

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

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

В.Л. Оленев
(инициалы, фамилия)

(подпись)

«05» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровые двойники систем и сетей (на английском языке)»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.04.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Информатика и вычислительная техника
Наименование направленности/ специализации	Встроенные системы обработки информации и управления (Embedded Systems)
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 систем и сетей» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» направленности/специализации «Встроенные системы обработки информации и управления (Embedded Systems)». Дисциплина реализуется кафедрой «№14».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:
ПК-1 «Способен разрабатывать методики выполнения аналитических работ»
ПК-2 «Способен осуществлять интеграцию и внедрение разработанного программного обеспечения, вычислительных систем, коммуникационного оборудования»

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, практические занятия, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета (2 семестр).

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

Язык обучения по дисциплине «английский»

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. В области воспитания личности целью подготовки по данной дисциплине является закрепление общекультурных и профессиональных компетенций для приобретения качеств, необходимых создателю автоматизированных информационных систем, таких как целеустремленность, организованность, ответственность, коммуникативность, умение работать в проектной команде и руководить ей и др.

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-1 Способен разрабатывать методики выполнения аналитических работ	ПК-1.3.1 знать системный анализ и управление; теорию процессного управления; методы планирования проектных работ ПК-1.У.1 уметь проводить исследование и изучение мировых практик выполнения аналитических работ; проводить апробацию методик на выбранных проектах и их доработку ПК-1.В.1 владеть навыками планирования проектных работ; навыками выбора методик и шаблонов выполнения аналитических работ; навыками подготовки и проведения презентации
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен осуществлять интеграцию и внедрение разработанного программного обеспечения, вычислительных систем, коммуникационного оборудования	ПК-2.В.1 владеть навыками оценки качества разрабатываемых программных и/или аппаратных средств

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математическая логика и теория алгоритмов»
- «Программирование»
- «Моделирование систем и сетей»
- «Спецификация и верификация систем и сетей»

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

- «Выпускная квалификационная работа»
- «Бортовые вычислительные сети»

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
		№2
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	2/ 72	2/ 72
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	38	38
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Зачет,	Зачет,

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 2					
Раздел 1. Цифровые двойники Тема 1.1 Основные понятия и определения Тема 1.2 ГОСТ «Цифровые двойники изделий»	2	-			4

Раздел 2. Концепция Цифрового двойника Тема 2.1 Внедрение цифровых двойников Тема 2.2 Типы цифровых двойников Тема 2.3 Модели и Цифровые двойники	2	2			4
Раздел 3. Уровни сложности Цифрового двойника Тема 3.1 Доцифровой двойник Тема 3.2 Цифровой двойник Тема 3.3 Адаптивный цифровой двойник Тема 3.4 Умный цифровой двойник	2	-			6
Раздел 4. Методология разработки коммуникационных систем: от Требований до Реализации Тема 4.1 Разработка Протоколов Связи Тема 4.2 Обобщенный Процесс Разработки Систем Тема 4.3 Сбор Требований Тема 4.4 Формальная Спецификация Тема 4.5 Моделирование, Верификация, Анализ производительности Тема 4.6 Референсные модели	3	2			
Раздел 5. Язык моделирования SystemC Тема 5.1. Основы языка SystemC и реализация первой программы Тема 5.2 События и процессы SystemC Тема 5.3 Планировщик событий SystemC Тема 5.4 Типы данных языка SystemC Тема 5.5 SystemC интерфейсы, каналы и порты Тема 5.6 Построение каналов и отладка SystemC моделей	8	13			10
Итого в семестре:	17	17			38
Итого	17	17	0	0	38

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

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Цифровые двойники Тема 1.1 Основные понятия и определения Тема 1.2 ГОСТ «Цифровые двойники изделий»
2	Концепция Цифрового двойника Тема 2.1 Внедрение цифровых двойников Тема 2.2 Типы цифровых двойников Тема 2.3 Модели и Цифровые двойники
3	Уровни сложности Цифрового двойника

