональных задач</p>	<p><b>Знать:</b> методы решения нестандартных профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</p> <p><b>Уметь:</b> применять на практике методы решения нестандартных профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</p> <p><b>Владеть:</b> применения инструментов и программного обеспечения решения нестандартных профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</p>	<p><b>Знать:</b> методы решения нестандартных профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний.</p> <p><b>Уметь:</b> применять на практике методы решения нестандартных профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний.</p> <p><b>Владеть:</b> применения инструментов и программного обеспечения решения нестандартных профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний</p>

Код компетенции / этап (указывается название этапа из п. 7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Уровни сформированности компетенции		
		Пороговый (удовлетворительный)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
ОПК-1.3	Реализует подходы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.	<p><b>Знать:</b> подходы теоретического исследования объектов профессиональной деятельности</p> <p><b>Уметь:</b> применять различные модели и методы теоретического исследования объектов профессиональной деятельности</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения инструментов для проведения теоретических исследований объектов профессиональной деятельности</p>	<p><b>Знать:</b> подходы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности</p> <p><b>Уметь:</b> применять различные модели и методы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения инструментов и программного обеспечения для проведения теоретических и экспериментальных исследований объектов профессиональной деятельности.</p>	<p><b>Знать:</b> подходы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</p> <p><b>Уметь:</b> применять различные модели и методы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения инструментов и программного обеспечения для проведения теоретических и экспериментальных исследований объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.</p>
ОПК-2 / основной	ОПК-2.1 Применяет современные интеллектуальные технологии для решения профессиональных задач	<p><b>Знать:</b> интеллектуальные технологии для решения профессиональных задач</p> <p><b>Уметь:</b> применять интеллектуальные технологии для решения профессиональных задач.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения современных интеллектуальных технологий для решения профессиональных задач на удовлетворительном уровне.</p>	<p><b>Знать:</b> интеллектуальные технологии, методы для решения профессиональных задач</p> <p><b>Уметь:</b> применять интеллектуальные технологии, методы для решения профессиональных задач.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения современных интеллектуальных технологий для решения профессиональных задач на продвинутом уровне.</p>	<p><b>Знать:</b> интеллектуальные технологии, методы и подходы для решения профессиональных задач</p> <p><b>Уметь:</b> применять интеллектуальные технологии, методы и подходы для решения профессиональных задач.</p> <p><b>Владеть:</b> применения современных интеллектуальных технологий для решения профессиональных задач на высоком уровне.</p>

Код компетенции / этап (указывается название этапа из п. 7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Уровни сформированности компетенции		
		Пороговый (удовлетворительный)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
	ОПК-2.2 Обосновывает выбор современных интеллектуальных технологий и программной среды при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач	<p><b>Знать:</b> варианты современных интеллектуальных технологий и программных сред применяемых при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач на пороговом уровне</p> <p><b>Уметь:</b> обосновывать выбор современных интеллектуальных технологий и программной среды при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач на пороговом уровне</p> <p><b>Владеть:</b> навыками интеграции современных интеллектуальных технологий и программных сред при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач на пороговом уровне</p>	<p><b>Знать:</b> варианты современных интеллектуальных технологий и программных сред применяемых при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач на продвинутом уровне</p> <p><b>Уметь:</b> обосновывать выбор современных интеллектуальных технологий и программной среды при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач на продвинутом уровне</p> <p><b>Владеть:</b> навыками интеграции современных интеллектуальных технологий и программных сред при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач на продвинутом уровне</p>	<p><b>Знать:</b> варианты современных интеллектуальных технологий и программных сред применяемых при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач на высоком уровне.</p> <p><b>Уметь:</b> обосновывать выбор современных интеллектуальных технологий и программной среды при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач на высоком уровне.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками интеграции современных интеллектуальных технологий и программных сред при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач на высоком уровне.</p>



Код компетенции / этап (указывается название этапа из п. 7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Уровни сформированности компетенции		
		Пороговый (удовлетворительный)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
ОПК-2.3	Разрабатывает оригинальные программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач	<p><b>Знать:</b> варианты инструментальных средств для разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач на пороговом уровне</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать оригинальные программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач на пороговом уровне</p> <p><b>Владеть:</b> навыками использования современных интеллектуальных технологий для разработки оригинальных программных средств для решения профессиональных задач на пороговом уровне</p>	<p><b>Знать:</b> варианты инструментальных средств для разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач на продвинутом уровне</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать оригинальные программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач на продвинутом уровне</p> <p><b>Владеть:</b> навыками использования современных интеллектуальных технологий для разработки оригинальных программных средств для решения профессиональных задач на продвинутом уровне</p>	<p><b>Знать:</b> варианты инструментальных средств для разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач на высоком уровне.</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать оригинальные программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач на высоком уровне.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками использования современных интеллектуальных технологий для разработки оригинальных программных средств для решения профессиональных задач на высоком уровне.</p>

Код компетенции / этап (указывается название этапа из п. 7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Уровни сформированности компетенции		
		Пороговый (удовлетворительный)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
ОПК-6 / основной	ОПК-6.1 Разрабатывает аппаратные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий, виды, назначение, архитектуру, методы разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности	<p><b>Знать:</b> варианты аппаратные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий, виды, назначение, архитектуру, методы разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности на пороговом уровне</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать аппаратные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий и применять, методы разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности на пороговом уровне</p> <p><b>Владеть:</b> навыками использования современных технологий для проектирования и разработки аппаратных средств и платформ инфраструктуры информационных технологий, программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности на пороговом уровне</p>	<p><b>Знать:</b> варианты аппаратные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий, виды, назначение, архитектуру, методы разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности. на продвинутом уровне</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать аппаратные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий и применять, методы разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности на продвинутом уровне.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками использования современных технологий для проектирования и разработки аппаратных средств и платформ инфраструктуры информационных технологий, программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности на продвинутом уровне</p>	<p><b>Знать:</b> варианты аппаратные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий, виды, назначение, архитектуру, методы разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности на высоком уровне.</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать аппаратные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий и применять, методы разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности на высоком уровне.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками использования современных технологий для проектирования и разработки аппаратных средств и платформ инфраструктуры информационных технологий, программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности на высоком уровне.</p>
ОПК-2ИИР / основной	ОПК-2ИИР.1 Адаптирует известные научные принципы и методы исследований с целью их практического применения	<p><b>Знать:</b> известные научные принципы и методы исследований на пороговом уровне</p> <p><b>Уметь:</b> адаптировать известные научные принципы и методы исследований на пороговом уровне</p> <p><b>Владеть:</b> навыками практического применения известных научных принципов и методов исследований на пороговом уровне</p>	<p><b>Знать:</b> известные научные принципы и методы исследований на продвинутом уровне</p> <p><b>Уметь:</b> адаптировать известные научные принципы и методы исследований на продвинутом уровне</p> <p><b>Владеть:</b> навыками практического применения известных научных принципов и методов исследований на продвинутом уровне</p>	<p><b>Знать:</b> известные научные принципы и методы исследований на высоком уровне.</p> <p><b>Уметь:</b> адаптировать известные научные принципы и методы исследований на высоком уровне.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками практического применения известных научных принципов и методов исследований на высоком уровне.</p>

Код компетенции / этап (указывается название этапа из п. 7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Уровни сформированности компетенции		
		Пороговый (удовлетворительный)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
ОПК-2ИИР	ОПК-2ИИР.2 Решает профессиональные задачи на основе применения новых научных принципов и методов исследования	<p><b>Знать:</b> особенности решения профессиональные задачи на основе применения новых научных принципов и методов исследования на пороговом уровне</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать, контролировать, оценивать и исследовать компоненты профессиональной деятельности; планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач на пороговом уровне</p> <p><b>Владеть:</b> навыками практического применения новых научных принципов и методов исследования</p>	<p><b>Знать:</b> особенности решения профессиональные задачи на основе применения новых научных принципов и методов исследования на продвинутом уровне</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать, контролировать, оценивать и исследовать компоненты профессиональной деятельности; планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач на продвинутом уровне</p> <p><b>Владеть:</b> навыками практического применения новых научных принципов и методов исследования на продвинутом уровне</p>	<p><b>Знать:</b> особенности решения профессиональные задачи на основе применения новых научных принципов и методов исследования на высоком уровне.</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать, контролировать, оценивать и исследовать компоненты профессиональной деятельности; планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач на высоком уровне.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками практического применения новых научных принципов и методов исследования на высоком уровне.</p>
ОПК-3ИИР / основной	ОПК-3ИИР.1 Применяет логические методы и приемы научного исследования, методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания и приемы работы с ними, основные особенности научного метода познания, программно-целевые методы решения научных проблем в профессиональной деятельности	<p><b>Знать:</b> методы и приемы научного исследования, методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания на пороговом уровне</p> <p><b>Уметь:</b> использовать основные особенности научного метода познания, программно-целевые методы решения научных проблем в профессиональной деятельности на пороговом уровне</p> <p><b>Владеть:</b> навыками практического применения методов и приемов научного исследования на пороговом уровне</p>	<p><b>Знать:</b> методы и приемы научного исследования, методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания на продвинутом уровне</p> <p><b>Уметь:</b> использовать основные особенности научного метода познания, программно-целевые методы решения научных проблем в профессиональной деятельности на продвинутом уровне</p> <p><b>Владеть:</b> навыками практического применения методов и приемов научного исследования на продвинутом уровне</p>	<p><b>Знать:</b> методы и приемы научного исследования, методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания на высоком уровне.</p> <p><b>Уметь:</b> использовать основные особенности научного метода познания, программно-целевые методы решения научных проблем в профессиональной деятельности на высоком уровне.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками практического применения методов и приемов научного исследования на высоком уровне.</p>

