

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**Институт информатики, электроники и робототехники
Кафедра электроники и цифровых информационных технологий**

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной
программы

Директор ИИЭ и Р

_____ **Р.Ш. Тешев**

_____ **Б.В. Шогенов**

« _____ » _____ 2024 г.

« _____ » _____ 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.О.05.05 «Цифровые двойники сенсорных микросхем»**

Направление подготовки
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Профиль: Современные информационные технологии в электронной технике

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Нальчик - 2024 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля) **«Цифровые двойники сенсорных микросхем»** /сост. Р. М. Калмыков – Нальчик: КБГУ, 2024 г., 26 с.

Рабочая программа дисциплины (модуля) **«Цифровые двойники сенсорных микросхем»** предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, 5 семестра, 3 курса.

Рабочая программа дисциплины (модуля) **«Цифровые двойники сенсорных микросхем»** составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «19»сентября 2017 г. № 931.

Содержание

1.	Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2.	Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	4
3.	Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	5
4.	Содержание и структура дисциплины (модуля).....	5
	<i>Структура дисциплины (модуля)</i>	<i>7</i>
5.	Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	8
5.1.	Коллоквиум	8
5.1.1	<i>Вопросы, выносимые на коллоквиум (контролируемая компетенция ОПК-2)</i>	<i>8</i>
5.2.	Образцы тестовых заданий(контролируемая компетенция ОПК-2).....	10
	<i>Методические рекомендации по подготовке к тестированию</i>	<i>11</i>
	<i>Критерии оценивания</i>	<i>12</i>
5.3.	Задания для лабораторных занятий	12
6.	Промежуточная аттестация	13
	Критерии оценки качества освоения дисциплины приведены в приложении 2.	16
7.	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности.....	16
8.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля).....	17
	<i>Основная литература</i>	<i>17</i>
	<i>Дополнительная литература</i>	<i>17</i>
	<i>Периодические издания</i>	<i>18</i>
	<i>Интернет-ресурсы</i>	<i>18</i>
9.	Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий	23
10.	Материально-техническое обеспечение дисциплины	23
	Приложение 1. Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля) ...	25
	Приложение 2. Критерии оценки качества освоения дисциплины	26

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

- получение знаний и формирование профессиональных компетенций в области разработки и использования базовых элементов цифровых двойников сенсорных микросхем.
- овладение общеинженерными знаниями, программными инструментами и методами для постановки задачи и разработки цифрового двойника сенсорных микросхем.

Основные задачи изучения дисциплины:

- способствовать развитию практических умений для разработки и использования элементов цифровых двойников сенсорных микросхем.
- привить навыки разработки проектов в единой информационной среде со сквозной организацией выполнения в программных продуктах.

Изучение дисциплины направлено на подготовку специалистов, способных решать проблемы, возникающие при эксплуатации изделий электронной техники с учетом области, типов и задач профессиональной деятельности в соответствии с профессиональными стандартами:

- 06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31 июля 2019 года N 540н (зарегистрирован в Минюсте РФ 28 августа 2019 года, регистрационный N 55756).
- 0.058 «Инженер - технолог по производству изделий микроэлектроники», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 г. № 480н (зарегистрирован Минюстом России 29.07.2019 г. № 55439).

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина включена в вариативную часть обязательных дисциплин учебного плана по направлению подготовки ВО 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиль: «Современные информационные технологии в электронной технике».

При освоении дисциплины обучающийся сможет частично продемонстрировать следующие обобщенные трудовые функции (ОТФ):

- **Эксплуатация радиоэлектронной аппаратуры** (профессиональный стандарт 06.005«Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник)», код В, уровень квалификации -5);
- **Разработка единичных технологических процессов и рекомендаций по устранению и предупреждению брака в производстве изделий микроэлектроники**(профессиональный стандарт 40.058 «Инженер - технолог по производству изделий микроэлектроники», код В, уровень квалификации -6).

Изучение дисциплины «**Цифровые двойники сенсорных микросхем**» базируется на следующих, ранее изучаемых, дисциплинах: «Цифровые информационные технологии», «Алгоритмизация и программирование», «Электроника».

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при выполнении бакалаврской выпускной квалификационной работы.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование **профессиональной компетенции (ПКС-1)**:

Способен использовать знания о системах интернета вещей.

Коды и наименования индикаторов достижения компетенции:

ПКС-Б.1.1 - Способен понимать стандарты и основные технологии систем интернета вещей.

ПКС-Б.1.2 - Способен определять требования к системам интернета вещей в зависимости от поставленной задачи по их применению.

ПКС-Б.1.3 - Способен овладеть навыками моделирования и расчета.

В результате изучения дисциплины «Цифровые двойники сенсорных микросхем» студент должен:

Знать: концепцию, уровни, связь с Интернетом вещей и роль численного и системного моделирования цифровых двойников сенсорных микросхем.

Уметь:

- обоснованно выбирать необходимые для решения задачи создания цифрового двойника программы: NX MCD Siemens, Tia Portal Siemens, RobotExpert.
- использовать методы и инструменты разработки цифрового двойника сенсорных микросхем программных продуктов NX MCD Siemens, Tia Portal Siemens, RobotExpert.