	<i>Тема 3.1 Доцифровой двойник</i> <i>Тема 3.2 Цифровой двойник</i> <i>Тема 3.3 Адаптивный цифровой двойник</i> <i>Тема 3.4 Умный цифровой двойник</i>
4	Методология разработки коммуникационных систем: от Требований до Реализации <i>Тема 4.1 Разработка Протоколов Связи</i> <i>Тема 4.2 Обобщенный Процесс Разработки Систем</i> <i>Тема 4.3 Сбор Требований</i> <i>Тема 4.4 Формальная Спецификация</i> <i>Тема 4.5 Моделирование, Верификация, Анализ производительности</i> <i>Тема 4.6 Референсные модели</i>
5	Язык моделирования SystemC <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
Семестр 2					
1	Первичная модель системы	Дискуссии и обсуждения	4		2
2	Основы построения цифровых двойников средствами SystemC	Дискуссии и обсуждения	7		4
3	Расширение функционала устройств средствами	Дискуссии и обсуждения	6		5

	SystemC				
Всего			17		

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
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

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 2, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	18	18
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	18	18
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	2	2
Всего:	38	38

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/	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в
-------	--------------------------	--------------------------

URL адрес		библиотеке (кроме электронных экземпляров)
ISBN: 978-5-9912-0722-5	Алехин В.А. «SystemC. Моделирование электронных систем.» Учебное пособие для вузов	
ISBN: 1402079885 https://www.livelib.ru/book/1000083829-systemc-from-the-ground-up-david-c-black	David c. Black, Jack Donovan «Systemc: From The Ground Up»	

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
http://accellera.org/downloads/standards/systemc	Сайт открытой библиотеки SystemC

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
Зачет	Список вопросов;

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	
«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**.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«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
	Учебным планом не предусмотрено	

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
1.	Основные понятия и определения Цифровых двойников	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-1.В.1 ПК-2.В.1
2.	Краткое описание ГОСТ «Цифровые двойники изделий»	
3.	Внедрение цифровых двойников	
4.	Типы цифровых двойников	
5.	Модели и Цифровые двойники	
6.	Уровни сложности Цифрового двойника: Доцифровой двойник	
7.	Уровни сложности Цифрового двойника: Цифровой двойник	
8.	Уровни сложности Цифрового двойника: Адаптивный цифровой двойник	
9.	Уровни сложности Цифрового двойника: Умный цифровой двойник	
10.	Разработка Протоколов Связи	
11.	Обобщенный Процесс Разработки Систем	
12.	Сбор Технических Требований	
13.	Формальная Спецификация	
14.	Моделирование, Верификация, Анализ производительности	
15.	Референсные модели	
16.	Язык моделирования SystemC	
17.	Основы языка SystemC и реализация первой программы	
18.	События и процессы SystemC	
19.	Планировщик событий SystemC	
20.	Типы данных языка SystemC	
21.	SystemC интерфейсы, каналы и порты	
22.	Построение каналов и отладка SystemC моделей	

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, помогающая оптимизировать эффективность бизнеса. 2. Модель крупной системы, описанная в программном коде. 3. Формальная модель системы, описанная системами дифференциальных уравнений. 4. ничего из вышеперечисленного	ПК-1.3.1 ПК-1.У.1 ПК-1.В.1 ПК-2.В.1								
2.	Назовите несколько причин, почему внедрение цифровых двойников началось только с 2010-х годов? 1. Недостаточное развитие компьютерной техники. 2. Не было потребности у индустрии. 3. Экономически не эффективно. 4. Сети передачи данных не обеспечивали нужные скорости и качество.									
3.	Установите соответствие между уровнями цифрового двойника и степенью их сложности. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце: <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.	Назовите все пункты, что позволяет внедрение технологии цифровых двойников на стадии разработки изделия? 1. улучшить качество проектирования изделия. 2. обеспечить выполнение технических и тактико-технических требований. 3. сократить количество и повысить результативность проводимых испытаний опытного образца и проработку конструкторской документации изделия на технологичность. 4. ничего из вышеперечисленного.									
5.	В каком году введен ГОСТ Р 57700.37 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий»									

	1. 1995 2. 1984 3. 2022 4. 2001	
6.	Какой из приведенных ниже пунктов описывает создание процесса-нити с тактированием? 1. SC_THREAD(func) 2. SC_METHOD(func) 3. SC_HAS_PROCESS 4. SC_CTHREAD(func, clock)	
7.	Расположите в правильном порядке этапы выполнения любой SystemC программы: 1. Моделирование 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

Лекционный материал по данной дисциплине представлен в виде презентаций, которые являются более наглядными. Материал оснащен большим количеством примеров и вопросов на понимание. Лекции выстроены в таком порядке, чтобы освоение материала проходило как можно легче. Студенты, посещающие все лекции по данной дисциплине, получают все необходимые данные для написания контрольных работ и сдачи экзамена.

