

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол № 7 от « 25 » апреля 2019 г.

Зав. кафедрой  / Салихов Р.Б.

Согласовано:  
Председатель УМК физико-  
технического института

 / Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ**  
(наименование дисциплины)

Часть, формируемая участниками образовательных отношений  
(указать часть (обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений))

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)

11.03.04 электроника и микроэлектроника

(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))


Направленность (профиль) подготовки

Электронные приборы и устройства  
(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

Бакалавр  
(указывается квалификация)

Разработчик (составитель)  
Доцент, кандидат наук  
(должность, ученая степень, ученое звание)


 / Важдяев К.В.  
(подпись/ Ф.И.О.)

Для приема: 2019г.  
Уфа 2019г.

Составитель: Салихов Р.Б., д.ф.-м.н., профессор кафедры инфокоммуникационных технологий и нанoeлектроники

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры инфокоммуникационных технологий и нанoeлектроники протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019г. №\_\_

Заведующий кафедрой



\_\_\_\_\_ / Салихов Р.Б./

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
  - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
  - 4.3. *Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)*
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
  - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (с ориентацией на карты компетенций)

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знать основные технические параметры, эксплуатационные характеристики и области применения основных устройств и функциональных узлов твердотельной электроники. УК-1.2. Уметь применять методы расчета параметров и характеристик, моделирования и проектирования электронных приборов и устройств твердотельной электроники и нанoeлектроники; УК-1.3. Владеть информацией об областях применения и перспективах развития различных функциональных узлов и устройств современной электроники;
	ПК-1. Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-1.1. Знать характеристики современных САПР микроэлектроники и методы решения задач технологического и схемотехнического проектирования БИС и СБИС; ПК-1.2. Уметь работать в коллективе (малых группах) при решении профессиональных задач; ПК-1.3. Владеть навыками работы в коллективе (малых группах) при решении профессиональных задач;

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технология производства интегральных схем» относится к *выборочной* части.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5-6 семестрах.

Цели изучения дисциплины: является - ознакомление студентов с будущей специальностью, основными достижениями и тенденциями развития нанотехнологий и наноматериалов в производстве изделий электронной техники.

Данный курс предназначен для студентов направления 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника». Дисциплина «Технология производства интегральных схем» базовые операции технологических процессов производства современных интегральных микросхем, конструкции и технологические маршруты изготовления интегральных транзисторных структур и логических элементов на их основе, тенденции, ограничения и перспективы развития специализированных сверхбольших интегральных схем (СБИС).

По предмету и методу своих исследований данный курс тесно связан курсами «Математический анализ», «Вычислительная математика» и «Физика». Также дисциплина требует знание английского языка в объеме достаточном для понимания технической литературы. Знания, полученные в результате освоения курса «Технология производства интегральных схем» позволяет изучать современные технологические процессы производства гибридных

и полупроводниковых интегральных микросхем (подготовительные, основные и контрольные технологические операции, технологическое оборудование и режимы его работы), конструкциях и технологических маршрутах изготовления интегральных транзисторных структур (биполярные, полевые с управляющими переходами, МДП-транзисторы, краткие сведения о гетеропереходных транзисторах, транзисторах на горячих носителях, транзисторах на квантовых эффектах) и логических элементов на их основе, ограничениях и перспективах развития специализированных СБИС.

### 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

#### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции:

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Планируемые результаты обучения (Индикаторы достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
	2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
УК-1.1. Знать основные технические параметры, эксплуатационные характеристики и области применения основных устройств и функциональных узлов твердотельной электроники.	Имеет фрагментарные знания профессиональной лексики, не готов к участию в дискуссии на профессиональные темы;	Фрагментарные знания профессиональной лексики, не всегда готов к участию в дискуссии на профессиональные темы;	Достаточно уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные темы; знать основы делового общения, принципы и методы организации деловой коммуникации на русском и иностранном языках.	Уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные темы; знать основы делового общения, принципы и методы организации деловой коммуникации на русском и иностранном языках.
УК-1.2. Уметь применять методы расчета параметров и характеристик, моделирования и проектирования электронных приборов и устройств твердо-	Умеет фрагментарно проводить информационно-поисковую работу	Уверенно проводит информационно-поисковую работу, но не умеет адекватно отбирать данные для решения профессиональных задач	Уверенно проводит информационно-поисковую работу, но испытывает небольшие трудности при выборе необходимых данных для решения профессиональных задач	Уверенно проводит информационно-поисковую работу и выбор данных для решения профессиональных задач