Владеть: навыками использования программных средств MS Office для оформления технической документации и дистанционных сред (Moodle, Google meet) для представления проектов цифровой системы управления технологическим процессом.

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

В таблице 1 приводится описание содержания дисциплины, структурированное по разделам, с указанием по каждому разделу формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), коллоквиум (К), тестирование (Т).

Таблица 1

	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Форма текущего контроля
1	Микроэлектронные сенсорные системы	Современные сенсорные интерфейсы на основе датчиков S-Touch компании STMicroelectronics.	ПКС-1	ЛР, К, Т

		Реализация сенсорного управления на емкостных датчиках.		
2	Концепция, определения и классификация цифровых двойников. Инжиниринговые инструменты для их создания.	Современная концепция цифрового двойника, базовые понятия и их определения. Определение цифровых двойников (ЦД) и эволюция термина. ЦД и эволюция составляющих технологий. Классификация ЦД по уровню сложности, зрелости. Инжиниринговые инструменты для создания ЦД и их эволюция. ЦД и оптимизация изделия, аддитивные технологии.	ПКС-1	ЛР, К, Т
3	Технологии сбора и обработки данных для создания цифровых двойников. Технологии математического моделирования.	Технологии математического моделирования и цифровых теней. ЦД, облака и периферийные вычисления. Имитационное моделирование как методология построения ЦД.	ПКС-1	ЛР, К, Т
4	Проектирование и создание цифровых двойников для управления сенсорных систем.	Параметры объектов взаимодействия, влияющие на эффективность применения цифрового двойника. Физические и виртуальные производственные процессы в рамках концепции цифровых двойников. Применение технологии цифровых двойников на этапах жизненного цикла производственных систем. Преимущества и недостатки применения концепции цифровых двойников в производственных системах		
5	Process Simulate. Симуляция различных процессов.	Модульная структура программы Process Simulate. Симуляция различных процессов.	ПКС-1	ЛР, К, Т
6	Программные продукты разработки цифровых двойников	Обзор и краткая характеристика программных продуктов для проектирования и создания цифровых двойников изделий, объектов, систем.	ПКС-1	ЛР, К, Т
7	3-D моделирование в Solid Works	Система автоматизированного проектирования SolidWorks Инструменты и возможности базового модуля.	ПКС-1	ЛР, К, Т

8	Основы моделирования объектов в 3D MAX.	Рабочая среда 3D MAX. Основы моделинга. Полигональное моделирование. Моделирование на основе сплайнов.	ПКС-1	ЛР, К, Т
9	Основные операции с объектами в 3D MAX.	Выделение объектов. Управление объектами. Операции с объектами.	ПКС-1	ЛР, К, Т
10	Визуализация объектов в среде в 3D MAX.	Настройки визуализации в 3ds Max. Визуализация готовой сцены. Визуализация эффектов, которые делают изображение реалистичным. Использование дополнительных визуализаторов.	ПКС-1	ЛР, К, Т

Структура дисциплины (модуля)

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов).

Вид работы	Трудоемкость, часы	
	5 семестр	Всего
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Контактная работа (в часах):	34	34
<i>Лекции (Л)</i>	17	17
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	17	17
Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа:	65	65
Курсовой проект (КП) Курсовая работа (КР)	не предусмотрены	не предусмотрены
Самостоятельное изучение разделов	65	65
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	9
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1.	Микроэлектронные сенсорные системы
2.	Концепция, определения и классификация цифровых двойников. Инжиниринговые инструменты для их создания.
3.	Технологии сбора и обработки данных для создания цифровых двойников. Технологии математического моделирования.
4.	Проектирование и создание цифровых двойников для управления сенсорных систем.
5.	Process Simulate. Симуляция различных процессов.
6.	Программные продукты разработки цифровых двойников

7.	3-D моделирование в Solid Works
8.	Основы моделирования объектов в 3D MAX.
9.	Основные операции с объектами в 3D MAX.
10.	Визуализация объектов в среде в 3D MAX.

Таблица 4. Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ
1.	Проектирование сенсорных кнопок на базе микросхемы ТТР-224
2.	Проектирование микропроцессорного модуля управления сенсорным экраном.
3.	Построение простых объектов в SolidWorks
4.	Построение сложных объектов в среде SolidWorks
5.	Построение сборок объектов в среде SolidWorks
6.	Динамические нагрузки в среде flow SolidWorks
7.	Моделирование в 3D MAX с использованием булевых операций.
8.	Группировка и создание массива объектов в 3D MAX.
9.	Текстурирование объектов в 3D MAX.
10.	Создание трехмерной анимации в среде в 3D MAX.

Таблица 5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1.	Технологические процессы создания сенсорных микросхем
2.	Основные концепции функционирования цифровых двойников.
3.	Показатели эффективности цифровых двойников.
4.	Выбор платформы и инструментов для создания цифрового двойника.
5.	Тестирование и отладка цифрового двойника.
6.	Применение и интеграция цифрового двойника.
7.	Цифровые двойники-прототипы.
8.	Цифровые двойники-экземпляры.

5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

8.1.Коллоквиум

В семестре проводятся 3 коллоквиума, которые оцениваются по 8 баллов каждый.