Код компетенции / этап (указывается название этапа из п. 7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Уровни сформированности компетенции		
		Пороговый (удовлетворительный)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
ОПК-3ИИР.2	Осуществляет методологическое обоснование научного исследования, создание и применение библиотек искусственного интеллекта	<b>Знать:</b> методологические основы научного исследования на пороговом уровне <b>Уметь:</b> создавать библиотеки искусственного интеллекта на пороговом уровне <b>Владеть:</b> навыками практического применения библиотек искусственного интеллекта на пороговом уровне	<b>Знать:</b> методологические основы научного исследования на продвинутом уровне <b>Уметь:</b> создавать библиотеки искусственного интеллекта на продвинутом уровне <b>Владеть:</b> навыками практического применения библиотек искусственного интеллекта на продвинутом уровне	<b>Знать:</b> методологические основы научного исследования на высоком уровне. <b>Уметь:</b> создавать библиотеки искусственного интеллекта на высоком уровне. <b>Владеть:</b> навыками практического применения библиотек искусственного интеллекта на высоком уровне.
ОПК-4ИИР / основной	ОПК-4ИИР.6 Использует инновационные подходы к проектированию информационных систем и систем искусственного интеллекта; принимает решения по информатизации предприятий в условиях неопределенности	<b>Знать:</b> инновационные подходы к проектированию информационных систем и систем искусственного интеллекта на пороговом уровне <b>Уметь:</b> принимать решения по информатизации предприятий в условиях неопределенности на пороговом уровне <b>Владеть:</b> навыками проектирования информационных систем и систем искусственного интеллекта на пороговом уровне	<b>Знать:</b> инновационные подходы к проектированию информационных систем и систем искусственного интеллекта на продвинутом уровне <b>Уметь:</b> принимать решения по информатизации предприятий в условиях неопределенности на продвинутом уровне <b>Владеть:</b> навыками проектирования информационных систем и систем искусственного интеллекта на продвинутом уровне	<b>Знать:</b> инновационные подходы к проектированию информационных систем и систем искусственного интеллекта на высоком уровне. <b>Уметь:</b> принимать решения по информатизации предприятий в условиях неопределенности на высоком уровне. <b>Владеть:</b> навыками проектирования информационных систем и систем искусственного интеллекта на высоком уровне.

### 7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				Наименование	№№ заданий	
1	Основные технологии киберфизических систем. Цифровые тени и двойники		Лекция, СРС	К, ВС, КВЗЛР	1-7	Согласно табл. 7.2

2	Киберфизическая инженерия. Теория надежности системы и компонентов		Лекция	К, ВС, КВЗЛР	1-7	Согласно табл.7.2
3	Технологии киберфизических систем. От проекта к реализации		Лекция	К, ВС, КВЗЛР	1-7	Согласно табл.7.2
4	Технологии киберфизических систем. Интернет вещей		Лекция	К, ВС, КВЗЛР	1-7	Согласно табл.7.2

ВС – вопросы для собеседования

КВЗЛР – контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

### Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

#### Темы контрольных работ

Контрольный срок сдачи – последний месяц семестра. Тема работы связана с анализом проектных решений.

Контрольная работа заключается в создании:

- 1) разработки проекта создания или модернизации технической системы с возможностью дистанционного мониторинга, управления и концепцией предиктивной аналитики критических параметров;
  - a) описание концепции разрабатываемой системы, ее назначение и принцип работы;
  - b) подбор и обоснование компонент системы;
  - c) создание принципиальной схемы управления на базе микроконтроллеров;
  - d) создание параметрической сборки технической системы с разработанной платой управления и построении ее цифрового двойника с учетом заданных материалов;
  - e) проведение оптимизации сборки, построение дерева вариантов оптимизированного изделия и повторный анализ,
- 2) формализация требований и описание программного обеспечения системы:
  - a) разработка диаграмм использования, интерфейсов взаимодействия и добавление средств мониторинга показателей системы и/или внешней среды;
  - b) описание алгоритмов и методов работы программного обеспечения;
  - c) приведение фрагментов кода программы с описанием и комментариями по результатам данных получаемых с сенсорных устройств, устройств ввода/вывода информации, а также актуаторов;
  - d) приведение результатов тестирования проекта системы на виртуальных стендах;
- 3) приложение для анализа показателей мониторинга:

- a) описание концепции приложения для анализа показателей мониторинга;
- b) описание массива считываемых данных;
- c) постановка задачи предиктивной аналитики и/или проактивного управления;
- d) описание методов решения.

Контрольная работа по предмету “Киберфизические системы” представляет собой законченную работу, включающую проектные решения и презентацию по реализованному проекту разработки киберфизической системы - ее цифрового двойника и цифровой тени, реализованного программного обеспечения. Позволяет оценить умения обучающихся для решения практических задач и проблем с помощью применения технологий современных инструментальных средств и методов, ориентироваться в информационном пространстве по данной тематике и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков.

#### Вопросы для собеседования и примеры типовых заданий для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Киберфизическая система - ключевые элементы и технологии.
2. Принципы и стандарты модернизация технической системы.
3. Стадии разработки проекта цифровой тени.
4. Особенности модернизации и обслуживания систем на основе данных мониторинга.
5. Что изучает теория надежности?
6. Какие методы оценки надежности вы знаете?
7. Какие виды отказов технической системы вы знаете? Приведите примеры сложного отказа, скрытого отказа, конструктивного отказа.
8. Жизненный цикл объекта в соответствии с законом Вейбулла.
9. Метод расчета MTBF, AFR, интенсивность отказа, параметра потока отказов.
10. Уровни защиты технической системы с точки зрения технических условий эксплуатации.
11. Методы повышения надежности технических систем.
12. Методы мониторинга показателей надежности.
13. В соответствии с выбранной системой провести анализ ее структурный и параметрический анализ с точки зрения надежности, выбрать концепцию модернизации и разработать техническое задание на модернизацию в соответствии с результатами анализа.
14. Разработать метод анализа проектного решения с учетом физических параметров среды и рабочих.
15. Разрабатывать математические модели объектов проектирования с целью использования в САПР.
16. Разработать метод решения уравнений математической модели анализа.
17. Построить модель предметной области САПР средствами искусственного интеллекта.
18. Проектирование параметрических сборок в САПР. Разработка параметрической модели изделия по чертежу или реверсинжиниринг детали в среде САПР.
19. Задание параметрических зависимостей при проектировании изделия.
20. Работа с таблицами пользовательских параметров при проектировании, задание зависимостей параметров изделия.
21. Разработка динамической, адаптивной и параметризованной сборки компонент системы.

22. Разработка проекта системы с микроконтроллерами в соответствии с заданием с использованием современных инструментальных средств.
23. Разработка программного обеспечения для управления микроконтроллером в современных макетах. Для микроконтроллеров AMD с использованием среды Arduino IDE или расширение Visual Studio - Visual Micro.
24. Разработка программного обеспечения для управления микроконтроллером в современных макетах. Для микроконтроллеров ARM с использованием среды Visual Studio.
25. Методы построения геометрических и математических моделей и параметрических сборок при проектировании цифровых двойников в САПР
26. Типы САПР и организация систем управления жизненным циклом системы
27. Основные итерации решения задачи анализа компонент и сборок технических систем стационарных и нестационарных задачах.
28. Особенности постановки задач при разных условиях и на разных уровнях проектирования
29. Методы оптимизации проектного решения
30. Методы повышения надежности технической системы, типы защиты
31. Упругопластическое деформирование по моделям Мизеса и Друкера-Прагера
32. Расчёты на прочность при статическом и динамическом нагружении
33. Задачи расчёта контактного взаимодействия.
34. Расчёт тепловых режимов, теплопотерь, температурных деформаций деталей и конструкций.
35. Высокопроизводительные вычисления (HPC).
36. Выбирать методы синтеза параметрических сборок в зависимости от задачи.
37. Выбирать методы анализа проектных решений в САПР в зависимости от задачи.
38. Выбирать инструментальные средства для реализации проектов принципиальных электрических схем устройств с микроконтроллерами
39. Выбрать инструментальные средства для реализации проектов с управлением микроконтроллерами.
40. Применение инструментальных средств для создания цифровых двойников компонент и сборок сложных технических систем, проведение анализа и оптимизации проектного решения средствами САПР.
41. Проведение виртуальных испытаний изделия. Формализация задачи статического анализа напряжений и деформаций модели изделия в САПР, обоснование выбранных материалов, зависимостей, нагрузок, оптимизация изделия в САПР.
42. Разработки программ управления микроконтроллерами, в том числе с дистанционным управлением.
43. Разработка проекта системы в среде моделирования электрокомпонент. Обоснование выбранных компонент.
44. Разработка программного обеспечения. Проведение виртуальных испытаний работоспособности проекта устройства в среде моделирования.
45. Реализация прототипа системы сбора и обработки данных о функционировании систем на базе сенсоров и микроконтроллеров AMD, STM или др. Варианты тем проектов: квадропод с дистанционным управлением(8моторов), автономный квадропод “кошка”(12 моторов) система автоматического полива растений, система динамического управления RGB лентой, система мониторинга температуры, влажности, загазованности помещения, система управления бионической рукой InMoov, автономная платформа внедорожник
46. Перечислите основные задачи в киберфизических системах, для решения которых целесообразно использовать методы искусственного интеллекта.
47. Предиктивная аналитика показателей и режимов функционирования технической и киберфизической системы
48. Проактивное управление киберфизическими системами.
49. Мультиагентные системы и коммуникативные акты.
50. Методы анализа больших данных и их применения в киберфизические системах.

