

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

Технология систем на кристалле
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Микро- и нанoeлектроники**

Учебный план v11.04.04_25_00.plx
11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Квалификация **магистр**

Форма обучения **очно-заочная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
Неделя	10			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	10	10	10	10
Практические	20	20	20	20
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	30,25	30,25	30,25	30,25
Контактная работа	30,25	30,25	30,25	30,25
Сам. работа	69	69	69	69
Часы на контроль	8,75	8,75	8,75	8,75
Итого	108	108	108	108

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Зубков Михаил Владимирович

Рабочая программа дисциплины

Технология систем на кристалле

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959)

составлена на основании учебного плана:

11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

утвержденного учёным советом вуза от 28.02.2025 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Микро- и нанoeлектроники

Протокол от 03.06.2025 г. № 8

Срок действия программы: 20252028 уч.г.

Зав. кафедрой Литвинов Владимир Георгиевич

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Микро- и нанoeлектроники

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Микро- и нанoeлектроники

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры
Микро- и нанoeлектроники

Протокол от _____ 2028 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры

Микро- и нанoeлектроники

Протокол от _____ 2029 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Целью освоения дисциплины является формирование базовых знаний и умений в области технологии систем на кристалле в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом, формирование у студентов способности к логическому мышлению, анализу и восприятию информации, посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.
1.2	Задачи:
1.3	- обучение представлениям об основных методах нанесения вещества, используемых в технологии производства систем на кристалле;
1.4	- обучение представлениям об основных методах удаления и модифицирования вещества, используемых в технологии систем на кристалле;
1.5	- формирование навыков проектирования технологических процессов производства систем на кристалле;
1.6	- обучение навыкам использования автоматизированных систем при разработке систем на кристалле;
1.7	- обучение навыкам разработки технологической документации на проектируемые системы на кристалле;
1.8	- изучение основных принципов выработки рекомендаций по корректировке и оптимизации параметров и режимов технологических операций и технологических процессов производства систем на кристалле;
1.9	- формирование навыков обоснованного выбора теоретических и экспериментальных методов и средств решения сформулированных задач;
1.10	- развитие навыков решения практических заданий на основе изученного теоретического материала;
1.11	- формирование умений обработки и анализа результатов решения теоретических задач;
1.12	- развитие способности предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Интеллектуальные материалы и структуры в электронике	
2.1.2	Нанoeлектроника	
2.1.3	Управление свойствами наноматериалов и наноструктур	
2.1.4	Адаптивные материалы	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

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

ПК-2: Способен руководить подразделениями по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	
ПК-2.1. Организует и контролирует процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	
Знать основные процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур. Уметь организовывать и контролировать процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур. Владеть навыками проведения процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур.	
ПК-2.2. Разрабатывает планы и графики работ в подразделениях по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	
Знать основы разработки планов и графиков работ в подразделениях по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур. Уметь разрабатывать планы и графики работ в подразделениях по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур. Владеть навыками разработки планов и графиков работ в подразделениях по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур.	

ПК-5: Способен разрабатывать типовые технологические процессы и осваивать новое оборудование**ПК-5.1. Разрабатывает технологические процессы и внедряет их в производство изделий микроэлектроники****Знать**

типовые технологические процессы изготовления изделий микроэлектроники.

Уметь

разрабатывать и адаптировать типовые технологические процессы изготовления изделий микроэлектроники.

Владеть

навыками разработки и адаптации типовых технологических процессов изготовления изделий микроэлектроники.

ПК-5.2. Осваивает и внедряет технологические процессы на производстве изделий микроэлектроники**Знать**

основы планировки рабочих мест и участков на производстве изделий микроэлектроники.

Уметь

разрабатывать планировку рабочих мест и участков на производстве изделий микроэлектроники.

Владеть

навыками планировки рабочих мест и участков на производстве изделий микроэлектроники.

ПК-6: Способен разрабатывать технологические процессы и осваивать новое оборудование, технологическую оснастку для производства изделий микроэлектроники**ПК-6.1. Осваивает новые технологические процессы производства изделий микроэлектроники****Знать**

перспективные технологические процессы и оборудование производства изделий микроэлектроники.

Уметь

анализировать и выбирать перспективные технологические процессы и оборудование производства изделий микроэлектроники.

Владеть

навыками анализа и выбора перспективных технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники.