5.1.1 Вопросы, выносимые на коллоквиум (контролируемая компетенция ПКС-1)

Первый коллоквиум

1. Современные сенсорные интерфейсы на основе датчиков S-Touch компании STMicroelectronics.
2. Реализация сенсорного управления на емкостных датчиках.
3. Современная концепция цифрового двойника, базовые понятия и их определения.
4. Определение цифровых двойников (ЦД) и эволюция термина. ЦД и эволюция составляющих технологий.

5. Классификация ЦД по уровню сложности, зрелости.
6. Инжиниринговые инструменты для создания ЦД и их эволюция.
7. ЦД и оптимизация изделия, аддитивные технологии.
8. Технологии математического моделирования и цифровых теней.
9. ЦД, облака и периферийные вычисления.
10. Имитационное моделирование как методология построения ЦД.
11. Технологические процессы создания сенсорных микросхем
12. Основные концепции функционирования цифровых двойников.

Второй коллоквиум

1. Параметры объектов взаимодействия, влияющие на эффективность применения цифрового двойника.
2. Физические и виртуальные производственные процессы в рамках концепции цифровых двойников.
3. Применение технологии цифровых двойников на этапах жизненного цикла производственных систем.
4. Преимущества и недостатки применения концепции цифровых двойников в производственных системах.
5. Модульная структура программы Process Simulate.
6. Симуляция различных процессов в Process Simulate.
7. Обзор и краткая характеристика программных продуктов для проектирования и создания цифровых двойников изделий, объектов, систем.
8. Показатели эффективности цифровых двойников.
9. Выбор платформы и инструментов для создания цифрового двойника.
10. Тестирование и отладка цифрового двойника.
11. Применение и интеграция цифрового двойника.

Третий коллоквиум

1. Система автоматизированного проектирования SolidWorks. Инструменты и возможности базового модуля.
2. Рабочая среда 3D MAX.
3. Основы моделинга в 3D MAX.
4. Полигональное моделирование.
5. Моделирование на основе сплайнов.
6. Выделение объектов. Управление объектами. Операции с объектами.
7. Настройки визуализации в 3ds Max.
8. Визуализация готовой сцены в 3ds Max.
9. Визуализация эффектов, которые делают изображение реалистичным. Использование дополнительных визуализаторов.
10. Цифровые двойники-прототипы.
11. Цифровые двойники-экземпляры.

Рекомендации при подготовке к коллоквиуму

- проработать конспекты лекций по вопросам коллоквиума;
- прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемым вопросам;
- ответить на вопросы коллоквиума;
- при затруднениях, проконсультироваться с преподавателем.

Критерии оценивания

Оценка			
Неудовлетворительно 2 балла	удовлетворительно 4 балла	хорошо 6 баллов	отлично 8 баллов
Студент не знает значительной части вопросов, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает вопросы коллоквиума, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

5.2.Образцы тестовых заданий

(контролируемая компетенция ПКС-1)

1. Задание открытой формы. Введите ответ.

ЦД помогает _____, как физический двойник (реальный объект) работает в реальном мире, и может дать прогноз, как эта работа будет выполняться в случае своевременного обслуживания в будущем. Вставьте пропущенное слово.

2. Задание с единичным выбором. Выберите один правильный ответ.

Укажите достоинства математического моделирования физических процессов

- Модели строятся на физических законах, определяющих поведение объекта в широких границах.
- Модель позволяет делать прогнозы в широких пределах, покрываемых моделью.
- На основе моделирования физических процессов удастся выявить глубинные причинно-следственные связи и важные закономерности в поведении конкретной системы.
- Даже при больших вычислительных ресурсах требуется существенное время на расчет, что затрудняет использование модели в схемах, где необходима обратная связь в режиме реального времени.

3. Задание открытой формы. Введите ответ.

ЦД позволяет собирать _____ о физическом объекте и, используя инструменты предиктивной аналитики, делать прогнозы относительно состояния этого объекта, определять, когда следует планировать профилактическое обслуживание. Вставьте

пропущенное слово.

4 Задание открытой формы. Введите ответ.

ЦД – это цифровая копия конкретного _____ объекта, коорая отражает структуру, производительность, техническое состояние и характер рабочей миссии физического объекта, включая такие параметры, как, например, пройденные километры, возникшие неисправности, а также историю технического обслуживания и ремонта реального изделия (физического двойника). Вставьте пропущенное слово

5. Задание открытой формы. Введите ответ.

ЦД позволяет разработчикам _____ за работой виртуального объекта, чтобы лучше понять, как оптимизировать работу физического объект. Вставьте пропущенное слово.

6. Задание с множественным выбором. Выберите 4 правильных ответа.

Укажите недостатки аналитических подходов/машинного обучения

- Низкий уровень интерпретируемости результатов (например, при глубоком обучении)
- Предсказательные возможности быстро ухудшаются за пределами области действия обучающего набора
- Для создания модели необходимо наличие качественных обучающих данных
- Модель создается только из данных, – не требуя от исследователя наличия глубоких знаний предметной области
- Трудно предсказать экстремальные/критические условия поведения моделируемого объекта при ограниченном числе наблюдений

7. Задание на последовательность. Расположите в правильном порядке.