51. Задачи решаемые с использованием методов анализа больших данных в киберфизических системах при проектировании, модернизации и управлении
52. Разработать модели представления знаний о предметной области на основе данных собираемых в процессе мониторинга для предиктивного анализа состояния технической системы.
53. Разработать концепцию проактивного управления киберфизической системы с применением методов искусственного интеллекта.
54. В соответствии с заданием, на реальной установке, провести дистанционный сбор и обработку данных с устройств, в том числе в режиме реального времени. Провести разведочных анализ собираемых данных, обосновать агрегацию или удаление данных, провести анализ корреляции данных. Формализовать постановку задачи анализа данных (задача классификации или регрессии), выбрать метод анализа данных и решить задачу классификации или прогнозирования показателей
55. Стадии, проектные процедуры и операции проектирование цифровой тени.
56. Типы сенсоров и актуаторов.
57. Типы микроконтроллеров и классы решаемых задач.
58. Встраиваемые системы основные характеристики и компоненты.
59. Интеллектуальные технологии применяемые при проектировании новой технической системы.
60. Пакеты современных программы применяемые при проектирование новой технической системы.
61. Современные САПР российского производства, применяемые на предприятиях, и задачи, решаемые с использованием этих САПР.
62. Дайте определение понятия цифровой двойник.
63. Дайте определение понятия цифровая тень.
64. Принципы модернизации технической системы и технологии
65. Обосновать выбор компонент киберфизической системы.
66. Обосновать выбор метода анализа и интерпретировать результаты анализа проектного решения.
67. Обосновать выбор среды проектирования сложной технической системы и ее программного обеспечения
68. Обосновать выбор метода искусственного интеллекта, целесообразного к применению в решении задач в киберфизических системах, описать методы интеграции с существующими решениями (ERP, CRM, SCADA, CAD/CAM/CAE).
69. Типы архитектур киберфизических систем и методы проектирования мультиагентных систем в технологиях интернет вещей.
70. Принципы построения и функционирования IoT-платформа и M2M-решения и D2D. Стандарт «ISO/IEC 30141:2018. Internet of Things – Reference Architecture»
71. Обзор функций и сравнение промышленных платформ: ThingWorx, Kaa от CyberVision, Node-RED, Kubernetes, SmartUnity, HPE, inONE, AggreGate, T1-Navi, Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, Google Cloud Platform, Artik от Samsung Electronics, Cisco Cloud Connect, Salesforce Cloud, Watson и BlueMix от IBM, OpenStack.
72. Среда разработки систем с дистанционным мониторингом, контролем и управлением
73. Какие стадии жизненного цикла и развития технологии и системы по Адизесу вы знаете
74. Какие платформы интернет вещей вы знаете
75. Основные компоненты систем с сервис-ориентированной архитектурой распределенных систем
76. Какие методы искусственного интеллекта и для каких задач применяются в киберфизических системах
77. Какие принципы построения параметрических сборок технических систем вы знаете
78. Какие методы анализа проектных решений в современных САПР и вы знаете
79. Какие методы расчета надежности технической системы вы знаете
80. Какие методы повышения надежности технической системы вы знаете



81. Какие типы отказа технической системы вы знаете, приведите примеры
82. Опишите стадии анализа проектных решений в САПР
83. Какие принципы оптимизации, в том числе топологической в современных САПР вы знаете
84. Опишите стадии создания цифровой тени устройства, какие компоненты необходимы для ее реализации
85. Опишите типовой функционал промышленной платформы интернет вещей
86. Разработайте проект устройства с дистанционным управлением
87. разработка проекта архитектуры киберфизической системы по заданию с возможностью мониторинга и управления параметрами функционирования
88. использование современных нотаций применяемых при проектировании программно-аппаратных систем (BPMN, IDEF, DFD, UML) для разработки проекта архитектуры киберфизической системы по заданию с возможностью мониторинга и управления параметрами функционирования
89. Инструментальные средства при реализации виртуальных испытательных полигонов.
90. Инструментальные средства при автоматизации полного жизненного цикла изделия.
91. Инструментальные средства проектирования сложных многокомпонентных киберфизических систем с учетом их целевого назначения.
92. Инструментальные средства управления киберфизическими системами
93. Гибкие методы управления проектами
94. Системы распределенной работы над проектами
95. Системы унификации структуры сложной технической системы
96. Онтологические модели при проектировании и реализации киберфизических систем
97. Системный инжиниринг в задачах реализации киберфизических систем
98. Формулировка научной проблемы и научной гипотезы в исследованиях с применением методов искусственного интеллекта и проектирования киберфизических систем
99. Формулировка научной проблемы и научной гипотезы в исследованиях с применением методов искусственного интеллекта и реализации киберфизических систем
100. Принципы исследования эффективности применения методов искусственного интеллекта для задач проектирования проектирования киберфизических систем
101. Принципы исследования эффективности применения методов искусственного интеллекта для задач реализации киберфизических систем
102. Принципы исследования эффективности применения методов искусственного интеллекта в киберфизических системах для различных задач

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УММ по дисциплине.

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в виде бланкового тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:  
– закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),

- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

*Умения, навыки(или опыт деятельности) и компетенции* проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

#### **7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- положение П 02.016–2018 О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ;
- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
Защита лабораторной «Модернизация технической системы. Разработка проекта цифровой тени»	0	Работа не выполнена	4	Выполнение, доля правильных ответов более 80%
Защита лабораторной «Организация системы сбора и обработки данных о функционировании систем на базе микроконтроллеров и сенсоров»	0	Работа не выполнена	4	Выполнение, доля правильных ответов более 80%
Защита лабораторной «Проектирование цифрового двойника системы. Проведение виртуальных испытаний в современных САПР»	0	Работа не выполнена	4	Выполнение, доля правильных ответов более 80%

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
Защита лабораторной «Построение архитектуры киберфизической системы (по задачам). Описание компонент системы, методов и технологий необходимых для реализации системы»	0	Работа не выполнена	4	Выполнение, доля правильных ответов более 80%
Собеседование по теме: Основные технологии киберфизических систем. Цифровые тени и двойники	0	доля правильных ответов менее 50%	2	доля правильных ответов более 80%
Собеседование по теме: Киберфизическая инженерия. Теория надежности системы и компонентов	0	доля правильных ответов менее 50%	2	доля правильных ответов более 80%
Собеседование по теме: Технологии киберфизических систем. От проекта к реализации	0	доля правильных ответов менее 50%	2	доля правильных ответов более 80%
Собеседование по теме: Технологии киберфизических систем. Интернет вещей	0	доля правильных ответов менее 50%	2	доля правильных ответов более 80%
Контрольная работа	0	Работа не выполнена	24	доля правильных ответов более 80%
Итого	0		48	
Посещаемость	0		16	
Экзамен	0		36	
Итого	0		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме –2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование –36 баллов.

### **Критерии оценки контрольной работы**

#### 1. Формальные критерии (0-8 баллов):

- оформление титульного листа, технического задания, текста, приложений;
- оформление списка литературы;
- грамматика, пунктуация;
- соблюдение графика подготовки и сроков сдачи работы.

#### 2. Содержательные критерии (0-8 баллов):

- соответствие работы заданию;
- структура работы, сбалансированность разделов;
- использование литературы;

- степень самостоятельности работы;
  - стиль изложения.
3. Защита (0-8 баллов):
- раскрытие содержания работы;
  - оперирование профессиональной терминологией;
  - ответы на вопросы.

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **8.1 Основная учебная литература**

1. Ясницкий, Л. Н. Современные проблемы науки : учебное пособие / Л. Н. Ясницкий, Т. В. Данилевич. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 297 с. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561650> (дата обращения 19.03.2021) . - Режим доступа: по подписке. - Текст : электронный.

2. Марусева, И. В. Управление сложными системами (введение в основы автоматизации и информатики) : учебное пособие / И. В. Марусева, Ю. П. Петров ; под общ. ред. И. В. Марусева. - Изд. 2-е, перераб. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2018. - 181 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=496883> (дата обращения 01.10.2021) . - Режим доступа: по подписке. - Текст : электронный.

3. Аникина, Е. И. Профессиональная этика IT-специалистов : учебное пособие для студентов и магистрантов укрупненных групп направлений подготовки 02.00.00 Компьютерные и информационные науки, 09.00.00 Информатика и вычислительная техника, 10.00.00 Информационная безопасность / Е. И. Аникина ; Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск : ЮЗГУ, 2018. - 176 с. - Загл. с титул. экрана. - ISBN 978-5-7681-1284-4. - Текст : электронный.

### **8.2 Дополнительная учебная литература**

1. Смирнов, А. А. Прикладное программное обеспечение : учебное пособие / А. А. Смирнов. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2017. - 358 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457616> (дата обращения 09.03.2022) . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-4475-8780-2. - Текст : электронный.

2. Космин, Владимир Витальевич. Основы научных исследований (Общий курс) : учебное пособие для обучающихся в высших учебных заведениях по программе бакалавриата, специалитета, магистратуры, аспирантуры / В. В. Космин. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Риор : Инфра-М, 2018. - 238 с. - Текст : непосредственный.

3. Борзов, Д. Б. Аппаратные средства планирования размещения задач в мультипроцессорных системах в области вычислительной техники и систем управления (практическая реализация) : учебное пособие для обучающихся по специальностям 09.03.01, 09.04.01, 09.06.01 / Д. Б. Борзов ; Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск : ЮЗГУ, 2018. - 178 с. - Загл. с титул. экрана. - Библиогр.: с. 176-177. - ISBN 978-5-7681-1333-9. - Текст : электронный.

### 8.3 Перечень методических указаний

1. Организация самостоятельной работы студентов : методические указания для студентов направлений подготовки 09.03.01 и 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: В. С. Титов, И. Е. Чернецкая, Т. А. Ширабакина. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 39 с. - Текст : электронный.

### 8.4 Другие учебно-методические материалы

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:  
Системы управления и информационные технологии,

### 9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотека ЮЗГУ <http://www.lib.swsu.ru/>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/library>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://www.biblioclub.ru>
4. <http://www.iqlib.ru> Электронно-библиотечная система IQLib
5. <http://www.intuit.ru/> Национальный открытый университет дистанционного образования
6. <https://ru.wikipedia.org> Википедия.

### 10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные занятия, которые обеспечивают контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Лабораторному занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, защиты отчетов по лабораторным работам, а также по результатам докладов.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, отработку студентами пропущенных лекций, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю с целью усвоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

## **11 Перечень информационных технологий**

На занятиях применяются следующие программные продукты: операционная система Microsoft Windows 7 (Договор IT000012385), бесплатная среда визуального программирования Microsoft Visual Studio 2019 Community (<https://www.microsoft.com/ru-ru/softmicrosoft/visualstudioexpress.aspx>); бесплатный пакет офисных программ Libre Office для оформления отчетов (<https://ru.libreoffice.org/>), Arduino IDE - бесплатное программное обеспечение

## **12 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа и лаборатории кафедры вычислительной техники оснащены учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска; ПЭВМ INTEL Core i3-7100/H110M-R C/SI White Box LGA1151.mATX/8Gb/1TB/DVDRW/LCD 21.5''/k+m/;

Многопроцессорный вычислительный комплекс; Core 2 Duo 1863/2\*DDR2 1024 Мб/2\*HDD 200G/SVGA/DVD-RW/20"LCD\*2/Secret Net; Ноутбук ASUS X50VL PMD – T2330/14"/1024 Мб/160 Gb/ сумка; Проектор in Focus IN24+, экран настенный, видеопроектор.

