

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)**

Институт информационных технологий и радиоэлектроники



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Системы на кристалле

направление подготовки / специальность

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

направленность (профиль) подготовки

Системы автоматизированного проектирования микроэлектроники

г. Владимир

2021 Год

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Системы на кристалле» является изучение и овладение студентами основ автоматизации проектирования вычислительных систем на кристалле.

Задачи: ознакомление с общими подходами к проектированию узлов вычислительной техники, математическими моделями на различных уровнях представления, вопросами организации программного обеспечения систем автоматизированного проектирования, основами лингвистического и информационного обеспечения, изучение математических моделей объектов на микро-, макро- и мета-уровнях, современных САПР.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Системы на кристалле» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции <i>(код, содержание индикатора)</i>	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-2 Способен разрабатывать поведенческие описания моделей стандартных ячеек, разрабатывать техническую документацию на состав библиотеки стандартных ячеек	ПК-1.1 Знает математические модели на различных уровнях представления ПК 1.2 Умеет интерпретировать результаты проектирования в САПР, готовить задания для работы с современными САПР ПК 1.3 Владеет способами математического описания вычислительных узлов	Знать математические модели на различных уровнях представления Уметь интерпретировать результаты проектирования в САПР, готовить задания для работы с современными САПР Владеть способами математического описания систем на кристалле	Тестовые вопросы Практико-ориентированное задание

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Этапы и уровни проектирования электронно-вычислительной аппаратуры (ЭВА)	5	1	2	2	4	2	10	
2	Виды обеспечения САПР	5	2- 3	4	2	4		10	
3	Математическое обеспечение САПР	5	4-5	6	2	4	2	10	
4	Модели устройств на функциональном уровне	5	6-7	4	2	4		10	Рейтинг-контроль №1
5	Математические модели элементов и устройств на логическом уровне	5	8- 10	4	2	4	2	10	
6	Алгоритмы и методы моделирования схем на логическом уровне	5	11- 14	4	2	4	2	10	Рейтинг-контроль №2
7	Математические модели элементов и устройств на схмотехническом уровне	5	15- 16	4	2	4	2	10	
8	Анализ статического, малосигнального и переходного режима	5	17	4	2	4	2	10	
9	Расчет чувствительности, шумов, нелинейных искажений. Макромоделирование	5	18	4	2	4	2	10	Рейтинг-контроль №3
Всего за 5 семестр:				36	18	36	14	90	Экзамен/36
Наличие в дисциплине КП/КР									нет
Итого по дисциплине				36	18	36	14	90	Экзамен/36

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Этапы и уровни проектирования электронно-вычислительной аппаратуры (ЭВА)
 Тема 1. Определения и аспекты применения САПР. Поколения, обеспечения и подсистемы САПР.
 Тема 2. Этапы и уровни проектирования ЭВА. Основные задачи проектирования на различных уровнях.
 Тема 3. Классификация задач проектирования, обобщенная схема процесса проектирования.
 Тема 4. Принципы и стадии создания САПР, оценка качества САПР.
 Раздел 2. Виды обеспечения САПР.
 Тема 1. Техническое обеспечение САПР. Программное обеспечение САПР.