Укажите последовательность этапов эволюции цифровой модели на разных этапах жизненного цикла изделия

- a. Подключение модели к реальному объекту и добавление моделирования, базирующегося на получаемых от объекта данных.
- b. Аналитика, базирующаяся на анализе данных, получаемых от объекта
- c. Формирование модели пониженного порядка
- d. Проведение мультидисциплинарного численного моделирования.

Методические рекомендации по подготовке к тестированию

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

- а) готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине. Проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;
- б) четко выясните все условия тестирования заранее. Знать, сколько тестов Вам будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т.д.
- в) приступая к работе с тестами, внимательно и до конца прочтите вопрос и предлагаемые варианты ответов. Выберите правильные (их может быть несколько). На отдельном листке ответов выпишите цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

г) в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант.

д) если Вы встретили чрезвычайно трудный для Вас вопрос, не тратьте много времени на него. Переходите к другим тестам. Вернитесь к трудному вопросу в конце.

е) обязательно оставьте время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Критерии оценивания

Оценка			
неудовлетворительно 0 баллов	удовлетворительно 3 балла	хорошо 4 балла	отлично 5 баллов
Менее 50 % правильно выполненных заданий.	50-70% правильно выполненных заданий.	71-85% правильно выполненных заданий.	86-100% правильно выполненных заданий.

5.3.Задания для лабораторных занятий

(контролируемая компетенция ПКС-2)

Лабораторный практикум является важным элементом обучения, т.к. прививает навыки самостоятельной работы на различном лабораторном оборудовании и умение пользоваться различными приборами и инструментами.

Пример типовой лабораторной работы «Построение простых объектов в SolidWorks»

Целью данной работы является изучение программного комплекса САПР для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства, построение простых объектов в *SolidWorks*.

Методические рекомендации

Подготовка к лабораторной работе включает несколько этапов:

1. На первом этапе студент планирует свою самостоятельную работу, которая включает: уяснение задания на самостоятельную работу; подбор рекомендованной литературы; составление плана работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки. Составление плана дисциплинирует и повышает организованность в работе.
2. Второй этап включает непосредственную подготовку к выполнению лабораторной работы. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. Готовясь к практическому занятию или лабораторной работе, студент может обращаться за методической помощью к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения. При работе в

лаборатории необходимо строго выполнять все правила техники безопасности и указания преподавателя.

3. Третий этап состоит в непосредственном выполнении лабораторной работы.
4. Четвертый этап подразумевает составление отчета о проделанной работе. К отчету о выполненной работе предъявляются следующие требования:
Отчет должен содержать исчерпывающие данные, как о цели работы, так и о результатах работы.
5. Текст отчета должен быть написан аккуратно и разборчиво от руки или представлен в виде распечатки, после компьютерной верстки. В обоих случаях текст должен представлять собой логическое изложение существа вопроса. Недопустимо приведение формул, таблиц без разъяснений всех обозначений и сокращений. Отчет должен быть понятен для каждого читающего без каких-либо дополнительных вопросов у составителей отчета.
6. После представления отчета студент должен иметь, как минимум, поверхностные знания по контрольным вопросам к работе, имеющимся в методических указаниях, и ему выставляется балл, которым оценена данная лабораторная работа.

6. Промежуточная аттестация (контролируемая компетенция ПКС-1)

Список основных вопросов к зачету

1. Современные сенсорные интерфейсы на основе датчиков S-Touch компании STMicroelectronics.
2. Реализация сенсорного управления на емкостных датчиках.
3. Современная концепция цифрового двойника, базовые понятия и их определения.
4. Определение цифровых двойников (ЦД) и эволюция термина. ЦД и эволюция составляющих технологий.
5. Классификация ЦД по уровню сложности, зрелости.
6. Инжиниринговые инструменты для создания ЦД и их эволюция.
7. ЦД и оптимизация изделия, аддитивные технологии.
8. Технологии математического моделирования и цифровых теней.
9. ЦД, облака и периферийные вычисления.
10. Имитационное моделирование как методология построения ЦД.
11. Технологические процессы создания сенсорных микросхем
12. Основные концепции функционирования цифровых двойников.
13. Параметры объектов взаимодействия, влияющие на эффективность применения цифрового двойника.
14. Физические и виртуальные производственные процессы в рамках концепции цифровых двойников.
15. Применение технологии цифровых двойников на этапах жизненного цикла производственных систем.

16. Преимущества и недостатки применения концепции цифровых двойников в производственных системах.
17. Модульная структура программы Process Simulate.
18. Симуляция различных процессов в Process Simulate.
19. Обзор и краткая характеристика программных продуктов для проектирования и создания цифровых двойников изделий, объектов, систем.
20. Показатели эффективности цифровых двойников.
21. Выбор платформы и инструментов для создания цифрового двойника.
22. Тестирование и отладка цифрового двойника.
23. Применение и интеграция цифрового двойника.
24. Система автоматизированного проектирования SolidWorks. Инструменты и возможности базового модуля.
25. Рабочая среда 3D MAX.
26. Основы моделинга в 3D MAX.
27. Полигональное моделирование.
28. Моделирование на основе сплайнов.
29. Выделение объектов. Управление объектами. Операции с объектами.
30. Настройки визуализации в 3ds Max.
31. Визуализация готовой сцены в 3ds Max.
32. Визуализация эффектов, которые делают изображение реалистичным. Использование дополнительных визуализаторов.
33. Цифровые двойники-прототипы.
34. Цифровые двойники-экземпляры

Методические рекомендации при подготовке к зачету

Подготовка студентов к зачету включает три стадии:

- самостоятельная работа в течение учебного года (семестра);
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету;
- подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билете.