### **13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

*Для лиц с нарушением слуха* возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет лабораторные задания. При этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

*Для лиц с нарушением зрения* допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

*Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата,* на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).







МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Волгоградский государственный технический университет»

Факультет электроники и вычислительной техники



## Киберфизические системы и технологии

### рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

Закреплена за кафедрой **Системы автоматизированного проектирования и поискового конструирования**

Учебный план Направление 09.04.01 Информатика и вычислительная техника  
Программа "Киберфизические системы и искусственный интеллект"

Профиль

Квалификация **Магистр**

Срок обучения **2**

Форма обучения **очная**

Виды контроля в семестрах:

Семестр(Курс.Номер семестра на курсе)	2(1.2)		Итого	
	УП	ПП	УП	ПП
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	16	16	16	16
Итого ауд.	32	32	32	32
Контактная работа	32,35	32,35	32,35	32,35
Сам. работа	40	40	40	40
Часы на контроль	35,65	35,65	35,65	35,65
Практическая подготовка	0	0	0	0
Итого трудоемкость в часах	108	108	0	0

ЛИСТ ОДОБРЕНИЯ И СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Разработчик(и) программы:

доцент Матохина Анна Владимировна ктн

ст. преподаватель Драгунов Станислав Евгеньевич

Рецензент(ы):

(при наличии)



Рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

**Киберфизические системы и технологии**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 918)

составлена на основании учебного плана:

Направление 09.04.01 Информатика и вычислительная техника  
Программа "Киберфизические системы и искусственный интеллект"  
Профиль: Облачная и сетевая инфраструктура систем  
искусственного интеллекта

утвержденного учёным советом вуза от 29.09.2021 протокол № 2.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Системы автоматизированного проектирования и поискового конструирования**

Протокол от 17.09.2021 г. № 2

Зав. кафедрой Щербаков Максим Владимирович \_\_\_\_\_



СОГЛАСОВАНО:

Председатель НМС Авдюк О.А. \_\_\_\_\_



Протокол заседания НМС от 27.09.2021. г. № 2

ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

№ п/п	Виды дополнений и изменений (или иная информация)	Дата и номер протокола заседания кафедры	Визирование актуализации РПД председателем НМС факультета
1.		<p>Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры Системы автоматизированного проектирования и поискового конструирования</p> <p>Протокол от _____ 2022 г. № __                      Зав. кафедрой Щербаков Максим Владимирович _____</p>	<p>Председатель НМС                      _____/_____/</p> <p>Протокол заседания НМС от __                      _____ 2022 г. №__</p>
2.		<p>Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры Системы автоматизированного проектирования и поискового конструирования</p> <p>Протокол от _____ 2023 г. № __                      Зав. кафедрой Щербаков Максим Владимирович _____</p>	<p>Председатель НМС                      _____/_____/</p> <p>Протокол заседания НМС от __                      _____ 2023 г. №__</p>
3.		<p>Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры Системы автоматизированного проектирования и поискового конструирования</p> <p>Протокол от _____ 2024 г. № __                      Зав. кафедрой Щербаков Максим Владимирович _____</p>	<p>Председатель НМС                      _____/_____/</p> <p>Протокол заседания НМС от __                      _____ 2024 г. №__</p>

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ). ВИД, ТИП ПРАКТИКИ, СПОСОБ И ФОРМА (ФОРМЫ) ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ.

### Цели и задачи

Обучение студентов основным технологиям и принципам проектирования, управления жизненным циклом киберфизических систем, а также разработке программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования, с применением инструментальных средств и современных интеллектуальных технологий для решения профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.

### Задачи изучения дисциплины:

- изучение основ системной инженерии киберфизических систем.
- формирование у студентов знаний по основным технологиям инженерии киберфизических систем.
- овладение методиками проектирования киберфизических систем.
- изучение современных подходов к автоматизации и интеллектуализации процесса проектирования киберфизических систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП: Б1.О

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

2.2 Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

2.2.1 Мобильные и сетевые архитектуры комплексных систем искусственного интеллекта

2.2.2 Управление проектами разработки систем искусственного интеллекта

2.2.3 Философия и методология науки

2.2.4 Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

**ОПК-1: Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;**

*ОПК-1.2: Решает нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний.*

Результаты обучения: ОПК-1.2. 3.1: Знает: методы решения нестандартных профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний.

ОПК-1.2. У.1: Умеет: применять на практике методы решения нестандартных профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний.

ОПК-1.2. В.1: Владеет навыками: применения инструментов и программного обеспечения решения нестандартных профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний.

*ОПК-1.3: Реализует подходы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.*

Результаты обучения: ОПК-1.3. 3.1: Знает: подходы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.

ОПК-1.3. У.1: Умеет: применять различные модели и методы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.

ОПК-1.3. В.1: Владеет навыками: применения инструментов и программного обеспечения для проведения теоретических и экспериментальных исследований объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.

**ОПК-2: Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач;**

*ОПК-2.1: Применяет современные интеллектуальные технологии для решения профессиональных задач.*

Результаты обучения: ОПК-2.1. 3.1: Знает: интеллектуальные технологии, методы и подходы для решения профессиональных задач.

ОПК-2.1. У.1: Умеет: применять интеллектуальные технологии, методы и подходы для решения профессиональных задач.

ОПК-2.1. В.1: Владеет навыками: применения современных интеллектуальных технологий для решения профессиональных задач.

<p><b>ОПК-2.2:</b> <i>Обосновывает выбор современных интеллектуальных технологий и программной среды при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач.</i></p>
<p>Результаты обучения: ОПК-2.2. 3.1: Знает: варианты современных интеллектуальных технологий и программных сред применяемых при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач. ОПК-2.2. У.1: Умеет: обосновывать выбор современных интеллектуальных технологий и программной среды при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач. ОПК-2.2. В.1: Владеет навыками: интеграции современных интеллектуальных технологий и программных сред при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач.</p>
<p><b>ОПК-2.3:</b> <i>Разрабатывает оригинальные программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач.</i></p>
<p>Результаты обучения: ОПК-2.3. 3.1: Знает: варианты инструментальных средств для разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач. ОПК-2.3. У.1: Умеет: разрабатывать оригинальные программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач. ОПК-2.3. В.1: Владеет навыками: использования современных интеллектуальных технологий для разработки оригинальных программных средств для решения профессиональных задач.</p>
<p><b>ОПК-6:</b> <b>Способен разрабатывать компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования;</b></p>
<p><b>ОПК-6.1:</b> <i>Разрабатывает аппаратные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий, виды, назначение, архитектуру, методы разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности.</i></p>
<p>Результаты обучения: ОПК-6.1.3.1: Знает: варианты аппаратные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий, виды, назначение, архитектуру, методы разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности. ОПК-6.1.У.1: Умеет: разрабатывать аппаратные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий и применять, методы разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности. ОПК-6.1.В.1: Владеет навыками: использования современных технологий для проектирования и разработки аппаратных средств и платформ инфраструктуры информационных технологий, программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности.</p>
<p><b>ОПК-2ИИР:</b> <b>Способен адаптировать и применять на практике классические и новые научные принципы и методы исследований для решения задач в области создания и применения технологий и систем искусственного интеллекта и методы исследований</b></p>
<p><b>ОПК-2ИИР.1:</b> <i>Адаптирует известные научные принципы и методы исследований с целью их практического применения</i></p>
<p>Результаты обучения: ОПК-2ИИР.1. 3-1. Знает фундаментальные научные принципы и методы исследований ОПК-2ИИР.1. У-1. Умеет адаптировать с целью практического применения фундаментальные и новые научные принципы и методы исследований</p>
<p><b>ОПК-2ИИР.2:</b> <i>Решает профессиональные задачи на основе применения новых научных принципов и методов исследования</i></p>
<p>Результаты обучения: ОПК-2ИИР.2. 3-1. Знает особенности решения профессиональные задачи на основе применения новых научных принципов и методов исследования ОПК-2ИИР.2. У-1. Умеет разрабатывать, контролировать, оценивать и исследовать компоненты профессиональной деятельности; планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач</p>
<p><b>ОПК-3ИИР:</b> <b>Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления системами искусственного интеллекта</b></p>
<p><b>ОПК-3ИИР.1:</b> <i>Применяет логические методы и приемы научного исследования, методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания и приемы работы с ними, основные особенности научного метода познания, программно-целевые методы решения научных проблем в профессиональной деятельности</i></p>
<p>Результаты обучения: ОПК-3ИИР.1. 3-1. Знает логические методы и приемы научного исследования; методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания и приемы работы с ними; основные особенности научного метода познания; программно-целевые методы решения научных проблем; основы моделирования управленческих решений; динамические оптимизационные модели; математические модели оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ; многокритериальные методы принятия решений в профессиональной деятельности ОПК-3ИИР.1. У-1. Умеет применять логические методы и приемы научного исследования; методологические принципы современной науки, концепции, источники знания и приемы работы с ними; основы метода научного познания; программно-целевые методы решения научных проблем; основы моделирования управленческих решений; динамические оптимизационные модели; математические модели оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ; многокритериальные методы принятия решений в профессиональной деятельности</p>

**ОПК-3ИИР.2:** Осуществляет методологическое обоснование научного исследования, создание и применение библиотек искусственного интеллекта

Результаты обучения: ОПК-3ИИР.2. 3-1. Знает приемы методологического обоснования научного исследования, методы организации библиотек искусственного интеллекта

ОПК-3ИИР.2. У-1. Умеет проводить методологическое обоснование научного исследования, в том числе посредством создания и использования библиотек искусственного интеллекта

**ОПК-4ИИР:** Способен осуществлять эффективное управление проектами по разработке и внедрению систем искусственного интеллекта

**ОПК-4ИИР.6:** Использует инновационные подходы к проектированию информационных систем и систем искусственного интеллекта; принимает решения по информатизации предприятий в условиях неопределенности

Результаты обучения: ОПК-4ИИР.6. 3-1. Знает инновационные подходы к проектированию информационных систем и систем искусственного интеллекта