Тема 2. Тенденции развития ПО САПР. Специальное ПО.
Тема 3. Мониторная подсистема САПР. Функциональные модули, пакеты прикладных программ.
Тема 4. Циклы разработки и технология разработки ПО. Оценка качества программного обеспечения.
Раздел 3. Математическое обеспечение САПР.
Тема 1. Общее математическое обеспечение САПР. Способы повышения экономичности МО
Тема 2. Методы многовариантного анализа, методы многовариантного анализа
Тема 3. Постановка задач оптимизации в САПР, критерии оптимизации. Задачи синтеза в САПР.
Тема 4. Лингвистическое обеспечение. Выбор языков программирования. Входные языки САПР
Раздел 4. Модели устройств на функциональном уровне.
Тема 1. Задачи и особенности автоматизации проектирования на системном уровне проектирования.
Тема 2. Стандарты САПР для системного уровня, язык VHDL. Синтез на системном уровне.
Тема 3. Математическое и программное обеспечение САПР на системном уровне.
Тема 4. Задачи и особенности функционального уровня проектирования ЭВА.
Тема 5. Задачи и особенности функционального проектирования аналого-цифровых устройств и БИС.
Тема 6. Модели компонентов и схем на функциональном уровне смешанных функциональных схем.
Раздел 5. Математические модели элементов и устройств на логическом уровне.
Тема 1. Задачи логического проектирования цифровых устройств. Модели компонентов
Тема 2. Модель схемы. Синхронные и асинхронные модели. Исследование рисков сбоя.
Раздел 6. Алгоритмы и методы моделирования схем на логическом уровне.
Тема 1. Обобщенный алгоритм программ ЛП. Методы анализа модели схемы и их сравнение.
Тема 2. Лингвистическое и программное обеспечение САПР ЛП цифровых устройств и БИС.
Раздел 7. Математические модели элементов и устройств на схемотехническом уровне.
Тема 1. Задачи и особенности автоматизации схемотехнического проектирования.
Тема 2. Модели базовых компонентов и схемы.
Тема 3. Представление математической модели схемы и ее связь с базовыми видами анализа.
Раздел 8. Анализ статического, малосигнального и переходного режима.
Тема 1. Базовые виды анализа (задачи, модели, методы): анализ статического режима
Тема 2. Анализ переходного режима, малосигнальный анализ.
Тема 3. Лингвистическое и программное обеспечение схемотехнического проектирования.
Раздел 9. Расчет чувствительности, шумов, нелинейных искажений. Макромоделирование.
Тема 1. Дополнительные виды анализа программ схемотехнического проектирования.
Тема 2. Модели сложных компонентов и макромодели. Методы анализа цифровых устройств и БИС
Тема 3. Моделирование смешанных аналого-цифровых БИС. Методы и алгоритмы структурного синтеза.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Для проведения лабораторных работ используются программные модели.

1. Работа в схемном редакторе САПР Pspice
2. Исследование маршрута проектирования в САПР ПЛИС
3. Исследование математических моделей элементов
4. Схемотехническое проектирование

Содержание практических занятий по дисциплине

1. Виды обеспечений САПР
2. Математическое обеспечение
3. Лингвистическое обеспечение
4. Программное обеспечение
5. Системный уровень проектирования
6. Функциональный уровень проектирования
7. Логический уровень проектирования
8. Схемотехническое проектирование
9. Макромоделирование

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости Вопросы рейтинг-контроля №1

1. Дать определение САПР и комментарии
2. Назвать три аспекта применения САПР
3. Дать определение "проектирование"
4. Назвать три способа создания описания (проектирования)
5. Дать определение понятию "задание на проектирование"
6. Дать определение понятию "проектное решение"
7. Дать определение понятию "результат проектирования"
8. Дать определение понятию "проектный документ"
9. Дать определение понятию "проект"
10. Дать определение понятию "проектная процедура"
11. Дать определение понятию "проектная операция"
12. Процесс проектирования разбивается по времени на:
 1. этапы и стадии
 2. уровни (зачеркнуть не нужно)
13. Процесс проектирования разбивается между исполнителями на:
 1. этапы и стадии
 2. уровни (зачеркнуть не нужно)
14. Перечислить основные этапы проектирования
15. Перечислить основные уровни проектирования (по характеру учитываемых свойств)
16. Перечислить основные уровни проектирования (по степени подробности)
17. Перечислить основные задачи конструкторского уровня проектирования
18. Дать определения задач синтеза и анализа
19. Назвать группы деления задач по способу формализации
20. Нарисовать обобщенную схему процесса проектирования
21. Перечислить виды обеспечений САПР
22. Что входит в состав математического обеспечения (что понимается под математическим обеспечением)
23. Перечислить требования к математическому обеспечению
24. Дать определение и сообщить как оценивается "универсальность" математического обеспечения
25. Дать определение и сообщить как оценивается "алгоритмическая надежность" математического обеспечения
26. Дать определение и сообщить как оценивается "точность" математического обеспечения
27. В чем противоречивость требований универсальности, алгоритмической надежности, точности и вычислительных затрат для математического обеспечения и как это противоречие разрешается в САПР
28. Перечислить способы повышения экономичности (общие) математического обеспечения
29. Дать определение и сообщить как оцениваются "вычислительные затраты" математического обеспечения
30. Перечислить методы многовариантного анализа
31. Дать математическое определение чувствительности и указать области ее применения.
32. Указать достоинства и недостатки метода малых приращений для расчета чувствительности
33. Метод наихудшего случая: суть метода, достоинства и недостатки
34. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло): алгоритм метода, достоинства и недостатки
35. Классификация методов оптимизации
36. Отметить – как ставится задача оптимизации на большинстве уровней проектирования ЭВА
37. Частные критерии оптимизации: пример критерия, достоинства и недостатки
38. Обобщенные критерии оптимизации: пример критерия, достоинства и недостатки
39. Требования к входным языкам САПР
40. Классификация входных языков САПР
41. Перечислить основные особенности обобщенной схемы процесса проектирования
42. Состав и структура САПР
43. Состав программного обеспечения САПР
44. Назначение и особенности системной среды (мониторной подсистемы) САПР
45. Что такое языковые процессоры и компиляция в них.
46. Что такое языковые процессоры и интерпретация в них.

