

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

Кафедра № 14

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

А.В. Шахомиров

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«05» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровые двойники бортовых вычислительных сетей»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.05.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения
Наименование направленности/ специализации	Математическое, программное и информационное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

В.Л. Оленев

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 14

«05» февраля 2026 г, протокол № 5

Заведующий кафедрой № 14

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

В.Л. Оленев

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

В.Е. Таратун

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Цифровые двойники бортовых вычислительных сетей» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 09.05.01 «Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения» направленности/специализации «Математическое, программное и информационное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем». Дисциплина реализуется кафедрой «№14».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:  
ПК-8 «Способен выполнять анализ существующих технических решений создания и модернизации БА КА, и проводить имитационное моделирование БА КА»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением студентами методов и принципов моделирования информационных систем, средств моделирования процессов функционирования таких систем, включая техники и средства имитационного моделирования, построение концептуальной модели функционирования системы, ее формализацию и реализацию алгоритмов ее действия, подробное изучение формального механизма моделирования сетей – сетей Петри, а также основ языка моделирования SystemC.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (7 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Цифровые двойники систем и сетей (на английском языке)» является изучение студентами методов и принципов моделирования информационных систем, формальных схем, используемых для моделирования процессов функционирования таких систем, включая техники и средства имитационного моделирования, построение концептуальной модели функционирования системы, ее формализация и реализация алгоритмов ее действия с использованием средств моделирования. Как основной механизм формального описания систем в курсе рассматриваются сети Петри и их различные вариации. Курсом также предусматривается изучение языка моделирования SystemC.

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

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

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

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-8 Способен выполнять анализ существующих технических решений создания и модернизации БА КА, и проводить имитационное моделирование БА КА	ПК-8.3.1 знать способы и методы модернизации БА КА ПК-8.3.2 знать методологию проведения анализа существующих технических решений в процессе создания БА КА ПК-8.3.3 знать методы составления имитационных математических моделей электрорадио-изделий ПК-8.3.4 знать основы проектирования и конструирования РЭА ПК-8.У.1 уметь применять типовые стандартизированные решения по разработке БА КА и проводить их модернизацию ПК-8.У.2 Уметь корректировать имитационные модели БА КА ПК-8.В.1 Владеть проведением функционального анализа существующих технических решений по разработке БА КА с использованием САПР ПК-8.В.2 Владеть разработкой имитационных математических моделей электронных узлов БА КА и определением результатов имитационного моделирования БА КА

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Программирование»
- «Системы с применением искусственного интеллекта»

- «Системный анализ и методы оптимизации»
  - «Теория принятия решений».
- Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:
- «Выпускная квалификационная работа»

3. Объем и трудоемкость дисциплины

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

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№7
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	5/ 180	5/ 180
<b>Из них часов практической подготовки</b>	17	17
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	110	110
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.,	Экз.,

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

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

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Основные понятия и определения теории моделирования	2		1		10
Раздел 2. Классификация видов моделирования систем, требования к моделям	2		1		20
Раздел 3. Математические схемы моделирования	2		1		20
Раздел 4. Теория сетей Петри, методы анализа сетей Петри	2		5		20
Раздел 5. Подклассы сетей Петри	4		1		20
Раздел 6. Язык моделирования SystemC	5		8		20
Итого в семестре:	17		17		110
Итого	17	0	17	0	110