ОПК-4ИИР.6. У-1. Умеет принимать решения по информатизации предприятий в условиях неопределенности

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Форма контроля
1	<b>Раздел 1. Раздел 1. Основные технологии киберфизических систем. Цифровые тени и двойники.</b>			
1.1	4я индустриальная революция. Умные цифровые фабрики, цифровые двойники и тени. Киберфизические системы и технологии. /Тема/	2	0	
1.1.1	Понятие киберфизические системы, компоненты и история развития. Тенденции индустрии и общества. Консорциум и умные цифровые фабрики. Скорость модернизации технологий, жизненные циклы по Адизесу. /Лек/	2	2	К, Эк
1.1.2	Основы инженерии киберфизических систем. Встраиваемые системы. Принципы и платформы построения цифровых теней, архитектуры и типовые компоненты киберфизических систем. Принципы создание устройств на базе микроконтроллеров. Типы сенсоров и актуаторов. /Лек/	2	2	К, Эк
1.1.3	Модернизация технической системы. Разработка проекта цифровой тени. /Лаб/	2	4	К, Эк
2	<b>Раздел 2. Раздел 2. Киберфизическая инженерия. Теория надежности системы и компонентов.</b>			
2.1	Типы сред, варианты взаимодействия киберфизической системы со средой. Формализация киберфизических систем. Проактивное управление. Надежность технических систем. Понятие и типы отказов. Степени защиты технической системы. Предиктивная аналитика надежности технических и программных систем и компонентов. Методы повышения надежности. /Тема/	2	0	К, Эк
2.1.1	Типы сред, варианты взаимодействия киберфизической системы со средой. Формализация киберфизических систем. Методы проактивного управления. /Лек/	2	2	К, Эк
2.1.2	Теория надежности и качества систем. Классификация отказов. Примеры отказов сложных систем. Методы расчета и прогнозирования надежности системы. Методы повышения надежности. /Лек/	2	2	К, Эк
2.1.3	Организация системы сбора и обработки данных о функционировании систем на базе микроконтроллеров и сенсоров. Прогнозирование надежности системы. /Лаб/	2	4	К, Эк
3	<b>Раздел 3. Раздел 3. Технологии киберфизических систем. От проекта к реализации.</b>			
3.1	Стадии и методы проектирования киберфизических систем. Моделирование киберфизических систем с использованием современных инструментальных средств. /Тема/	2	0	
3.1.1	Стадии и методы проектирования киберфизических систем. Моделирование киберфизических систем с использованием современных инструментальных средств. Принципы создания параметрических сборок сложных, многокомпонентных технических систем, в том числе с использованием технологии реверсинежинринга. /Лек/	2	2	К, Эк
3.1.2	Модели и методы анализа и оптимизации параметрическихборок при проектировании цифровых двойников в САПР, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий. Основные стадии анализа. Методы анализа. Типы анализа. Виртуальные испытательные полигоны. /Лек/	2	2	К, Эк

3.1.3	Проектирование цифрового двойника системы. Проведение виртуальных испытаний в современных САПР. /Лаб/	2	4	К, Эк
4	<b>Раздел 4. Раздел 4. Технологии киберфизических систем. Интернет вещей.</b>			
4.1	Технологии киберфизических систем. Облачные вычисления. Сервис-ориентированная архитектура. Мультиагентные системы. Средства и методы коммуникации. Технологии и платформы интернет вещей /Тема/	2	0	
4.1.1	Технологии киберфизических систем. Облачные вычисления. Сервис-ориентированная архитектура распределенных систем. Мультиагентные системы. Средства и методы коммуникации. Компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования /Лек/	2	2	К, Эк
4.1.2	Обзор платформ интернет вещей. Критерии эффективности функционирования информационного общества, теоретические проблемы информатики, искусственного интеллекта, современные методы, средства, стандарты информатики для решения прикладных задач различных классов; правовые, экономические, социальные и психологические аспекты информатизации деятельности организационно-экономических систем /Лек/	2	2	К, Эк
4.1.3	Построение архитектуры киберфизической системы (по задачам). Описание компонент системы, методов и технологий необходимых для реализации системы. /Лаб/	2	4	К, Эк
5	<b>Раздел 5. Раздел 5. Самостоятельная работа студентов</b>			
5.1	в том числе /Тема/	2	0	
5.1.1	Выполнение контрольной работы "Создание цифрового двойника и цифровой тени системы" /Контр.раб./	2	30	К, Эк
5.1.2	подготовка к отчету лабораторных работ и практических занятий /Ср/	2	40	
6	<b>Раздел 6. Раздел 6. Промежуточная аттестация</b>			
6.1	в том числе /Тема/	2	0	
6.1.1	контактная работы с ППС /КоРа/	2	0,35	
6.1.2	экзамен /Экзамен/	2	5	
6.1.3	Контрольная работа /Контр.раб./	2	0,65	

Примечание. Формы контроля: Эк – экзамен, К- контрольная работа, Ко- контрольный опрос, Сз- семестровое задание, 3-зачет, ОП- отчет по практике.

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценочные средства планируемых результатов обучения представлены в виде фондов оценочных средств (ФОС), разработанных в соответствии с локальным нормативным актом университета. ФОС может быть представлен в Приложении к рабочей программе.

ОПК-1: Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте

ОПК-1.2: Решает нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний.

Результаты обучения ОПК-1.2. 3.1: Знает: методы решения нестандартных профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний.

Вопросы и задания:

Киберфизическая система - ключевые элементы и технологии.

Принципы и стандарты модернизация технической системы.

Стадии разработки проекта цифровой тени.

Особенности модернизации и обслуживания систем на основе данных мониторинга.

Что изучает теория надежности?

Какие методы оценки надежности вы знаете?

Какие виды отказов технической системы вы знаете? Приведите примеры сложного отказа, скрытого отказа, конструктивного отказа.

Жизненный цикл объекта в соответствии с законом Вейбулла.

Метод расчета MTBF, AFR, интенсивность отказа, параметра потока отказов.

Уровни защиты технической системы с точки зрения технических условий эксплуатации.

Методы повышения надежности технических систем.

Методы мониторинга показателей надежности.



Результаты обучения ОПК-1.2. У.1: Умеет: применять на практике методы решения нестандартных профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний.

Вопросы и задания:

В соответствии с выбранной системой провести анализ ее структурный и параметрический анализ с точки зрения надежности, выбрать концепцию модернизации и разработать техническое задание на модернизацию в соответствии с результатами анализа.

Разработать метод анализа проектного решения с учетом физических параметров среды и рабочих.

Разрабатывать математические модели объектов проектирования с целью использования в САПР.

Разработать метод решения уравнений математической модели анализа.

Построить модель предметной области САПР средствами искусственного интеллекта.

Результаты обучения ОПК-1.2. В.1: Владеет навыками: применения инструментов и программного обеспечения решения нестандартных профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний.

Вопросы и задания:

Проектирование параметрических сборок в САПР. Разработка параметрической модели изделия по чертежу или реверсинжиниринг детали в среде САПР.

Задание параметрических зависимостей при проектировании изделия.

Работа с таблицами пользовательских параметров при проектировании изделия.

Разработка динамической, адаптивной и параметризованной сборки компонент системы.

Разработка проекта системы с микроконтроллерами в соответствии с заданием с использованием современных инструментальных средств.

Разработка программного обеспечения для управления микроконтроллером в современных макетах. Для микроконтроллеров AMD с использованием среды Arduino IDE или расширение Visual Studio - Visual Micro.

Разработка программного обеспечения для управления микроконтроллером в современных макетах. Для микроконтроллеров ARM с использованием среды Visual Studio.

ОПК-1.3: Реализует подходы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.

Результаты обучения ОПК-1.3. З.1: Знает: подходы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.

Вопросы и задания:

Методы построения геометрических и математических моделей и параметрических сборок при проектировании цифровых двойников в САПР

Типы САПР и организация систем управления жизненным циклом системы

Основные итерации решения задачи анализа компонент и сборок технических систем стационарных и нестационарных задачах.

Особенности постановки задач при разных условиях и на разных уровнях проектирования

Методы оптимизации проектного решения

Методы повышения надежности технической системы, типы защиты

Упругопластическое деформирование по моделям Мизеса и Друкера-Прагера

Расчёты на прочность при статическом и динамическом нагружении

Задачи расчёта контактного взаимодействия.

Расчёт тепловых режимов, теплопотерь, температурных деформаций деталей и конструкций.

Высокопроизводительные вычисления (HPC).

Результаты обучения ОПК-1.3. У.1: Умеет: применять различные модели и методы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.

Вопросы и задания:

Выбирать методы синтеза параметрических сборок в зависимости от задачи.

Выбирать методы анализа проектных решений в САПР в зависимости от задачи.

Выбирать инструментальные средства для реализации проектов принципиальных электрических схем устройств с микроконтроллерами

Выбирать инструментальные средства для реализации проектов с управлением микроконтроллерами.

Результаты обучения ОПК-1.3. В.1: Владеет навыками: применения инструментов и программного обеспечения для проведения теоретических и экспериментальных исследований объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.

Вопросы и задания:

Применение инструментальных средств для создания цифровых двойников компонент и сборок сложных технических систем, проведение анализа и оптимизации проектного решения средствами САПР.

Проведение виртуальных испытаний изделия. Формализация задачи статического анализа напряжений и деформаций модели изделия в САПР, обоснование выбранных материалов, зависимостей, нагрузок, оптимизация изделия в САПР.

Разработки программ управления микроконтроллерами, в том числе с дистанционным управлением.

Разработка проекта системы в среде моделирования электрокомпонент. Обоснование выбранных компонент.

Разработка программного обеспечения. Проведение виртуальных испытаний работоспособности проекта устройства в среде моделирования.

Реализация прототипа системы сбора и обработки данных о функционировании систем на базе сенсоров и микроконтроллеров AMD, STM или др. Варианты тем проектов: квадропод с дистанционным управлением (8 моторов), автономный квадропод “кошка” (12 моторов) система автоматического полива растений, система динамического управления RGB лентой, система мониторинга температуры, влажности, загазованности помещения, система управления бионической рукой InMoov, автономная платформа внедорожник.

ОПК-2: Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач;

ОПК-2.1 Применяет современные интеллектуальные технологии для решения профессиональных задач.