Основным источником подготовки к зачету является конспект лекций. Учебный материал в лекции дается в систематизированном виде, основные его положения детализируются. Правильно составленный конспект лекций содержит тот оптимальный объем информации, на основе которого студент сможет представить себе весь учебный материал.

Прежде всего, следует внимательно перечитать учебную программу и вопросы, выносимые на зачет, чтобы выделить из них наименее знакомые. Далее должен следовать этап повторения всего пройденного материала. На эту работу целесообразно отвести большую часть времени. Следующим этапом является самоконтроль знания изученного материала, который заключается в устных ответах на вопросы. Тезисы ответов на наиболее сложные вопросы желательно записать, так как в процессе записи включаются дополнительные моторные ресурсы памяти.

Для подготовки к ответам на вопросы зачета студенты должны использовать не только курс лекций и основную литературу, но и дополнительную литературу для выработки умения давать развернутые ответы на поставленные вопросы.

Предложенная методика непосредственной подготовки может быть и изменена. Так, для студентов, которые считают, что они усвоили программный материал в полном объеме и

уверены в прочности своих знаний, достаточно беглого повторения учебного материала. Основное время они могут уделить углубленному изучению отдельных, наиболее сложных, разделов и тем курса.

Ответы на теоретические вопросы должны быть даны в соответствии с формулировкой вопроса и содержать не только изученный теоретический материал, но и собственное понимание проблемы. В ответах желательно привести примеры реализации тех или иных цифровых устройств.

Подготовку к зачету по дисциплине необходимо начать с проработки основных вопросов, список которых приведен.

Для этого необходимо прочесть и уяснить содержание теоретического материала по учебникам и учебным пособиям из списка основной и дополнительной литературы. Список может быть дополнен и расширен самими студентами. Особое внимание при подготовке к зачету необходимо уделить терминологии, т.к. успешное овладение любой дисциплиной предполагает усвоение основных понятий, их признаков и особенности.

Таким образом, подготовка к зачету включает в себя проработку основных вопросов курса; чтение основной и дополнительной литературы по темам курса; подбор примеров из практики, иллюстрирующих теоретический материал курса; систематизацию и конкретизацию основных понятий; составление примерного плана ответа на вопросы зачета.

В ходе подготовки к зачету студентам необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания изучаемых вопросов. А это достигается не простым заучиванием, а усвоением прочных, систематизированных знаний, аналитическим мышлением. Следовательно, непосредственная подготовка к зачету должна в разумных пропорциях сочетать и запоминание, и понимание программного материала.

Можно выделить следующие аспекты, по которым преподаватель обычно оценивает ответ на зачете: содержательность (четкое и достаточно глубокое изложение вопроса); полнота и одновременно разумная лаконичность; степень использования и понимания научных источников; умение связывать теорию с практикой, творчески применять знания к неординарным ситуациям; логика и аргументированность изложения; грамотное комментирование, приведение примеров, аналогий; культура речи.

В ходе подготовки к зачету студенту необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания изучаемых вопросов. А это достигается не простым заучиванием, а усвоением прочных систематизированных знаний аналитическим мышлением. Следовательно, непосредственная подготовка к зачету должна в разумных пропорциях сочетать и запоминание, и понимание программного материала.

Распределение баллов текущего, рубежного контроля и экзамена

№		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3 точка
1.	Текущий контроль				
	посещение занятий	10 баллов	3 балла	3 балла	4 балла

	выполнение и защита лабораторных работ	21 балл	7 баллов	7 баллов	7 баллов
2.	Рубежный контроль				
	тестирование	15 баллов	5 баллов	5 баллов	5 баллов
	коллоквиум	24 балла	8 баллов	8 баллов	8 баллов
	Итого	70 баллов	23 балла	23 балла	24 балла

Критерии оценивания

При освоении дисциплины формируется компетенция ПКС-1. Указанная компетенция формируется в соответствии со следующими этапами:

- формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанной компетенцией (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов);
- приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенцией (лабораторные работы, самостоятельная работа студентов);
- закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенцией (лабораторные работы, практики, выпускная квалификационная работа).

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- базовый уровень (**оценка «удовлетворительно»**) является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень (**оценка «хорошо»**) характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- высокий уровень (**оценка «отлично»**) характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

Критерии оценки качества освоения дисциплины приведены в приложении 2.

7. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Таблица 6. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке.