ПК-6.2. Организует и проводит экспериментальные работы по отработке и внедрению новых материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники**Знать**

основы отработки и внедрения новых материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники.

Уметь

организовывать и проводить экспериментальные работы по отработке и внедрению новых материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники.

Владеть

навыками отработки и внедрения новых материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники.

ПК-7: Способен разрабатывать, контролировать и корректировать технологические маршруты и технологические процессы изготовления изделий "система в корпусе"**ПК-7.1. Выбирает конструктивно-технологические варианты создания пассивной части схемы с учетом конструкции корпуса и сборки изделий "система в корпусе"****Знать**

конструктивно-технологические варианты создания пассивной части схемы с учетом конструкции корпуса и сборки изделий "система в корпусе".

Уметь

выбирать конструктивно-технологические варианты создания пассивной части схемы с учетом конструкции корпуса и сборки изделий "система в корпусе".

Владеть

навыками выбора конструктивно-технологических вариантов создания пассивной части схемы с учетом конструкции корпуса и сборки изделий "система в корпусе".

ПК-7.2. Разрабатывает технологический маршрут на изготовление изделий "система в корпусе" на основе технического задания**Знать**

основы разработки технологического маршрута на изготовление изделий "система в корпусе" на основе технического задания.

Уметь

разрабатывать технологический маршрут на изготовление изделий "система в корпусе" на основе технического задания.

Владеть

навыками разработки технологических маршрутов на изготовление изделий "система в корпусе" на основе технического задания.

ПК-7.3. Разрабатывает комплект технологической документации на изготовление изделий "система в корпусе"

Знать
основные положения по разработке комплекта технологической документации на изготовление изделий "система в корпусе".

Уметь
разрабатывать комплект технологической документации на изготовление изделий "система в корпусе".

Владеть
навыками работы с программами по разработке комплекта технологической документации на изготовление изделий "система в корпусе".

ПК-8: Способен разрабатывать и внедрять современные технологические процессы, осваивает новое оборудование, технологическую оснастку, необходимые режимы производства на выпускаемую организацией продукцию

ПК-8.1. Выполняет экспериментальные работы и освоение новых технологических процессов

Знать
основы технологических процессов.

Уметь
выполнять экспериментальные работы и освоение новых технологических процессов.

Владеть
навыками проведения экспериментальные работы и освоения новых технологических процессов.

ПК-8.2. Выполняет экспериментальные работы по освоению новых технологических процессов, новых видов оборудования и технологической оснастки

Знать
виды новых технологических процессов, оборудования и технологической оснастки.

Уметь
выполнять экспериментальные работы по освоению новых технологических процессов, новых видов оборудования и технологической оснастки.

Владеть
навыками освоения и экспериментальной работы с новыми технологическими процессами, оборудованием и технологической оснасткой.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основные процессы микро- и нанотехнологии.
3.2	Уметь:
3.2.1	собирать, анализировать и систематизировать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию по технологии микро- и нанoeлектронных систем на кристалле и применять полученные знания при проектировании соответствующих устройств.
3.3	Владеть:
3.3.1	экспериментального исследования параметров и характеристик технологических процессов различного назначения.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Классификация систем на кристалле (СНК).					
1.1	Классификация систем на кристалле (СНК). /Тема/	3	0			

1.2	Классификация систем на кристалле (СНК). /Лек/	3	1	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-3 ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-7.1-3 ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-7.2-3 ПК-7.2-У ПК-7.2-В ПК-7.3-3 ПК-7.3-У ПК-7.3-В ПК-8.1-3 ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-3 ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.5 Л1.4 Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.8 Л2.7 Л2.6 Л2.5 Л2.4 Л2.3 Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
1.3	Общие сведения о СНК, основные понятия. Особенности применения процессов модифицирования вещества при изготовлении систем на кристалле.. /Пр/	3	2	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-3 ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-7.1-3 ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-7.2-3 ПК-7.2-У ПК-7.2-В ПК-7.3-3 ПК-7.3-У ПК-7.3-В ПК-8.1-3 ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-3 ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.5 Л1.4 Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.8 Л2.7 Л2.6 Л2.5 Л2.4 Л2.3 Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.