Вопросы рейтинг-контроля №2

1. Перечислить задачи системного уровня проектирования
2. Перечислить особенности системного уровня проектирования
3. Перечислить назначение синхронной модели
4. Статический риск сбоя, определение, иллюстрация
5. Статический риск сбоя, алгоритм расчета
6. Динамический риск сбоя, определение, иллюстрация
7. Асинхронная модель: назначение, алгоритм решения
8. Пояснить назначение блока формирования и решения модели в схеме алгоритма программ логического моделирования

9. Пояснить назначение двух циклов в схеме алгоритма программ логического моделирования
10. Пояснить метод простой итерации для решения логических уравнений: основные уравнения, достоинства и недостатки
11. Пояснить метод Зейделя для решения логических уравнений: основные уравнения, достоинства и недостатки
12. Назначение ранжирования уравнений в методе Зейделя
13. Алгоритм ранжирования уравнений в методе Зейделя
14. Алгоритм и основные идеи событийного метода решения логических уравнений
15. Задачи и особенности функционального моделирования аналоговых схем
16. Пояснить два допущения при функциональном моделировании аналоговых схем
17. Перечислить 4 типа моделей базовых элементов при функциональном моделировании аналоговых схем
18. Модель генераторов сигналов при функциональном моделировании аналоговых схем
19. Модель безынерционных элементов при функциональном моделировании аналоговых схем
20. Модель линейных инерционных элементов при функциональном моделировании аналоговых схем
21. Модель нелинейных инерционных элементов при функциональном моделировании аналоговых схем
22. Алгоритмы моделирования генераторов сигналов при функциональном моделировании аналоговых схем
23. Алгоритмы моделирования безынерционных элементов при функциональном моделировании аналоговых схем
24. Алгоритмы моделирования линейных инерционных элементов при функциональном моделировании аналоговых схем
25. Алгоритмы моделирования нелинейных инерционных элементов при функциональном моделировании аналоговых схем
26. Перечислить задачи функционально-логического проектирования
27. Перечислить особенности функционально-логического проектирования
28. Математические модели компонентов на логическом уровне: общее выражение и простейший пример
29. Математическая модель схемы на логическом уровне: определение
30. Математическая модель схемы на логическом уровне: уравнения синхронной и асинхронной модели
31. Схема алгоритма программ логического моделирования
32. Особенности логического моделирования цифровых схем.