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

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	<b>Основные понятия и определения теории моделирования</b> <i>Тема 1.1 – Основные понятия и определения теории моделирования</i> Понятия и определения теории моделирования, модели, внешняя среда, функционирование моделей. Процесс создания моделей. <i>Тема 1.2 – Экспериментальные исследования по сравнению с исследованиями на моделях.</i> Роль эксперимента в теории моделирования. Эффективность экспериментальных исследований
<b>2</b>	<b>Классификация видов моделирования систем, требования к моделям</b> <i>Тема 2.1 – Виды моделирования систем и их классификация в зависимости от полноты моделирования</i> Полное, неполное и приближенное моделирование. <i>Тема 2.2 – Виды моделирования систем и их классификация в зависимости от характера изучаемых процессов</i> Детерминированные и стохастические модели. Статические и динамические модели. Непрерывное, дискретное и дискретно-непрерывное моделирование. <i>Тема 2.3 – Виды моделирования систем и их классификация с точки зрения математического описания</i> Аналоговое, цифровое и аналогово-цифровое моделирование. <i>Тема 2.4 – Классификация видов моделирования в зависимости от формы представления системы</i> Мысленное моделирование: Наглядное, символическое и Математическое. Реальное моделирование: Натурное и физическое. <i>Тема 2.5 – Требования, предъявляемые к моделям</i> Адекватность, полнота, простота и эффективность моделей.
<b>3</b>	<b>Математические схемы моделирования</b> <i>Тема 3.1 – Общее описание и классификация математических схем моделирования систем</i> Математическая схема моделирования, описание. Общее описание математических схем моделирования. Классификация схем моделирования систем. <i>Тема 3.2 – Непрерывно-детерминированные модели</i> D-схемы – определение, виды и характеристики. <i>Тема 3.3 – Дискретно-детерминированные модели</i> F-схемы – определение, виды и характеристики. <i>Тема 3.4 – Дискретно-стохастические модели</i> P-схемы – определение, виды и характеристики.

	<i>Тема 3.5 – Непрерывно-стохастические модели</i> Q-схемы – определение, виды и характеристики. <i>Тема 3.6 – Комбинированные модели и сетевые модели</i> A-схемы – определение, виды и характеристики. Краткое пояснение, что называют N-схемами (подводка к сетям Петри)
4	<b>Теория сетей Петри, методы анализа сетей Петри</b> <i>Тема 4.1 – Общая теория сетей Петри</i> Термин «Сети Петри». Общая и формальная теория сетей Петри. Применение сетей Петри для моделирования, практическое применение сетей Петри. <i>Тема 4.2 – Структура и графы сетей Петри</i> Термины и определения, входные и выходные множества, кратность. Примеры графов сетей Петри. Маркировка сетей Петри, пространство состояний, события и условия. <i>Тема 4.3 – Задачи анализа сетей Петри</i> Безопасность, ограниченность, сохранение, активность сетей Петри. <i>Тема 4.4 – Анализ достижимости сетей Петри</i> Построение деревьев достижимости, анализ при помощи деревьев достижимости, конечные деревья достижимости.
5	<b>Подклассы сетей Петри</b> <i>Тема 5.1 – Ординарные сети Петри</i> Определение, описание, применение, примеры. <i>Тема 5.2 – Ингибиторные сети Петри</i> Абстрактного векторное пространство как обобщение пространства. Определение, описание, применение, примеры. <i>Тема 5.3 – Сети Петри с приоритетами</i> Определение, описание, применение, примеры. <i>Тема 5.4 – Временные сети Петри</i> Определение, описание, применение, примеры. <i>Тема 5.5 – Стохастические сети Петри</i> Определение, описание, применение, примеры. <i>Тема 5.6 – Сети Петри с очередями</i> Определение, описание, применение, примеры. <i>Тема 5.7 – Раскрашенные сети Петри</i> Определение, описание, применение, примеры. <i>Тема 5.10 – Иерархические сети Петри</i> Операции с иерархическими сетями Петри, описание иерархических сетей Петри, примеры.
6	<b>Язык моделирования SystemC</b> <i>Тема 6.1. Основы языка SystemC и реализация первой программы</i> Установка SystemC, основные его преимущества, основные определения. Руководство по созданию первой программы. <i>Тема 6.2 События и процессы SystemC</i> Дельта-циклы, создание процессов, чувствительность. <i>Тема 6.3 Планировщик событий SystemC</i> Время симуляции, события при симуляции и описание планировщика событий <i>Тема 6.4 Типы данных языка SystemC</i> Описание различных типов данных, используемых в

	SystemC <i>Тема 6.5 SystemC интерфейсы, каналы и порты</i> Описание интерфейсов, каклов и портов в SystemC, различные типы каналов. Связь портов с интерфейсами и вызов функций через них. <i>Тема 6.6 Построение каналов и отладка SystemC моделей</i> Обзор примитивных каналов, иерархические каналы и их построение. Отладка SystemC моделей
--	--