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала
ПКС-1 Способен использовать знания о	Знать: концепцию, уровни, связь с Интернетом вещей и роль численного и системного моделирования	Выполнение и защита лабораторных работ;

<p>системах интернета вещей.</p> <p>Коды и наименования индикаторов достижения компетенции:</p> <p>ПКС-Б.1.1 - Способен понимать стандарты и основные технологии систем интернета вещей.</p> <p>ПКС-Б.1.2 - Способен определять требования к системам интернета вещей в зависимости от поставленной задачи по их применению.</p> <p>ПКС-Б.1.3 - Способен овладеть навыками моделирования и расчета.</p>	<p>цифровых двойников сенсорных микросхем.</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обоснованно выбирать необходимые для решения задачи создания цифрового двойника программы: NX MCD Siemens, Tia Portal Siemens, RobotExpert. - использовать методы и инструменты разработки цифрового двойника сенсорных микросхем программных продуктов NX MCD Siemens, Tia Portal Siemens, RobotExpert. <p>Владеть: навыками использования программных средств MS Office для оформления технической документации и дистанционных сред (Moodle, Google meet) для представления проектов цифровой системы управления технологическим процессом.</p>	<p> типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1</i>); типовые тестовые задания(<i>раздел 5.2</i>.); типовые оценочные материалы к экзамену (<i>раздел 6</i>.).</p> <p>Выполнение и защита лабораторных работ; типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1</i>); типовые тестовые задания(<i>раздел 5.2</i>.); типовые оценочные материалы к экзамену (<i>раздел 6</i>.).</p> <p>Выполнение и защита лабораторных работ; типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1</i>); типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2</i>.); типовые оценочные материалы к экзамену (<i>раздел 6</i>.).</p>
--	--	---

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература

1. Пенский О.Г. Математические модели цифровых двойников: учебное пособие / Пенский О.Г.. — Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2019. — 156 с. — ISBN 978-5-7944-3267-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/118930.html>
2. Черняева С.Н. Имитационное моделирование систем: учебное пособие / Черняева С.Н., Денисенко В.В.. — Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 96 с. — ISBN 978-5-00032-180-5. — Текст:

электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/50630.html>

Дополнительная литература

1. Решмин, Б. И. Имитационное моделирование и системы управления / Б. И. Решмин. — Москва : Инфра-Инженерия, 2016. — 74 с. — ISBN 978-5-9729-0120-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс <https://www.iprbookshop.ru/51719.html> IPR SMART : [сайт]. — URL: 7
2. Гусев С.А. Цифровые двойники в области автомобильного транспорта : учебное пособие / Гусев С.А., Куверин И.Ю., Гусева И.А.. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2023. — 248 с. — ISBN 978-5-7433-35558. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/131673.html>

Периодические издания

Перечень периодических изданий, получаемых библиотекой КБГУ, в которых студент может ознакомиться с современными достижениями в области электроники, микро и нанoeлектроники:

- Физика. (Физика полупроводниковых проводников и диэлектриков, квантовая электроника). Известия ВУЗов.
- Электроника.
- Физика и техника полупроводников.
- Микроэлектроника.
- Квантовая электроника.
- Радиоэлектроника
- Материалы электронной техники.
- Физика твердого тела
- Известия вузов.

Интернет-ресурсы

1. <http://lib.kbsu.ru/>- Библиотека КБГУ.
2. <http://www.garant.ru/> - Справочная правовая система «Гарант».
3. <http://www.consultant.ru/> -Справочная правовая система «КонсультантПлюс».
4. <http://www.studmedlib.ru> - ЭБС «Консультант студента»
5. http://www.ph4s.ru/book_electronika.html - Образовательный проект А.Н.Варгина
6. <http://www.Russianelectronics.ru> -портал «Время электроники»;
7. <http://www.platan.ru> – каталог электронных компонентов;
8. <http://metodist.lbz.ru/iiumk/nano/lections.php> - видеоролики по нанотехнологии;
9. <http://nano.fcior.edu.ru> – каталог научно- образовательных ресурсов для наноиндустрии.
10. <https://www.sciencedirect.com/> - Полнотекстовая база данных ScienceDirect.

**Перечень актуальных электронных информационных баз данных,
к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ (2024-2025 уч.г.)**

№п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа
РЕСУРСЫ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ					
1.	ЭБС «Консультант студента»	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	http://www.studmedlib.ru http://www.medcollege.ru	ООО «Консультант студента» (г. Москва) Договор №25КСЛ/08-2023 от 27.09.2023 г. Активен до 30.09.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
2.	«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)»	http://www.studmedlib.ru	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №40КСЛ/03-2024 от 04.04.2024 г. Активен до 19.04.2025г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
3.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным	https://e.lanbook.com/	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №55/ЕП-223 от 08.02.2024 г. Активен до 15.02.2025г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

		областям знаний.			
4.	ЭБС «Лань»	Коллекция электронных изданий «ФПУ. 10-11 кл. Изд-во «Просвещение». Общеобразовательные предметы.	https://e.lanbook.com/	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №246ЕП/223 от 31.07.2023 г. Активен до 01.09.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
5.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	https://rusneb.ru/	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/16 66-п от 10.09.2020г. Бессрочный	Авторизованный доступ с АРМ библиотек и (ИЦ, ауд.№115)
6.	ЭБС «IPSMART»	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий.	http://iprbookshop.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Красногорск, Московская обл.) №156/24П от 04.04.2024 г. срок предоставления лицензии: 12 мес.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
7.	ЭОР «РКИ» (Русский язык как иностранный)	Тематическая коллекция «Русский язык как иностранный» Издательские коллекции: «Златоуст»; «Русский язык. Курсы»; «Русский язык» (Курсы УМК «Русский язык	http://www.ros-edu.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Москва) Договор №280/24 РКИ от 19.06.2024 г. срок предоставления лицензии: 1 год	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