1.4	Общие сведения о СНК. /Ср/	3	4	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-З ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-З ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-З ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-7.1-З ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-7.2-З ПК-7.2-У ПК-7.2-В ПК-7.3-З ПК-7.3-У ПК-7.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.5 Л1.4 Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.8 Л2.7 Л2.6 Л2.5 Л2.4 Л2.3 Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Зачёт.
	Раздел 2. Основные технологические операции изготовления СНК по технологии сборки на пластине (WLP).					
2.1	Основные технологические операции изготовления СНК по технологии сборки на пластине (WLP). /Тема/	3	0			

2.2	Основные технологические операции изготовления СНК по технологии сборки на пластине (WLP). /Лек/	3	1	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-3 ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-7.1-3 ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-7.2-3 ПК-7.2-У ПК-7.2-В ПК-7.3-3 ПК-7.3-У ПК-7.3-В ПК-8.1-3 ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-3 ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.5 Л1.4 Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.8 Л2.7 Л2.6 Л2.5 Л2.4 Л2.3 Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
2.3	Особенности использования процессов нанесения вещества в технологии СНК. /Пр/	3	2	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-3 ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-7.1-3 ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-7.2-3 ПК-7.2-У ПК-7.2-В ПК-7.3-3 ПК-7.3-У ПК-7.3-В ПК-8.1-3 ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-3 ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.5 Л1.4 Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.8 Л2.7 Л2.6 Л2.5 Л2.4 Л2.3 Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.

2.4	Технология сборки на пластине. /Ср/	3	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-3 ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-7.1-3 ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-7.2-3 ПК-7.2-У ПК-7.2-В ПК-7.3-3 ПК-7.3-У ПК-7.3-В ПК-8.1-3 ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-3 ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.5 Л1.4 Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.8 Л2.7 Л2.6 Л2.5 Л2.4 Л2.3 Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Зачёт.
	Раздел 3. Структурно- топологические ограничения технологии СНК.					
3.1	Структурно- топологические ограничения технологии СНК. /Тема/	3	0			

3.2	Структурно- топологические ограничения технологии СНК. /Лек/	3	2	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-З ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-З ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-З ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-7.1-З ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-7.2-З ПК-7.2-У ПК-7.2-В ПК-7.3-З ПК-7.3-У ПК-7.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.5 Л1.4 Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.8 Л2.7 Л2.6 Л2.5 Л2.4 Л2.3 Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
3.3	Основные особенности процессов удаления вещества при производстве систем на кристалле. /Пр/	3	4	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-З ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-З ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-З ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-7.1-З ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-7.2-З ПК-7.2-У ПК-7.2-В ПК-7.3-З ПК-7.3-У ПК-7.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.5 Л1.4 Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.8 Л2.7 Л2.6 Л2.5 Л2.4 Л2.3 Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.

3.4	Топологические и структурные особенности проектирования СНК. /Ср/	3	10	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-З ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-З ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-З ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-7.1-З ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-7.2-З ПК-7.2-У ПК-7.2-В ПК-7.3-З ПК-7.3-У ПК-7.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.5 Л1.4 Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.8 Л2.7 Л2.6 Л2.5 Л2.4 Л2.3 Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Зачёт.
	Раздел 4. WLCP и CSP – печатные платы со встроенными компонентами.					
4.1	WLCP и CSP – печатные платы со встроенными компонентами. /Тема/	3	0			

4.2	WLCP и CSP – печатные платы со встроенными компонентами. /Лек/	3	2	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-3 ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-7.1-3 ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-7.2-3 ПК-7.2-У ПК-7.2-В ПК-7.3-3 ПК-7.3-У ПК-7.3-В ПК-8.1-3 ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-3 ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.5 Л1.4 Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.8 Л2.7 Л2.6 Л2.5 Л2.4 Л2.3 Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
4.3	Основные технологические операции изготовления микроэлектромеханических систем (МЭМС). /Пр/	3	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-3 ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-7.1-3 ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-7.2-3 ПК-7.2-У ПК-7.2-В ПК-7.3-3 ПК-7.3-У ПК-7.3-В ПК-8.1-3 ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-3 ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.5 Л1.4 Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.8 Л2.7 Л2.6 Л2.5 Л2.4 Л2.3 Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.