4.3. Практические (семинарские) занятия  
Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

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

4.4. Лабораторные занятия  
Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
1	Декомпозиция сложной системы	3		3.1, 3.6
2	Составление сети Петри	4		4.1, 4.2
3	Анализ сети Петри: безопасность, сохраняемость, достижимость, активность	2		4.3, 4.4
4	Анализ системы моделирования при помощи полученной сети Петри	2		1.1, 1.2
5	SystemC модель разработанной системы	6		6.1-6.6
Всего		17		

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся  
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
----------------------------	------------	----------------

1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	50	50
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	50	50
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	110	110

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
<a href="http://www.cs.rpi.edu/courses/spring04/dci/peterson.pdf">http://www.cs.rpi.edu/courses/spring04/dci/peterson.pdf</a>	James L. Peterson Petri Nets / Department of Computer Sciences, Computing Surveys, Vol 9, No. 3, The University of Texas, 1977, стр. 1-30	
<a href="http://www-classes.usc.edu/engr/ee-s/552/coursematerials/ee552-R2.pdf">http://www-classes.usc.edu/engr/ee-s/552/coursematerials/ee552-R2.pdf</a>	Mani Balakrishnan Introduction to Petri Nets / Advanced Switching Theory and Logic Design, 2010, стр. 1-14	

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

URL адрес	Наименование
<a href="http://e.lanbook.com/books/">e.lanbook.com/books/</a>	Электронно-библиотечная система
<a href="http://www.gpntb.ru/">www.gpntb.ru/</a>	Государственная публичная научно-техническая библиотека.
<a href="http://www.nlr.ru/">www.nlr.ru/</a>	Российская национальная библиотека.
<a href="http://www.nns.ru/">www.nns.ru/</a>	Национальная электронная библиотека.
<a href="http://www.rsl.ru/">www.rsl.ru/</a>	Российская государственная библиотека

8. Перечень информационных технологий  
8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.  
Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине  
Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

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

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Мультимедийная лекционная аудитория	
3	Читальный зал библиотеки	

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации  
10.1. Состав оценочных средствдля проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.  
Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

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

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

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.  
Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.  
Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Основные понятия и определения теории моделирования. Экспериментальные исследования по сравнению с исследованиями на моделях.	ПК-8.3.1 ПК-8.3.2 ПК-8.3.3
2	Виды моделирования систем и их классификация в зависимости от полноты моделирования, характера изучаемых процессов и с точки зрения математического описания.	ПК-8.3.4 ПК-8.У.1 ПК-8.У.2 ПК-8.В.1 ПК-8.В.2
3	Классификация видов моделирования в зависимости от формы представления системы.	

4	Требования, предъявляемые к моделям.	
5	Принципы моделирования, типы обеспечений для моделирования.	
6	Место имитационных моделей в общей структуре программного обеспечения.	
7	Понятие математической схемы, мат. схемы общего вида.	
8	D-схемы.	
9	F-схемы.	
10	P-схемы.	
11	Q-схемы.	
12	A-схемы и N-схемы.	
13	Сети Петри. Применение сетей Петри для моделирования, практическое применение СП.	
14	Структура и графы сетей Петри.	
15	Маркировка и правила выполнения СП.	
16	Пространство состояний, события и условия.	
17	Задачи анализа СП: безопасность, ограниченность, достижимость.	
18	Задачи анализа СП: сохранение, активность, уровни активности.	
19	Деревья достижимости и их построение.	
20	Ординарные сети Петри.	
21	Ингибиторные сети Петри.	
22	Сети Петри с приоритетами.	
23	Временные сети Петри.	
24	Стохастические сети Петри.	
25	Сети Петри с очередями.	
26	Раскрашенные сети Петри.	
27	Иерархические сети Петри.	