Планируемые результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта работы в диалоге с преподавателем, опыта задания грамотных вопросов;
- развитие профессионально–деловых качеств и самостоятельного творческого мышления.
- появление интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития моделирования;
- грамотная обработка материала (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Структура предоставления лекционного материала:

- Изложение лекционного материала в виде презентаций;
 - Освоение теоретического материала;
 - Рассмотрение конкретных примеров по пройденному материалу;
- Вопросы от студентов и повторение материала, если необходимо.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах
Учебным планом не предусмотрено.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Задачи на ЛР1:

1. Изучение предметной области выбранной темы.

Базовое описание будущей системы (компоненты системы). Вам необходимо выбрать реальный объект из открытых источников, который будет подходить вам по тематике. Может быть даже несколько объектов. Предоставить детальное описание данного объекта (из чего состоит, какие модули содержит, на каких стандартах или протоколах он работает и т.д.).

2. Ознакомление с C++ - фреймворком SystemC. Его установка и настройка окружения для работы с ним.

3. Запуск простого кода (что-то вроде "Hello World") и подтверждение его запуска (скриншот)

Структура отчета ЛР 1:

1. Задача
2. Описание предметной области (развернутый пункт 1 из Задач к ЛР)
3. Схема вашей системы на основе проработанной предметной области
4. Тестовый пример работы кода на SystemC

Требования к отчету:

- Файл отчета в личный кабинет загружать только в формате *.pdf. Какие-то другие форматы рассматриваться не будут!
- Актуальный титульный лист для отчета брать с сайта <https://guap.ru/standart/doc>

- Каждая лабораторная работа оценивается в 20 баллов.
- На выполнение 1 ЛР работы (ввиду легкости) отводится 2 недели. На 2 и 3 ЛР сроки будут по 4 недели (сроки могут меняться, как и кол-во работ, в зависимости от усвоенного материала и прогресса по курсу).
- В конце семестра по итогам всей практической работы подготовить презентацию о вашем проекте, ходе его работы и финальном результате

Задачи на ЛР2:

1. Выбрать какой-то из модулей в схеме где взаимодействуют между собой 3-4 подмодуля.
2. В вашей системе должны быть объекты, которые запускаются с самого начала моделирования для запуска информационного обмена в системе.
3. Связать каждый подмодуль вашей системы между собой, чтобы все соответствовало функциональности выбранной вами системы. Связь осуществлять через порты (sc_port) и интерфейсы (sc_interface).
4. Если система требует участия некоего внешнего объекта (например: моделирование запросов ЦУП для спутника и отправка ответа или тактовый генератор), то можно в одном из модулей, который должен отвечать за данную функциональность, моделировать событие (sc_event) через n- ые промежутки времени, которое и будет вызывать данное внешнее воздействие.
5. Ваша система должна вести подробный лог своей работы, чтобы пользователь мог с легкостью понимать: что, на каком этапе и где происходит. Рекомендуется в каждом модуле системы создавать log-файл и записывать все действия объекта туда (время события, метод события и объект события). Тем самым вы сможете избежать коллизии, которая может возникать при выводе в консоль, так как вывод в консоль - последовательная вещь и при одновременном выводе нескольких потоков в неё, будут происходить блокировки вывода, что может сказать на ожидаемой последовательности выводов для вашей системы.

Структура отчета:

1. Задача.
2. Описание предметной области (развернутый пункт из 1 ЛР).
3. Общая схема вашей системы на основе проработанной предметной области (из 1 ЛР).
3. Подробная схема моделируемого куска вашей системы на основе проработанной предметной области.
4. Исходный код на SystemC.
5. Результат работы модели (вывод в лог файл с описанием работы).