Результаты обучения ОПК-2.1. 3.1: Знает: интеллектуальные технологии, методы и подходы для решения профессиональных задач.

Вопросы и задания:

Перечислите основные задачи в киберфизических системах, для решения которых целесообразно использовать методы искусственного интеллекта.

Предиктивная аналитика показателей и режимов функционирования технической и киберфизической системы

Проактивное управление киберфизическими системами.

Мультиагентные системы и коммуникативные акты.

Методы анализа больших данных и их применения в киберфизических системах.

Задачи решаемые с использованием методов анализа больших данных в киберфизических системах при проектировании, модернизации и управлении,

Результаты обучения ОПК-2.1. У.1: Умеет: применять интеллектуальные технологии, методы и подходы для решения профессиональных задач.

Вопросы и задания:

Разработать модели представления знаний о предметной области на основе данных собираемых в процессе мониторинга для предиктивного анализа состояния технической системы.

Разработать концепцию проактивного управления киберфизической системы с применением методов искусственного интеллекта.

Результаты обучения ОПК-2.1. В.1: Владеет навыками: применения современных интеллектуальных технологий для решения профессиональных задач.

Вопросы и задания: В соответствии с заданием, на реальной установке, провести дистанционный сбор и обработку данных с устройств, в том числе в режиме реального времени. Провести разведочный анализ собираемых данных, обосновать агрегацию или удаление данных, провести анализ корреляции данных. Формализовать постановку задачи анализа данных (задача классификации или регрессии), выбрать метод анализа данных и решить задачу классификации или прогнозирования показателей.

ОПК-2.2 Обосновывает выбор современных интеллектуальных технологий и программной среды при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач.

Результаты обучения ОПК-2.2. 3.1: Знает: варианты современных интеллектуальных технологий и программных сред применяемых при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач.

Принципы построения и основные компоненты цифровых теней.

Вопросы и задания:

Стадии, проектные процедуры и операции проектирование цифровой тени.

Типы сенсоров и актуаторов.

Типы микроконтроллеров и классы решаемых задач.

Встраиваемые системы основные характеристики и компоненты.

Интеллектуальные технологии применяемые при проектировании новой технической системы.

Пакеты современных программы применяемые при проектирование новой технической системы.

Современные САПР российского производства, применяемые на предприятиях, и задачи, решаемые с использованием этих САПР.

Дайте определение понятия цифровой двойник.

Дайте определение понятия цифровая тень.

Принципы модернизации технической системы и технологии.

Результаты обучения ОПК-2.2. У.1: Умеет: обосновывать выбор современных интеллектуальных технологий и программной среды при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач.

Вопросы и задания:

Обосновать выбор компонент киберфизической системы.

Обосновать выбор метода анализа и интерпретировать результаты анализа проектного решения.

Обосновать выбор среды проектирования сложной технической системы и ее программного обеспечения.

Результаты обучения ОПК-2.2. В.1: Владеет навыками: интеграции современных интеллектуальных технологий и программных сред при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач.

Вопросы и задания: Обосновать выбор метода искусственного интеллекта, целесообразного к применению в решении

задач в киберфизических системах, описать методы интеграции с существующими решениями (ERP, CRM, SCADA, CAD/CAM/CAE).

ОПК-2.3 Разрабатывает оригинальные программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач.

Результаты обучения ОПК-2.3. 3.1: Знает: варианты инструментальных средств для разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач. Разработки платформенных решений технологий интернет вещей.

Вопросы и задания:

Типы архитектур киберфизических систем и методы проектирования мультиагентных систем в технологиях интернет вещей. Принципы построения и функционирования IoT-платформа и M2M-решения и D2D. Стандарт «ISO/IEC 30141:2018. Internet of Things – Reference Architecture»

Обзор функций и сравнение промышленных платформ: ThingWorx, Kaa от CyberVision, Node-RED, Kubernetes, SmartUnity, HPE, inONE, AggreGate, T1-Navi, Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, Google Cloud Platform, Artik от Samsung Electronics, Cisco Cloud Connect, Salesforce Cloud, Watson и BlueMix от IBM, OpenStack.

Среды разработки систем с дистанционным мониторингом, контролем и управлением.

Результаты обучения ОПК-2.3. У.1: Умеет: разрабатывать оригинальные программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач.

Вопросы и задания: привести описание алгоритмов и методов реализованных в ОПК-2.1. В.1.

Результаты обучения ОПК-2.3. В.1: Владеет навыками: использования современных интеллектуальных технологий для разработки оригинальных программных средств для решения профессиональных задач.

Вопросы и задания: дать комментарии по результатам применения методов и алгоритмам реализованным в ОПК-2.1. В.1.

ОПК-6 Способен разрабатывать компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования;

ОПК-6.1 Разрабатывает аппаратные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий, виды, назначение, архитектуру, методы разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности.

Результаты обучения ОПК-6.1.3.1: Знает: варианты аппаратные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий, виды, назначение, архитектуру, методы разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности.

Вопросы и задания:

Какие стадии жизненного цикла и развития технологии и системы по Адизесу вы знаете

Какие платформы интернет вещей вы знаете

Основные компоненты систем с сервис-ориентированной архитектурой распределенных систем

Какие методы искусственного интеллекта и для каких задач применяются в киберфизических системах

Какие принципы построения параметрических сборок технических систем вы знаете

Какие методы анализа проектных решений в современных САПР и вы знаете

Какие методы расчета надежности технической системы вы знаете

Какие методы повышения надежности технической системы вы знаете

Какие типы отказа технической системы вы знаете, приведите примеры

Опишите стадии анализа проектных решений в САПР

Какие принципы оптимизации, в том числе топологической в современных САПР вы знаете

Опишите стадии создания цифровой тени устройства, какие компоненты необходимы для ее реализации

Опишите типовой функционал промышленной платформы интернет вещей

Создайте параметрическую модели по чертежу

Создайте адаптивную сборку изделия по чертежу

Провести анализ изделия на деформации и нагрузку

Провести оптимизацию геометрии изделия

Разработайте проект устройства с дистанционным управлением.

Результаты обучения ОПК-6.1.У.1: Умеет: разрабатывать аппаратные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий и применять, методы разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности.

Вопросы и задания: разработка проекта архитектуры киберфизической системы по заданию с возможностью мониторинга и управления параметрами функционирования.

Результаты обучения ОПК-6.1.В.1: Владеет навыками: использования современных технологий для проектирования и разработки аппаратных средств и платформ инфраструктуры информационных технологий, программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности.

Вопросы и задания: использование современных нотаций применяемых при проектировании программно-аппаратных систем (BPMN, IDEF, DFD, UML) для разработки проекта архитектуры киберфизической системы по заданию с возможностью мониторинга и управления параметрами функционирования.

ОПК-3ИИР: Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области

проектирования и управления системами искусственного интеллекта;

ОПК-ЗИИР.1: Применяет логические методы и приемы научного исследования, методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания и приемы работы с ними, основные особенности научного метода познания, программно-целевые методы решения научных проблем в профессиональной деятельности.

ОПК-3.1. 3-1. Знает логические методы и приемы научного исследования; методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания и приемы работы с ними; основные особенности научного метода познания; программно-целевые методы решения научных проблем; основы моделирования управленческих решений; динамические оптимизационные модели; математические модели оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ; многокритериальные методы принятия решений в профессиональной деятельности

Вопросы и задания:

Современные тенденции экономики и требования глобального рынка, понятия T2D, T2E, T2M

Принципы и методы разработки систем, позволяющих проектировать продукты нового поколения и кастомизированной продукции

Список задач, которые решаются с использованием технологии умного цифрового двойника.

Проблема вагонетки в современных киберфизических системах. Приведите примеры.

Проблема безопасности ICS/SCADA систем

Особенности проектирования современных HMI

Принципы тестирования взаимодействия humans and machines

Уровни системы производственного контроля

Стандарты представления информации о киберфизических системах, унификация требований, стандарты общепромышленного оборудования.

Степени защиты устройств IP и IK в соответствии с ГОСТ 14254

Умные цифровые фабрики и консорциумы предприятий, консолидация мощности. Приведите примеры.

ОПК-3.1. У-1. Умеет применять логические методы и приемы научного исследования; методологические принципы современной науки, концепции, источники знания и приемы работы с ними; основные метода научного познания; программно-целевые методы решения научных проблем; основы моделирования управленческих решений; динамические оптимизационные модели; математические модели оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ; многокритериальные методы принятия решений в профессиональной деятельности

Вопросы и задания: предложить критерии оценки решения по архитектуре из задания ОПК-6.1.В.1.

ОПК-ЗИИР.2: Осуществляет методологическое обоснование научного исследования, создание и применение библиотек искусственного интеллекта

ОПК-3.2. 3-1. Знает приемы методологического обоснования научного исследования, методы организации библиотек искусственного интеллекта

Вопросы и задания: Предложите современные методы реализации киберфизической системы в соответствии с заданием ОПК-6.1.В.1.

ОПК-3.2. У-1. Умеет проводить методологическое обоснование научного исследования, в том числе посредством создания и использования библиотек искусственного интеллекта

Вопросы и задания: провести исследование различных вариантов методов реализации киберфизической системы в соответствии с заданием ОПК-6.1.В.1.

ОПК-4ИИР: Способен осуществлять эффективное управление проектами по разработке и внедрению систем искусственного интеллекта

ОПК-4ИИР.6: Использует инновационные подходы к проектированию информационных систем и систем искусственного интеллекта; принимает решения по информатизации предприятий в условиях неопределенности.

ОПК-4.6. 3-1. Знает инновационные подходы к проектированию информационных систем и систем искусственного интеллекта

Вопросы и задания:

Инструментальные средства при реализации виртуальных испытательных полигонов.

Инструментальные средства при автоматизации полного жизненного цикла изделия.

Инструментальные средства проектирования сложных многокомпонентных киберфизических систем с учетом их целевого назначения.

Инструментальные средства управления киберфизическими системами.

ОПК-4.6. У-1. Умеет принимать решения по информатизации предприятий в условиях неопределенности

Вопросы и задания:

Инструментальные средства для анализа эффективности предприятия.

Задачи предпроектного обследования предприятия.

Формализация требований к системе с целью повышения эффективности процессов.