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

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

Перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.  
Таблица 17 – Перечень тем для выполнения курсового проекта / курсовой работы

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

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1.	Что такое цифровой двойник? 1. цифровая копия физического объекта или процесса,	ПК-8.3.1 ПК-8.3.2

	<p>помогающая оптимизировать эффективность бизнеса.</p> <p>2. Модель крупной системы, описанная в программном коде.</p> <p>3. Формальная модель системы, описанная системами дифференциальных уравнений.</p> <p>4. ничего из вышеперечисленного</p>	ПК-8.3.3 ПК-8.3.4 ПК-8.У.1 ПК-8.У.2 ПК-8.В.1 ПК-8.В.2								
2.	<p>Назовите несколько причин, почему внедрение цифровых двойников началось только с 2010-х годов?</p> <p>1. Недостаточное развитие компьютерной техники.</p> <p>2. Не было потребности у индустрии.</p> <p>3. Экономически не эффективно.</p> <p>4. Сети передачи данных не обеспечивали нужные скорости и качество.</p>									
3.	<p>Установите соответствие между уровнями цифрового двойника и степенью их сложности. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце:</p> <table><tr><td>1. Доцифровой двойник</td><td>а. Виртуальная модель физического близнеца с адаптивным интерфейсом</td></tr><tr><td>2. Цифровой двойник</td><td>б. Виртуальная модель физического близнеца с адаптивным интерфейсом и обучением</td></tr><tr><td>3. Адаптивный Цифровой двойник</td><td>в. Виртуальный прототип</td></tr><tr><td>4. Умный Цифровой двойник</td><td>г. Виртуальная модель физического близнеца</td></tr></table>	1. Доцифровой двойник	а. Виртуальная модель физического близнеца с адаптивным интерфейсом	2. Цифровой двойник	б. Виртуальная модель физического близнеца с адаптивным интерфейсом и обучением	3. Адаптивный Цифровой двойник	в. Виртуальный прототип	4. Умный Цифровой двойник	г. Виртуальная модель физического близнеца	
1. Доцифровой двойник	а. Виртуальная модель физического близнеца с адаптивным интерфейсом									
2. Цифровой двойник	б. Виртуальная модель физического близнеца с адаптивным интерфейсом и обучением									
3. Адаптивный Цифровой двойник	в. Виртуальный прототип									
4. Умный Цифровой двойник	г. Виртуальная модель физического близнеца									
4.	<p>Назовите все пункты, что позволяет внедрение технологии цифровых двойников на стадии разработки изделия?</p> <p>1. улучшить качество проектирования изделия.</p> <p>2. обеспечить выполнение технических и тактико-технических требований.</p> <p>3. сократить количество и повысить результативность проводимых испытаний опытного образца и проработку конструкторской документации изделия на технологичность.</p> <p>4. ничего из вышеперечисленного.</p>									
5.	<p>В каком году введен ГОСТ Р 57700.37 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий»</p> <p>1. 1995</p> <p>2. 1984</p> <p>3. 2022</p> <p>4. 2001</p>									
6.	<p>Какой из приведенных ниже пунктов описывает создание процесса-нити с тактированием?</p> <p>1. SC_THREAD(func)</p> <p>2. SC_METHOD(func)</p> <p>3. SC_HAS_PROCESS</p> <p>4. SC_CTHREAD(func, clock)</p>									
7.	<p>Расположите в правильном порядке этапы выполнения любой SystemC программы:</p> <p>1. Моделирование</p>									

	2. Очистка 3. Разработка 4. Инициализация	
8.	Какая функция явным образом запрещает автоматический запуск процесса в начале моделирования? 1. sensitive 2. before_end_of_elaboration 3. dont_initialize 4. start_of_simulation	
9.	Имеет sc_event и 2 процесса, которые работают с данным событием. Что произойдет с событием, если эти 2 процесса последовательно запланируют функцией notify() данное событие? 1. Одно событие перезапишет другое и последнее значение будет впоследствии обработано 2. Программа упадет 3. Ничего не произойдет 4. Оба события произойдут	
10.	Какая функция однозначным образом описывает ожидание в процессе-нити временной интервал равный одному дельта-циклу? 1. Wait() 2. Wait(0) 3. Wait(0, SC_FS) 4. Wait(SC_ZERO_TIME)	

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

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

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

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

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

– получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;

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

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

#### 11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах

Учебным планом не предусмотрено.

#### 11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Учебным планом не предусмотрено.

#### 11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

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

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

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

#### 11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено.

#### 11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

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

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

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения

и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

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

#### 11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

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

#### 11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

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

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

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