		сегодня» - 6 книг)			
8.	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://urait.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №329/ЕП-223 От 23.10.2023 г. Активен по 31.10.2024 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
9.	ЭБС «Юрайт» для ВО	Электронные версии 8000 наименований учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для ВО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://urait.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №54/ЕП-223 От 08.02.2024 г. Активен по 28.02.2025 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
10.	ЭР СПО «PROFобразование»	База данных электронных изданий учебной, учебно-методической и научной литературы для СПО	https://profspo.ru/	ООО «Профобразование» (г. Саратов) Договор №11634/24 PROF_FPU от 29.05.2024 г. Активен до 30.09.2025 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
РЕСУРСЫ ДЛЯ НАУКИ					
11.	ЭБД РГБ	Электронная библиотека диссертаций	https://diss.rsl.ru/	ФГБУ «РГБ» Договор №095/04/0014 от 30.01.2024 Активен до 31.12.2024	Авторизованный доступ с АРМ библиотек и (ИЦ, ауд.№115)

12.	Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ» Лицензионное соглашение №14830 от 01.08.2014г. Бессрочное	Полный доступ
13.	База данных Science Index (РИНЦ)	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов.	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ» Лицензионный договор Science Index №SIO-741/2023 от 06.10.2023 г. Активен до 31.10.2024г.	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющихс я в РИНЦ
14.	Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	http://www.prilib.ru	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) Соглашение от 15.11.2016г. Бессрочный	Авторизованный доступ из библиотек и (ауд. №115, 214)
15.	Polpred.com. Новости. Обзор СМИ.	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты	http://polpred.com	ООО «Полпред справочники»	Доступ по IP-адресам КБГУ

	Россия и зарубежье	+ аналитика из 600 изданий по 53 отраслям		Безвозмездно (без официального договора)	
--	-------------------------------	---	--	---	--

9. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

1. Студенты имеют доступ к единому образовательному portalу, где могут в открытом доступе пользоваться ресурсами учебно-методической литературы, являющимися разработками ведущих ВУЗОВ России.

2. Для рейтингового контроля используется система компьютерного тестирования на базе программного обеспечения Moodle.

3. При выполнении лабораторного практикума студенты в обязательном порядке проводят обработку экспериментальных данных с применением программных сред Microsoft Excel, MathCad.

4. В рамках обеспечения применения компьютерных технологий в образовательном процессе имеются специализированные компьютерных класса с современным программным обеспечением и имеющим выход в Интернет.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При реализации учебной работы в рамках дисциплины «Аддитивные технологии» используются средства дистанционного сопровождения учебного процесса в форме сайтов с материалами лекций. Курс имеет электронные версии (презентации) лекций. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.

Материально-техническую базу для проведения занятий по дисциплине составляют:

- специализированная аудитория, используемая при проведении занятий лекционного типа №136, расположенная по адресу: 360004, Кабардино-Балкарская республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 175, учебный корпус университета №4 (ФМФ), условный номер – 14, оснащенная мультимедийным проектором и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы;
- рабочее место преподавателя;
- рабочие места студентов;
- меловая доска.

Мультимедийная презентация, сопровождающая лекцию, позволяет преподавателю акцентировать внимание студенческой аудитории на ключевых вопросах лекции.

Дисциплина обеспечена:

- тестовым материалами в электронной обучающей системе «Moodle» (Открытый университет);
- книжным фондом библиотеки;
- электронными версиями лекций и учебников.

Студенты имеют доступ через Интернет доступ к электронной обучающей системе «Moodle» (Открытый университет), которая позволяет размещать электронные учебные курсы в свободном доступе для студентов университета.

При проведении занятий лекционного типа, семинарских занятий используются:
лицензионное программное обеспечение и свободно распространяемые программы:

- MicrosoftOffice лицензия: Договор №135 от 22.05.2018, договор № л-21100 от 20.09.2017, сертификат от 29.11.2017, договор № 28/2017-31705322460 от 29.08.2017, договор № 18/2016-31603884322 от 12.08.2016, договор № 4/14-08 от 14.08.2015, договор № 1/01-12 от 01.12.2014, договор №0331100002314000061-0003152-01 от 25.11.2014, договор №0331100002314000077-0003152-01 от 29.12.2014, договор №0331100002314000038-0003152-01 от 10.09.2014, сертификат от 20.04.2009, сертификат от 18.06.2008, сертификат от 12.10.2007, сертификат от 14.03.2007;
- архиватор 7z, Adobe Acrobat Reader лицензия: предоставляется бесплатно на условиях по адресу <https://www.adobe.com/ru/legal/terms.html>;
- Mozilla Firefox лицензия: GPL/LGPL/MPL, GoogleChrome лицензия: предоставляется бесплатно на условиях лицензионных соглашений на программное обеспечение с открытым исходным кодом по адресу <https://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html>.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. Специализированное помещение для инвалидов расположено по адресу: 360004, Кабардино-Балкарская республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173, главный учебный корпус университета, аудитория №145.