ОПК-2.3. У-1. Умеет разрабатывать оригинальные программные средства, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных компьютерных технологий, для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта.

Вопросы и задания: разработка проекта цифровой тени технической системы, с целью повышения надежности на примере технической системы по заданию.

ОПК-2ИИР: Способен адаптировать и применять на практике классические и новые научные принципы и методы

исследований для решения задач в области создания и применения технологий и систем искусственного интеллекта и методы исследований

ОПК-2ИИР.1: Адаптирует известные научные принципы и методы исследований с целью их практического применения.

ОПК-2.1. 3-1. Знает фундаментальные научные принципы и методы исследований

Вопросы и задания:

Формулировка научной проблемы и научной гипотезы в исследованиях с применением методов искусственного интеллекта и проектирования киберфизических систем

Формулировка научной проблемы и научной гипотезы в исследованиях с применением методов искусственного интеллекта и реализации киберфизических систем

Принципы исследования эффективности применения методов искусственного интеллекта для задач проектирования киберфизических систем

Принципы исследования эффективности применения методов искусственного интеллекта для задач реализации киберфизических систем

ОПК-2.1. У-1. Умеет адаптировать с целью практического применения фундаментальные и новые научные принципы и методы исследований

Вопросы и задания: Принципы исследования эффективности применения методов искусственного интеллекта в киберфизических системах для различных задач.

ОПК-2ИИР.2: Способен адаптировать и применять на практике для решения задач в области создания и применения технологий и систем искусственного интеллекта классические и новые научные принципы и методы исследований;

ОПК-2ИИР.2: Решает профессиональные задачи на основе применения новых научных принципов и методов исследования

ОПК-2.2. 3-1. Знает особенности решения профессиональные задачи на основе применения новых научных принципов и методов исследования

Вопросы и задания: приведите пример использования методов искусственного интеллекта и машинного обучения в задачах проектирования, реализации и управления киберфизическими системами

ОПК-2.2. У-1. Умеет разрабатывать, контролировать, оценивать и исследовать компоненты профессиональной деятельности; планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач

Вопросы и задания: в соответствии с заданием ОПК-2.1. В.1 построить календарный план реализации и оценить необходимые компетенции команды, необходимой для реализации проекта.

## 5.2 Темы письменных работ (контрольная работа)

Правила оформления контрольной работы

- оформляется в редакторе MS Word (\*.doc, \*.docx);

- листы формата А4, ориентация книжная;

- поля: левое – 2 см, остальные – по 1 см;

- шрифт – Times New Roman;

- размер шрифта 14 pt;

- междустрочный интервал – 1,5;

- абзацный отступ – 1,25 см;

- формулы должны быть набраны в редакторе MS Equation или MathType;

- нумерация страниц сквозная, номер на первой странице не ставится;

- в конце работы необходим список использованной литературы согласно ГОСТ Р 7.0.5 – 2008;

- объем работы зависит от сложности и объема решения задач из семестрового задания.

Контрольная работа выполняется индивидуально в письменной форме в течение 10 недель с момента выдачи задания.

Контрольный срок сдачи – последний месяц семестра. Тема работы связана с анализом проектных решений.

Контрольная работа заключается в создании:

1. разработки проекта создания или модернизации технической системы с возможностью дистанционного мониторинга, управления и концепцией предиктивной аналитики критических параметров;

а. описание концепции разрабатываемой системы, ее назначение и принцип работы;

б. подбор и обоснование компонент системы;

с. создание принципиальной схемы управления на базе микроконтроллеров;

д. создание параметрической сборки технической системы с разработанной платой управления и построении ее цифрового двойника с учетом заданных материалов;

е. проведение оптимизации сборки, построение дерева вариантов оптимизированного изделия и повторный анализ;

2. формализация требований и описание программного обеспечения системы:

а. разработка диаграмм использования, интерфейсов взаимодействия и добавление средств мониторинга показателей системы и/или внешней среды;

б. описание алгоритмов и методов работы программного обеспечения;

с. приведение фрагментов кода программы с описанием и комментариями по результатам данных получаемых с сенсорных устройств, устройств ввода/вывода информации, а также актуаторов;

д. приведение результатов тестирования проекта системы на виртуальных стендах;

3. приложение для анализа показателей мониторинга:

а. описание концепции приложения для анализа показателей мониторинга;

б. описание массива считываемых данных;

с. постановка задачи предиктивной аналитики и/или проактивного управления;

## d. описание методов решения.

Приложение ТЗ на проект.  
Все выполненные работы, а именно результаты тестов, результаты выполнения лабораторных и контрольных работ, пояснительные записки и сопутствующие файлы хранятся в LMS университета и привязаны к соответствующему курсу.

## Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

Повышенный уровень: обучающийся демонстрирует глубокое знание учебного материала; способен использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных ситуациях; способен анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения практико-ориентированных заданий.  
Базовый уровень: обучающийся способен понимать и интерпретировать освоенную информацию; демонстрирует осознанное владение учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности, необходимыми для решения практико-ориентированных заданий  
Пороговый уровень: обучающийся обладает необходимой системой знаний и владеет некоторыми умениями; демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий на репродуктивном уровне.  
Уровень ниже порогового: система знаний, необходимая для решения учебных и практико-ориентированных заданий, не сформирована; обучающийся не владеет основными умениями, навыками и способами деятельности

## Уровень сформированности компетенции

1. Повышенный уровень
2. Базовый уровень
3. Пороговый уровень
4. Ниже порогового

## Шкала оценивания для промежуточной аттестации. Экзамен с оценкой

1. 5 (отлично)
2. 4 (хорошо)
3. 3 (удовлетворительно)
4. 2 (неудовлетворительно)

## Шкала оценивания по БРС

1. 90 и более
2. 76 - 89 баллов
3. 61-75 баллов
4. Ниже 60

## Критерии оценки знаний студентов по дисциплине:

Отлично. Обучающийся демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; выраженную способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации; полное и глубокое усвоение основной, и дополнительной литературы, по изучаемой учебной дисциплине; умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин; творческую самостоятельную работу на учебных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

Хорошо. Обучающийся демонстрирует: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной дисциплины; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность решать сложные проблемы в рамках учебной дисциплины; свободное владение типовыми решениями; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по учебной дисциплине; умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку; активную самостоятельную работу на учебных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

Удовлетворительно. Обучающийся демонстрирует достаточные знания в объеме рабочей программы по учебной дисциплине; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках изучаемой дисциплины; усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по дисциплине; работу на учебных занятиях под руководством преподавателя, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

Неудовлетворительно. Обучающийся демонстрирует фрагментарные знания в рамках изучаемой дисциплины; знания отдельных литературных источников, рекомендованных рабочей программой по учебной дисциплине; неумение использовать научную терминологию учебной дисциплины, наличие в ответе грубых, логических ошибок; пассивность на занятиях или отказ от ответа, низкий уровень культуры исполнения заданий.

Вопросы промежуточной аттестации (Экзамен)

1. Дайте определение понятия цифровой двойни.
2. Дайте определение понятия цифровая тень.
3. Какие стадии жизненного цикла и развития технологии и системы по Адизесу вы знаете
4. Принципы модернизации технической системы и технологии
5. Какие платформы интернет вещей вы знаете
6. Основные компоненты систем с сервис-ориентированной архитектурой распределенных систем
7. Какие методы искусственного интеллекта и для каких задач применяются в киберфизических системах
8. Какие принципы построения параметрических сборок технических систем вы знаете
9. Какие методы анализа проектных решений в современных САПР и вы знаете
10. Какие методы расчета надежности технической системы вы знаете
11. Какие методы повышения надежности технической системы вы знаете
12. Какие типы отказа технической системы вы знаете, приведите примеры
13. Опишите стадии анализа проектных решений в САПР
14. Какие принципы оптимизации, в том числе топологической в современных САПР вы знаете
15. Опишите стадии создания цифровой тени устройства, какие компоненты необходимы для ее реализации
16. Опишите типовой функционал промышленной платформы интернет вещей
17. Создайте параметрическую модели по чертежу
18. Создайте адаптивную сборку изделия по чертежу
19. Провести анализ изделия на деформации и нагрузку
20. Провести оптимизацию геометрии изделия
21. Разработайте проект устройства с дистанционным управлением.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Сафьянников, Н. М. Информационно-измерительные преобразователи киберфизических систем : учебное пособие для вузов / Н. М. Сафьянников, О. И. Буренева, А. Н. Алипов. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 236 с. - ISBN 978-5-8114-5402-0 : Б. ц. - URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/152596">https://e.lanbook.com/book/152596</a>
Э2	Пенькова, Т. Г. Модели и методы искусственного интеллекта : учебное пособие / Т. Г. Пенькова, Ю. В. Вайнштейн. - Красноярск : СФУ, 2019. - 116 с. - ISBN 978-5-7638-4043-8 : Б. ц. - URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/157579">https://e.lanbook.com/book/157579</a>
Э3	Кабалдин, Ю. Г. Управление киберфизическими и механообрабатывающими системами в цифровом производстве на основе искусственного интеллекта и облачных технологий : учебное пособие / Ю. Г. Кабалдин, Д. А. Шатагин, П. В. Колчин. — Москва : Машиностроение, 2019. — 293 с. — ISBN 978-5-907104-17-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/151072">https://e.lanbook.com/book/151072</a>
Э4	Журнал « МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ », <a href="http://mais-journal.ru/jour">http://mais-journal.ru/jour</a>
Э5	Журнал « КОМПЬЮТЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ », <a href="http://crm.ics.org.ru/">http://crm.ics.org.ru/</a>
Э6	Журнал « САПР И ГРАФИКА », <a href="http://www.sapr.ru/">http://www.sapr.ru/</a>
Э7	Журнал «Computers & Industrial Engineering», <a href="http://www.sciencedirect.com/science/journal/03608352">http://www.sciencedirect.com/science/journal/03608352</a>
Э8	Журнал «Computer-Aided Design», <a href="http://www.sciencedirect.com/science/journal/00104485">http://www.sciencedirect.com/science/journal/00104485</a>
Э9	<a href="http://www.sciencedirect.com/science/journal/00104485">http://www.sciencedirect.com/science/journal/00104485</a>
Э10	Журнал «Качество. Инновации. Образование.» <a href="http://www.quality-journal.ru/">http://www.quality-journal.ru/</a>
Э11	Журнал «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ», <a href="http://intsys.msu.ru/magazine/">http://intsys.msu.ru/magazine/</a>
Э12	Журнал «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ», <a href="http://www.vimi.ru/node/434">http://www.vimi.ru/node/434</a>
Э13	Журнал «Вестник компьютерных и информационных технологий», <a href="http://www.vkit.ru/">http://www.vkit.ru/</a>
Э14	Журнал «Engineering Applications of Artificial Intelligence», <a href="http://www.sciencedirect.com/science/journal/09521976">http://www.sciencedirect.com/science/journal/09521976</a>
Э15	Российская электронная научная библиотека. – Режим доступа: <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>
Э16	Поисковая система публикаций научных изданий. – Режим доступа: <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>
Э17	Поисковые системы: <a href="http://www.yandex.ru">www.yandex.ru</a> , <a href="http://google.ru">google.ru</a> <a href="http://www.rambler.ru">www.rambler.ru</a>
Э18	Поисковая система публикаций научных изданий. – Режим доступа: <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>
Э19	С.В. Быковский, Я.Г. Горбачев, А.О. Ключев, А.В. Пенской, А.Е. Платунов , СОПРЯЖЁННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ (HARDWARE/SOFTWARE CO-DESIGN), Часть 1, Университет ИТМО, 2016 <a href="https://books.ifmo.ru/file/pdf/2021.pdf">https://books.ifmo.ru/file/pdf/2021.pdf</a>
Э20	М.В. Овечкин, В.Н. Шерстобитова, Системы автоматизированного проектирования: моделирование в машиностроении : учебное пособие, ОГУ, 2016, <a href="https://e.lanbook.com/book/110596">https://e.lanbook.com/book/110596</a>