тельной электроники и наноэлектроники;				
УК-1.3. Владеть информацией об областях применения и перспективах развития различных функциональных узлов и устройств современной электроники;	Не способен работать с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	Способен работать с различными источниками информации; испытывает сложности с выбором современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	Владеет способностью работать с различными источниками информации; применять современные инструментальные средства для проведения информационно-поисковой работы, не способен внедрять данные для решения поставленных задач	Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач

### Зачет

Планируемые результаты обучения (Индикаторы достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
	«Не зачтено»	«Зачтено»
УК-1.1. Знать основные технические параметры, эксплуатационные характеристики и области применения основных устройств и функциональных узлов твердотельной электроники.	Отсутствие знаний или фрагментарные представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в содержание дисциплины	Сформированные (возможно неполные) представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в содержание дисциплины
УК-1.2. Уметь применять методы расчета параметров и характеристик, моделирования и проектирования электронных приборов и устройств твердотельной электроники и наноэлектроники;	Отсутствие умений или фрагментарные умения употреблять правильную терминологию, определения, применять методы расчета параметров и характеристик, моделирования и проектирования электронных приборов и устройств твердотельной электроники и наноэлектроники	В целом успешное (возможно не систематическое) умение употреблять правильную терминологию, определения применять методы расчета параметров и характеристик, моделирования и проектирования электронных приборов и устройств твердотельной электроники и наноэлектроники
УК-1.3. Владеть информацией об областях применения и перспективах развития различных функциональных узлов и устройств современной электроники;	Отсутствие владения или фрагментарное владение экспериментальными навыками.	В целом успешное (возможно не систематическое) владение экспериментальными навыками.

ПК-1- Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования

Планируемые результаты обучения (Индикаторы достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
	2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ПК-1.1. Знать характеристики современных САПР микроэлектроники и методы решения задач технологического и схематехнического проектирования БИС и СБИС;	Имеет фрагментарные знания профессиональной лексики, не готов к участию в дискуссии на профессиональные темы;	Фрагментарные знания профессиональной лексики, не всегда готов к участию в дискуссии на профессиональные темы;	Достаточно уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные темы; знать основы делового общения, принципы и методы организации деловой коммуникации на русском и иностранном языках.	Уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные темы; знать основы делового общения, принципы и методы организации деловой коммуникации на русском и иностранном языках.
ПК-1.2. Уметь работать в коллективе (малых группах) при решении профессиональных задач;	Умеет фрагментарно проводить информационно-поисковую работу	Уверенно проводит информационно-поисковую работу, но не умеет адекватно отбирать данные для решения профессиональных задач	Уверенно проводит информационно-поисковую работу, но испытывает небольшие трудности при выборе необходимых данных для решения профессиональных задач	Уверенно проводит информационно-поисковую работу и выбор данных для решения профессиональных задач
ПК-1.3. Владеть навыками работы в коллективе (малых группах) при решении профессиональных задач;	Не способен работать с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	Способен работать с различными источниками информации; испытывает сложности с выбором современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	Владеет способностью работать с различными источниками информации; применять современные инструментальные средства для проведения информационно-поисковой работы, не способен внедрять данные для решения поставленных задач	Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач

Зачет

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
---------------------------------	--