Вопросы рейтинг-контроля №3

1. Перечислить задачи и особенности схемотехнического проектирования
2. Что называется математической моделью элементов на схемотехническом уровне, и какими уравнениями они описываются.
3. Базовые математические модели (свойства) компонентов на схемотехническом уровне (перечислить).
4. Базовые математические модели компонентов на схемотехническом уровне (записать уравнения).
5. В каком виде представляются сложные модели компонентов на схемотехническом уровне.
6. Привести модель диода для схемотехнического уровня.
7. На основе каких законов электротехники формируется математическая модель схемы на схемотехническом уровне
8. Записать общее выражение и дать определение основным переменным математической модели схемы на схемотехническом уровне.
9. Перечислить основные этапы формирования и хранения математической модели схемы на схемотехническом уровне
10. Записать основные системы уравнений, используемые при последовательном преобразовании модели схемы на схемотехническом уровне.
11. Представить диаграмму связи трех состояний модели схемы и базовых методов анализа на схемотехническом уровне.
12. Анализ линейного режима, задачи, математическая модель, методы ее решения.
13. Как заполняются матричные уравнения модели схемы в линейном режиме.
14. Перечислить особенности решения модели схемы (линейных уравнений) в линейном режиме.
15. Анализ статического режима, задачи, математическая модель.
16. Анализ статического режима, модель и методы ее решения.
17. В чем смысл эквивалентных преобразований модели нелинейных элементов при анализе статического режима.
18. Макромоделирование. Назвать виды (типы) макромоделей по способу их получения. Их достоинства и недостатки.
19. Физические макромоделей. Состав основных блоков и их назначение.
20. Макромодель операционного усилителя и ее характеристики.
21. Анализ переходного режима. Эквивалентные преобразования модели емкости.
22. Анализ переходного режима. Достоинства и недостатки явных и неявных методов решения уравнений.
23. Анализ переходного режима. Записать решение уравнений по явной и неявной формулам.
24. Анализ переходного режима. Основное назначение, математическая модель

25. Назвать два метода схем в приращениях для расчета чувствительности схем.
26. Основное уравнение теоремы Теллгена (для расчета чувствительности)
27. Записать основные соотношения (конечные) для расчета чувствительности в методе присоединенной схемы
28. Основное соотношение для расчета чувствительности в режиме малого сигнала с учетом изменения рабочей точки активного элемента (полная производная)
29. Физическая интерпретация метода присоединенной схемы (записать соотношения)
30. Расчет собственных шумов схемы (записать основные соотношения или словами)
31. Виды нелинейных искажений (НИ), основные коэффициенты НИ
32. Основные коэффициенты нелинейных искажений на основе передаточных функций ряда Вольтерра
33. Алгоритм расчета нелинейных искажений с помощью рядов Вольтерра
34. Многоуровневое моделирование, примеры уровней для проектирования цифровых устройств
35. Что такое структурные и поведенческие описания при многоуровневом проектировании.

5.2. Промежуточная аттестация

Вопросы экзамена

1. Общие вопросы САПР: определение, аспекты применения, этапы развития.
2. Основные определения теории проектирования.
3. Этапы и уровни проектирования ЭВА.
4. Задачи функционального, алгоритмического и конструкторского уровней проектирования ЭВА.
5. Схема процесса проектирования, классификация и формализация задач проектирования.
6. Состав САПР и их разновидности.
7. Виды обеспечений САПР и краткая их характеристика.
8. Математическое обеспечение САПР: требования, состав, способы повышения экономичности..
9. Методы многовариантного анализа (анализ чувствительности).
10. Методы многовариантного анализа (анализ наихудшего случая).
11. Методы многовариантного анализа (метод стат.испытаний).
12. Методы оптимизации (общие определения и классификация методов).
13. Постановка задач оптимизации в САПР ЭВА.
14. Критерии оптимизации.
15. Лингвистическое обеспечение САПР.
16. Программное обеспечение САПР: состав и назначение подсистем.
17. Пакеты прикладных программ САПР, языковые процессоры.
18. Этап системного проектирования, задачи и особенности.
19. Задачи и особенности функционально-логического проектирования.
20. Особенности логического проектирования, модели элементов и схем цифровых устройств.
21. Синхронные модели, риск сбоя.
22. Асинхронные модели. Схема алгоритма программ анализа ФЛП.
23. Сравнительная оценка методов итерационного решения систем логических уравнений: простая итерация, Зейдель, событийный.
24. Метод Зейделя с ранжированием для решения модели цифровых устройств.
25. Задачи, особенности и допущения функционального моделирования аналоговых схем.
26. Модели базовых элементов аналоговых ФС.
27. Алгоритмы моделирования базовых элементов аналоговых ФС.
28. Задачи и особенности схемотехнического проектирования, базовые математические модели элементов этапа схемотехнического проектирования.
29. Модели сложных элементов на схемотехническом уровне, модель диода.
30. Математическая модель схемы на схемотехническом уровне и этапы ее представления и решение.
31. Базовые методы АСХП. Малосигнальный анализ.
32. Базовые методы АСХП. Анализ статического режима.
33. Базовые методы АСХП. Анализ переходного режима.
34. Макромоделирование.
35. Расчет чувствительности методом присоединенной схемы
36. Расчет собственных шумов
37. Расчет нелинейных искажений
38. Многоуровневое моделирование