Требования к отчету:

- Файл отчета в личный кабинет загружать только в формате *.pdf. Какие-то другие форматы рассматриваться не будут!
- Актуальный титульный лист для отчета брать с сайта <https://guap.ru/standart/doc>
- Каждая лабораторная работа оценивается в 20 баллов.
- На выполнение 2 ЛР работы отводится 2 недели.
- В конце семестра по итогам всей практической работы подготовить презентацию о вашем проекте, ходе его работы и финальном результате

Задача на ЛР3:

На основании задания выполнить поставленные перед вами задачи по модернизации сети, полученной в Лабораторной работе №1-2.

Что надо добавить:

- Необходимо ввести таксирующий сигнал на все ваши устройства, которые это подразумевают (коммутаторы, генераторы, процессоры и так далее.)

- Ввести систему логирования в отдельных файлах:

время | устройство | процесс | данные (Например: 189576 ps Engine TxData 32 45 5968696 34 34 34 3434 2456 2345)

Требования к отчету:

- Формат отчета и титульный лист должны соответствовать ГОСТу.
- Отчет должен содержать описание вашей сети (все функциональные возможности элементов сети должны быть описаны по существу).
- В отчете должны быть приведены механизмы, новые классы и связи, которые вы сделаете в процессе модернизации вашей сети по отношению к выполненному в ЛР2.
- Отчет должен содержать блок-схему (или просто схему) вашей полной сети.
- В отчете должен быть приведен полный исходный код вашей сети по модулям.
- В конце отчета необходимо сделать вывод по всей ЛР.

Требования к проведению практических занятий

Для выполнения практических работ студенты разбираются по проектным командам, по 4-5 человек в каждой. На весь семестр каждой команде дается один проект, который студенты выполняют самостоятельно, получая необходимые консультации преподавателя.

В каждой команде выбирается руководитель проекта, который несет ответственность за выполнение проекта.

Студенты формируют свое задание на проект самостоятельно. Для этого они должны выбрать крупную систему для моделирования. Например, такой системой может быть аэропорт, конструкторское бюро, солнечная система и т.п. Система должна быть достаточно сложной, чтобы иметь возможность ее моделировать в соответствии с требованиями текущего методического пособия.

Задание и состав проектных команд согласовывается с преподавателем.

Структура и форма отчета по практической работе

- Постановка задачи на проект
- Обоснование выбора сложной системы, моделирование которой будет производиться
- Структурная схема выбранной системы
- Входные и выходные данные для каждого из модулей структурной схемы
- Сеть Петри, полученная на основе структурной схемы
- Результат анализа сети Петри, дерево достижимости
- Три выбранных параметра системы для анализа и результат анализа системы.

Требования к оформлению отчета по практической работе

- Отчет по проекту предоставляется в печатном виде;
- Отчет должен соответствовать структуре и форме отчета представленной выше;
- Отчет должен иметь титульный лист (ГОСТ 7.32-2001 издания 2008 года) с названием и подписями студентов – членов проектной команды;

- Студенты должны защитить проект. Для этого предоставляется презентация, содержащая основные этапы разработки и анализа модели в соответствии с требованиями к отчету по проекту. Отметка о защите (в баллах) должна находиться на титульном листе вместе с подписью преподавателя.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

Учебным планом не предусмотрено.

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 самостоятельную работу студентов входит работа над проектами, которая включает в себя не только работу на лабораторных работах, но и самостоятельное изучение материала и самостоятельную работу при удаленном руководстве преподавателя.

В процессе 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. Также формируются навыки работы в командах и руководства процессом.

Методическим материалом, направляющим самостоятельную работу обучающихся является учебно-методический материал по дисциплине.

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.

Контроль осуществляется посредством проведения двух контрольных работ, каждая из которых оценивается баллами. Также учитывается посещение лекций и прогресс в работе над проектом рамках дисциплины на практических занятиях.

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 зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено». Зачет проходит по билетам. Студенты получают индивидуальный билет с двумя теоретическими вопросами и одну задачу по теме Сетей Петри. За каждое из трех заданий студент получает определенное количество баллов. Итоговая оценка ставится на основе того, сколько баллов студент набрал в течение семестра (включая зачет)

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