В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

- альтернативной версией официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху – дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

Приложение 1

Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля)
 «Цифровые двойники сенсорных микросхем» по направлению подготовки
 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника направленность (профиль) Современные
 информационные технологии в электронной технике на 20__ – 20__ учебный год

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений	Примечание

*Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры
 электроники и цифровых информационных технологий,*

протокол № _____ от «___» _____ 20 ____ г.

Заведующий кафедрой

_____ / Р.Ш. Тешев / _____
 подпись расшифровка подписи дата

Приложение 2

Критерии оценки качества освоения дисциплины

Код компетенции	РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				
		Шкала по традиционной пятибалльной системе				
		недопуск	неудовлетворительно	Базовый уровень удовлетворительно/ диф. зачет	Продвинутый уровень хорошо/диф. зачет	Высокий уровень отлично/диф. зачет
		Шкала по балльно-рейтинговой системе				
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
ПКС-1 Способен использовать знания о системах интернета вещей. Коды и наименования индикаторов достижений компетенции: ПКС-Б.1.1 - Способен понимать стандарты и основные технологии систем интернета вещей. ПКС-Б.1.2 - Способен определять требования к системам интернета вещей	Знать: концепцию, уровни, связь с Интернетом вещей и роль численного и системного моделирования цифровых двойников сенсорных микросхем.	Не знает	отсутствие знаний о: концепции, уровнях, связи с Интернетом вещей и роли численного и системного моделирования цифровых двойников сенсорных микросхем.	неполные знания о: концепции, уровнях, связи с Интернетом вещей и роли численного и системного моделирования цифровых двойников сенсорных микросхем.	в целом успешные знания о: концепции, уровнях, связи с Интернетом вещей и роли численного и системного моделирования цифровых двойников сенсорных микросхем.	полностью сформированные знания о: концепции, уровнях, связи с Интернетом вещей и роли численного и системного моделирования цифровых двойников сенсорных микросхем.
	Уметь: - обоснованно выбирать необходимые для решения задачи создания цифрового двойника программы: NX MCD Siemens, Tia Portal Siemens, RobotExpert. - использовать методы и инструменты разработки цифрового двойника сенсорных микросхем программных продуктов NX MCD	Не умеет	отсутствие или частичное умение: - обоснованно выбирать необходимые для решения задачи создания цифрового двойника программы: NX MCD Siemens, Tia Portal Siemens, RobotExpert. - использовать методы и инструменты разработки цифрового двойника сенсорных микросхем программных продуктов NX MCD	недостаточное умение: - обоснованно выбирать необходимые для решения задачи создания цифрового двойника программы: NX MCD Siemens, Tia Portal Siemens, RobotExpert. - использовать методы и инструменты разработки цифрового двойника сенсорных микросхем программных продуктов NX MCD Siemens, Tia Portal Siemens, RobotExpert.	в целом успешное умение: - обоснованно выбирать необходимые для решения задачи создания цифрового двойника программы: NX MCD Siemens, Tia Portal Siemens, RobotExpert. - использовать методы и инструменты разработки цифрового двойника сенсорных микросхем программных продуктов NX MCD	полностью сформированное умение: - обоснованно выбирать необходимые для решения задачи создания цифрового двойника программы: NX MCD Siemens, Tia Portal Siemens, RobotExpert. - использовать методы и инструменты разработки цифрового двойника сенсорных микросхем программных продуктов NX MCD

Код компетенции	РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				
		Шкала по традиционной пятибалльной системе				
		недопуск	неудовлетворительно	Базовый уровень удовлетворительно/ диф. зачет	Продвинутый уровень хорошо/диф. зачет	Высокий уровень отлично/диф. зачет
		Шкала по балльно-рейтинговой системе				
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
зависимости от поставленной задачи по их применению. ПКС-Б.1.3 - Способен овладеть навыками моделирования и расчета.	Siemens, Tia Portal Siemens, RobotExpert.		Siemens, Tia Portal Siemens, RobotExpert.		Siemens, Tia Portal Siemens, RobotExpert.	Siemens, Tia Portal Siemens, RobotExpert.
	Владеть: навыками использования программных средств MS Office для оформления технической документации и дистанционных сред (Moodle, Google meet) для представления проектов цифровой системы управления технологическим процессом.	Не владеет	отсутствие навыков использования программных средств MS Office для оформления технической документации и дистанционных сред (Moodle, Google meet) для представления проектов цифровой системы управления технологическим процессом.	недостаточное владение: навыками использования программных средств MS Office для оформления технической документации и дистанционных сред (Moodle, Google meet) для представления проектов цифровой системы управления технологическим процессом.	наличие навыков владения: навыками использования программных средств MS Office для оформления технической документации и дистанционных сред (Moodle, Google meet) для представления проектов цифровой системы управления технологическим процессом.	успешное владение: навыками использования программных средств MS Office для оформления технической документации и дистанционных сред (Moodle, Google meet) для представления проектов цифровой системы управления технологическим процессом.