Э21	Борейшо АС Борейшо ВА Евдокимов ИМ Ивакин СВ Лазеры применения и приложения: учебное пособие/ СПб.: изд. Лань, 2016. - 520 <a href="https://e.lanbook.com/reader/book/87570/#2">https://e.lanbook.com/reader/book/87570/#2</a>
Э22	Зубарев ЮМ Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку, / СПб.: изд. Лань, 2016. - 256 <a href="https://e.lanbook.com/reader/book/104944/#1">https://e.lanbook.com/reader/book/104944/#1</a>
Э23	Зубарев ЮМ Введение в инженерную деятельность Машиностроение : учебное пособие/ СПб.: изд. Лань, 2018. - 232 <a href="https://e.lanbook.com/reader/book/104944/#2">https://e.lanbook.com/reader/book/104944/#2</a>
Э24	Гордин, Андрей Андреевич. Теория управления : видеолекция: дисциплина "Теория управления" / А. А. Гордин ; ВятГУ, ФМиС, каф. МиМ. - Киров : ВятГУ, [2018]. - Б. ц. - URL: <a href="https://online.vyatsu.ru/content/teoriya-upravleniya-9">https://online.vyatsu.ru/content/teoriya-upravleniya-9</a>
Э25	<a href="https://online.vyatsu.ru/content/teoriya-upravleniya-9">https://online.vyatsu.ru/content/teoriya-upravleniya-9</a>
Э26	Модели и способы взаимодействия пользователя с киберфизическим интеллектуальным пространством : монография / И. В. Ватаманюк, Д. К. Левоневский, Д. А. Малов [и др.]. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-3877-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/119635">https://e.lanbook.com/book/119635</a>
Э27	Лосев, К. Ю. Кибернетика и киберфизические системы в строительстве : учебно-методического пособие / К. Ю. Лосев. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2020. — 44 с. — ISBN 978-5-7264-2219-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/149221">https://e.lanbook.com/book/149221</a>
Э28	Муромцев, Д. И. Интернет Вещей: Введение в программирование на arduino : учебно-методическое пособие / Д. И. Муромцев, В. Н. Шматков. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2018. — 36 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/136448">https://e.lanbook.com/book/136448</a>
Э29	Ли, П. Архитектура интернета вещей / П. Ли ; перевод с английского М. А. Райтман. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 454 с. — ISBN 978-5-97060-672-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/112923">https://e.lanbook.com/book/112923</a>
Э30	Дубков, И. С. Решение практических задач на базе технологии интернета вещей : учебное пособие / И. С. Дубков, П. С. Сташевский, И. Н. Яковина. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 80 с. — ISBN 978-5-7782-3161-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/118206">https://e.lanbook.com/book/118206</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Adobe Acrobat Reader DC — бесплатное решение для просмотра файлов PDF
6.3.1.2	LibreOffice — офисный пакет
6.3.1.3	Arduino IDE - бесплатное программное обеспечение
6.3.1.4	Google Chrome — веб-браузер
6.3.1.5	Autodesk Inventor - учебная лицензия
6.3.1.6	Microsoft Visual Studio 2019 Community — среда разработки
6.3.1.7	

### 6.4 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Библиотека (НТБ), <a href="http://library.vstu.ru/sci-nci">http://library.vstu.ru/sci-nci</a>
6.3.2.2	Электронная информационно-образовательная среда университета, <a href="http://eos.vstu.ru">http://eos.vstu.ru</a>
6.3.2.3	ЭБС "Лань", <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
6.3.2.4	ЭБС "Book.ru", <a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>
6.3.2.5	Электронная библиотека "Grebennikon", <a href="https://grebennikon.ru/">https://grebennikon.ru/</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) /ОБОРУДОВАНИЕ

7.1	Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. /Учебная доска, учебная мебель, интерактивная трибуна, видеопроектор.
7.2	Лаборатория информационных технологий. /Учебная мебель, компьютерная техника, оснащенная программным обеспечением, доступом в Интернет и в электронную информационно-образовательную среду университета.
7.3	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся./Учебная мебель, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета (читальный зал информационно-библиотечного центра)
7.4	

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности  
 Промежуточная аттестация обучающихся ведется непрерывно и включает в себя текущую аттестацию (контроль текущей работы в семестре, включая оценивание промежуточных результатов обучения по дисциплине, – как правило, по трем модулям) и семестровую аттестацию (зачет) – оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине.

Контрольная работа



Контрольная работа по предмету “Киберфизические системы” представляет собой законченную работу, включающую проектные решения и презентацию по реализованному проекту разработки киберфизической системы - ее цифрового двойника и цифровой тени, реализованного программного обеспечения. Позволяет оценить умения обучающихся для решения практических задач и проблем с помощью применения технологий современных инструментальных средств и методов, ориентироваться в информационном пространстве по данной тематике и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков. Полностью выполненная контрольная работа оценивается в 40 баллов.

#### Лабораторная работа.

Лабораторная работа является формой контроля и средством применения и реализации полученных обучающимися знаний, умений и навыков в ходе выполнения учебно-практической задачи, связанной с получением значимого результата с помощью реальных средств деятельности. Рекомендуются для проведения в рамках тем (разделов), наиболее значимых в формировании компетенций. За каждое полностью выполненное лабораторное задание начисляется 10 баллов.

#### Устный опрос, собеседование.

Устный опрос, собеседование являются формой оценки знаний и предполагают специальную беседу преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной. Процедуры направлены на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Устный ответ или собеседование может практиковаться преподавателем для уточнения знаний на практических и лабораторных занятиях.

Устный опрос включает 1 вопрос из группы вопросов “Контрольные вопросы и задания”, собеседование может включать более 1-го вопроса того же списка. Ответ оценивается от 0 до 3 баллов следующим образом:

3 балла - полный, логически безупречный ответ;

2 балла - ответ в целом полный, но могут иметь место несущественные пробелы в знаниях; логика ответа правильная, но некоторые моменты в своих рассуждениях студент обосновать затрудняется;

1 балл - ответ частичный, содержит значительные изъяны; нарушений логики ответа нет, но имеется ряд логических переходов в рассуждениях, которые студент обосновать затрудняется.

#### Промежуточная аттестация. Экзамен.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины. Промежуточная аттестация помогает оценить более крупные совокупности знаний, умений и навыков, в некоторых случаях – даже формирование определенных компетенций. В рамках данного предмета к форме промежуточного контроля относится экзамен.

Экзамен по дисциплине имеет цель оценить сформированность компетенций, теоретическую подготовку студента, его способность к творческому мышлению, приобретенные им навыки самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их при решении практических задач. Экзамен проводится в письменной форме. В ходе экзамена студент отвечает на вопросы билета. Билет включает два вопроса из списка “5.4. Вопросы промежуточной аттестации”, и выполняет небольшое практическое задание по темам, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по теме. Ответы на вопросы оцениваются по 10 баллов, а практическое задание оценивается максимум в 20 баллов. Дополнительные баллы, помимо баллов, полученных за контрольные и письменную работы, могут быть заработаны за правильные ответы в ходе опросов и собеседований.

Если суммарное число баллов набранных в семестре по результатам модулей и полученных на экзамене

- от 61 до 75 , то ставится итоговая оценка "Удовлетворительно",

- от 76 до 90, то ставится итоговая оценка "Хорошо",

- от 91 до 100, то ставится итоговая оценка "Отлично".

Если суммарное число баллов, набранных студентом не менее 60 баллов, то студент может согласиться с соответствующей итоговой оценкой без экзамена.

Перечень методических указаний для освоения дисциплины представлен

Сафьянников, Н. М. Информационно-измерительные преобразователи киберфизических систем : учебное пособие для вузов / Н. М. Сафьянников, О. И. Буренева, А. Н. Алипов. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 236 с. - ISBN 978-5-8114- 5402- 0 : Б. ц. - URL: <https://e.lanbook.com/book/152596>

В течении семестра для студентов проводятся групповые текущие консультации по учебной дисциплине, а также консультация перед экзаменом.

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн), в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального

назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ (при необходимости).  
Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма представления заданий оценочных средств. Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания.  
При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Методические материалы по дисциплине, разработанные в рамках реализации гранта на разработку программ бакалавриата и программ магистратуры по профилю «Искусственный интеллект», а также на повышение квалификации педагогических работников образовательных организаций высшего образования в сфере искусственного интеллекта (конкурс 2021-ИИ-01 от 10.06.2021).

1. Киберфизические системы и технологии. Практикум. / А.В.Матохина, С.Е.Драгунов; ВолгГТУ. - Волгоград, 2021. - 21 с.