4.4	Технология сборки в корпус СНК. /Ср/	3	13	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-З ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-З ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-З ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-7.1-З ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-7.2-З ПК-7.2-У ПК-7.2-В ПК-7.3-З ПК-7.3-У ПК-7.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.5 Л1.4 Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.8 Л2.7 Л2.6 Л2.5 Л2.4 Л2.3 Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Зачёт.
	Раздел 5. Особенности технологии при посадке кристалла в корпус. Присоединение выводов к кристаллу СНК. Способы изоляции и герметизации ИС по технологии СНК.					
5.1	Особенности технологии при посадке кристалла в корпус. Присоединение выводов к кристаллу СНК. Способы изоляции и герметизации ИС по технологии СНК. /Тема/	3	0			

5.2	Особенности технологии при посадке кристалла в корпус. Присоединение выводов к кристаллу СНК. Способы изоляции и герметизации ИС по технологии СНК. /Лек/	3	2	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-3 ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-7.1-3 ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-7.2-3 ПК-7.2-У ПК-7.2-В ПК-7.3-3 ПК-7.3-У ПК-7.3-В ПК-8.1-3 ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-3 ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.5 Л1.4 Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.8 Л2.7 Л2.6 Л2.5 Л2.4 Л2.3 Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
5.3	Особенности процессов металлизации при производстве систем на кристалле. /Пр/	3	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-3 ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-7.1-3 ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-7.2-3 ПК-7.2-У ПК-7.2-В ПК-7.3-3 ПК-7.3-У ПК-7.3-В ПК-8.1-3 ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-3 ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.5 Л1.4 Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.8 Л2.7 Л2.6 Л2.5 Л2.4 Л2.3 Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.

5.4	Технология плат со встроенными компонентами. /Ср/	3	20	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-3 ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-7.1-3 ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-7.2-3 ПК-7.2-У ПК-7.2-В ПК-7.3-3 ПК-7.3-У ПК-7.3-В ПК-8.1-3 ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-3 ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.5 Л1.4 Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.8 Л2.7 Л2.6 Л2.5 Л2.4 Л2.3 Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Зачёт.
	Раздел 6. Методы проектирования СНК.					
6.1	Методы проектирования СНК. /Тема/	3	0			

6.2	Методы проектирования СНК. /Лек/	3	2	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-3 ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-7.1-3 ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-7.2-3 ПК-7.2-У ПК-7.2-В ПК-7.3-3 ПК-7.3-У ПК-7.3-В ПК-8.1-3 ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-3 ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.5 Л1.4 Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.8 Л2.7 Л2.6 Л2.5 Л2.4 Л2.3 Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
6.3	Особенности проектирования систем на базовых матричных кристаллах (БМК), ПЛИС и ASIC. /Пр/	3	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-3 ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-7.1-3 ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-7.2-3 ПК-7.2-У ПК-7.2-В ПК-7.3-3 ПК-7.3-У ПК-7.3-В ПК-8.1-3 ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-3 ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.5 Л1.4 Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.8 Л2.7 Л2.6 Л2.5 Л2.4 Л2.3 Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.

6.4	Инструменты проектирования СНК. /Ср/	3	18	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-З ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-З ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-З ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-7.1-З ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-7.2-З ПК-7.2-У ПК-7.2-В ПК-7.3-З ПК-7.3-У ПК-7.3-В ПК-8.1-З ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-З ПК-8.2-У ПК-8.2-В	Л1.5 Л1.4 Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.8 Л2.7 Л2.6 Л2.5 Л2.4 Л2.3 Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Зачёт.
	Раздел 7. Промежуточная аттестация.					
7.1	Подготовка к аттестации, иная контактная работа. /Тема/	3	0			

7.2	Подготовка к зачёту. /Зачёт/	3	8,75	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-3 ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-7.1-3 ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-7.2-3 ПК-7.2-У ПК-7.2-В ПК-7.3-3 ПК-7.3-У ПК-7.3-В ПК-8.1-3 ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-3 ПК-8.2-У ПК-8.2-В		Контрольные вопросы.
7.3	Приём зачёта. /ИКР/	3	0,25	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-5.1-3 ПК-5.1-У ПК-5.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В ПК-6.1-3 ПК-6.1-У ПК-6.1-В ПК-6.2-3 ПК-6.2-У ПК-6.2-В ПК-7.1-3 ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-7.2-3 ПК-7.2-У ПК-7.2-В ПК-7.3-3 ПК-7.3-У ПК-7.3-В ПК-8.1-3 ПК-8.1-У ПК-8.1-В ПК-8.2-3 ПК-8.2-У ПК-8.2-В		Контрольные вопросы.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Технология систем на кристалле"").