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Самостоятельная работа заключается в изучении содержания тем курса по конспектам, учебникам и дополнительной литературе, подготовке к лабораторным и практическим занятиям, выполнении заданий для самостоятельной работы, оформлении отчетов по лабораторным работам, подготовке к промежуточной аттестации.

Задания для самостоятельной работы студентов

1. Этапы и уровни проектирования ЭВА.
2. Схема процесса проектирования, классификация и формализация задач проектирования.
3. Виды обеспечений САПР и краткая их характеристика.
4. Математическое обеспечение САПР: требования, состав, способы повышения экономичности..
5. Методы многовариантного анализа (анализ чувствительности).
6. Методы многовариантного анализа (анализ наихудшего случая).
7. Методы оптимизации (общие определения и классификация методов).
8. Критерии оптимизации.
9. Пакеты прикладных программ САПР, языковые процессоры.
10. Задачи и особенности функционально-логического проектирования.
11. Синхронные модели, риск сбоя.
12. Асинхронные модели. Схема алгоритма программ анализа ФЛП.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. Математическое обеспечение САПР: учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин.— Изд. 2-е, перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2014 — 464 с.	2014	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN978591202879.html
2. Введение в архитектуру и проектирование систем на кристалле : учебное пособие / Д. Ю. Гудзенко, В. Я. Хартов. - Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. - 100, [2] с. : ил. - ISBN 978-5-7038-4878-4	2018	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN975703848784.html
3. Учебное пособие. Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа. С.-Петербург, Лань, 2010. 400 с.	2010	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN978591204927.html
Дополнительная литература		
4. Ланцов В.Н., Мосин С.Г. Современные подходы проектированию и тестированию интегральных микросхем. - Владимир, Изд-во ВлГУ, 2010. 285 с.	2010	
5. Ланцов В.Н. Проектирование заказных интегральных схем на КМОП. Владим. гос. ун-т. - Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та. 2009. – 224 с.	2009	
6. Математические основы проектирования электронных средств: курс лекций / Е. Н. Талицкий; ВлГУ, 2007 — 1 с.	2007	

6.2. Периодические издания

Журналы (<https://elibrary.ru/>):

1. Вестник компьютерных и информационных технологий

2. Вычислительные технологии

6.3. Интернет-ресурсы

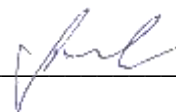
<http://www.studentlibrary.ru>

<http://library.vlsu.ru/>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий *лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.* Практические/лабораторные работы проводятся в аудиториях 411-2, 412-2 и 416-2.

Рабочую программу составил Ланцов Владимир Николаевич, профессор



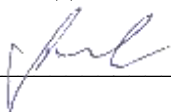
Рецензент

(представитель работодателя)  Генеральный директор ООО "Диаграмма" Протягов И.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТ и СУ

Протокол № 1 от 31 августа 2021 года

Заведующий кафедрой Ланцов В.Н.

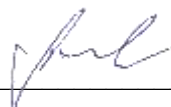


Рабочая программа рассмотрена и одобрена

на заседании учебно-методической комиссии направления 09.03.01 информатика и вычислительная техника

Протокол № 1 от 31 августа 2021 года

Председатель комиссии Ланцов В.Н. зав. каф. ВТиСУ



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 23 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.22 года

Заведующий кафедрой  Куликов К.В.

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____