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Юсупов А. Р., Кондратьев Д. В.	Материалы и методы нанотехнологий	Уфа: БГПУ имени М. Акмуллы, 2020, 99 с.	978-5-907176-81-2, https://e.lanbook.com/book/170438
Л1.2	Рощин В.М., Силибин М.В.	Технология материалов микро-, опто- и нанoeлектроники : учеб. пособие	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010, 180с.	978-5-94774-910-6, 1
Л1.3	Раскин А.А., Прокофьева В.К.	Технология материалов микро-, опто- и нанoeлектроники : учеб. пособие	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010, 164с.	978-5-94774-909-0, 1
Л1.4	Старостин В.В.	Материалы и методы нанотехнологий : учеб. пособие	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010, 431с.	978-5-9963-0346-5, 1
Л1.5	Рамбиди Н.Г., Березкин А.В.	Физические и химические основы нанотехнологий	М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009, 456с.	978-5-9221-0988-8, 1

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Лозовский В.Н., Константинова Г.С., Лозовский С.В.	Нанотехнология в электронике. Введение в специальность : учеб. пособие	Спб.: Лань, 2008, 336с.	978-5-8114-0827-6, 1
Л2.2	Неволин В.К.	Зондовые нанотехнологии в электронике	М.: Техносфера, 2005, 152с.	5-94836-054-7, 1
Л2.3	Покровский Ф.Н.	Материалы и компоненты радиоэлектронных средств : Учеб. пособие для вузов	М.: Горячая линия-Телеком, 2005, 350с.	5-93517-215-1, 1
Л2.4	Степаненко И.П.	Основы микроэлектроники : Учеб. пособие для вузов	М.: Лаборатория базовых знаний, 2000, 488с.	5-93208-045-0, 1

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.5	Маллер Р., Кейминс Т.	Элементы интегральных схем	М.:Мир, 1989, 630с.	5-03-001100-5, 1
Л2.6	Коледов Л.А.	Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок : Учеб.для вузов	М.:Радио и связь, 1989, 400с.	5-256-00142-6, 1
Л2.7	Черняев А.В.	Метод ионной имплантации в технологии приборов и интегральных схем на арсениде галлия	М.:Радио и связь, 1990, 88с.	5-256-00740-8, 1
Л2.8	Батрова Р. Г., Юдина Н. М., Батров В. А.	Информационные технологии в экономической среде : учебно-методическое пособие	Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015, 140 с.	978-5-7410-1348-9, http://www.iprbookshop.ru/54116.html

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Зубков М.В., Максимов О.А.	Процессы микро- и нанотехнологий : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2018,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1890

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Сайт кафедры микро- и нанoeлектроники РГРТУ. http://www.rsreu.ru/faculties/fe/kafedri/mnel			
Э2	Система дистанционного обучения ФГБОУ ВО «РГРТУ», режим доступа: по паролю. http://cdo.rsreu.ru/			
Э3	Единое окно доступа к образовательным ресурсам, режим доступа: по паролю. http://cdo.rsreu.ru/			
Э4	Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. https://iprbookshop.ru/			
Э5	Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. https://www.e.lanbook.com			
Э6	7. Электронная библиотека РГРТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: из корпоративной сети РГРТУ – по паролю. http://elib.rsreu.ru/			
Э7	Интернет Университет Информационных Технологий. http://www.intuit.ru/			

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Операционная система Windows XP	Microsoft Imagine, номер подписки 700102019, бессрочно
Операционная система MS DOS	Бессрочно. Корпоративная лицензия Microsoft Imagine Membership ID 700565239
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
LibreOffice	Свободное ПО
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LabVIEW	Коммерческая лицензия

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru
---------	---

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	51 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы 30 мест, мультимедиа проектор benQ Pb 6200, доска магнитно-маркерная, компьютер, экран настенный
2	501 лабораторный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (37 посадочных мест) ПК: Intel Celeron CPVJ1800 – 25 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
3	343 учебно-административный корпус. Учебно-вспомогательная Аудитория для хранения и ремонта оборудования 2 компьютера, принтер, сканер, 5 мест
4	501 лабораторный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (37 посадочных мест) ПК: Intel Celeron CPVJ1800 – 25 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания по дисциплине "Технология систем на кристалле").

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Литвинов Владимир
Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ

15.07.25 17:16 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Литвинов Владимир
Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ

15.07.25 17:16 (MSK)

Простая подпись