(Индикаторы достижения заданного уровня освоения компетенций)	«Не зачтено»	«Зачтено»
ПК-1.1. Знать характеристики современных САПР микроэлектроники и методы решения задач технологического и схмотехнического проектирования БИС и СБИС;	Отсутствие знаний или фрагментарные представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в содержание дисциплины	Сформированные (возможно неполные) представления об основных понятиях и утверждениях, входящих в содержание дисциплины
ПК-1.2. Уметь работать в коллективе (малых группах) при решении профессиональных задач;	Отсутствие умений или фрагментарные умения употреблять правильную терминологию, определения, работать в коллективе (малых группах) при решении профессиональных задач;	В целом успешное (возможно не систематическое) умение употреблять правильную терминологию, работать в коллективе (малых группах) при решении профессиональных задач;
ПК-1.3. Владеть навыками работы в коллективе (малых группах) при решении профессиональных задач;	Отсутствие владения или фрагментарное владение экспериментальными навыками	В целом успешное (возможно не систематическое) владение экспериментальными навыками.

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для экзамена*: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; *для зачета*: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

(*для экзамена*:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

*для зачета*:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

#### **4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Компетенция (с указанием кода)	Результаты обучения <i>Индикатор достижения компетенции (с кодом)</i>	Оценочные средства
УК-1- Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знать основные технические параметры, эксплуатационные характеристики и области применения основных устройств и функциональных узлов твердотельной электро-	отчет лабораторной работы; устный вопрос, коллоквиум, экзамен



	ники.	
	УК-1.2. Уметь применять методы расчета параметров и характеристик, моделирования и проектирования электронных приборов и устройств твердотельной электроники и нанoeлектроники;	
	УК-1.3. Владеть информацией об областях применения и перспективах развития различных функциональных узлов и устройств современной электроники;	
ПК-1- Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-1.1. Знать характеристики современных САПР микроэлектроники и методы решения задач технологического и схемотехнического проектирования БИС и СБИС;	отчет лабораторной работы; устный вопрос, коллоквиум, экзамен
	ПК-1.2. Уметь работать в коллективе (малых группах) при решении профессиональных задач;	
	ПК-1.3. Владеть навыками работы в коллективе (малых группах) при решении профессиональных задач;	

#### 4.3. *Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)*

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

#### **Экзаменационные билеты**

Примерные вопросы для зачета:

##### **5 семестр**

1. Интегральная микросхема: Определение, классификация, особенности производства.
2. Технология биполярных ИМС. Классификация основных методов электрической изоляции элементов ИМС.
3. Базовый процесс формирования биполярной ИМС с изоляцией элементов при помощи р-п-перехода на примере интегрального п-р-п-транзистора.
4. Метод коллекторной изолирующей диффузии. Метод базовой изолирующей диффузии.
5. Технология БиП ИМС на основе трех фотошаблонов. Технология БиП ИМС на основе двойной диффузии.
6. ЭПИК (ЕРИК) – процесс изготовления БиП ИМС. КВД и VIP процессы изготовления БиП ИМС.

Примерные вопросы для экзамена:

##### **6 семестр**

1. Изопланарная технология изготовления БиП ИМС: Изопланар-1, Изоплана
2. Эпипланарная и полипланарная технологии изготовления БиП ИМС.
3. Совмещенная технология изготовления БиП ИМС.
4. Технология МДП ИМС. Сравнение базовых технологий МДП и БиП ИМС.
5. Базовый технологический процесс изготовления МДП ИМС.

6. Изготовление МДП ИМС методом двойной диффузии. Технология МДП ИМС на пассивных подложках.
7. Технология комплиментарных МДП ИМС.
8. E<sup>2</sup>IC-технология (технология с использованием приподнятых электродов).
9. PSA-технология (технология с самосовмещением с использованием поликремния).
10. Модифицированный PSA-процесс (APSA-процесс).
11. Самосовмещенный с вертикальной изоляцией биполярный интегральный транзистор VIST.
12. Суперсамосовмещенная технология изготовления биполярного интегрального транзистора SST I

Образец экзаменационного билета:

Приведен в приложении 3.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

для зачета:

- зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

**Критерии оценки (в баллах):**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

**Вопросы на коллоквиум**

На коллоквиуме задается 3 вопроса из списка. На подготовку дается 15 минут.

1. Резистивные микросенсоры для измерения состава и концентрации газов.
2. Тензорезистивные микросенсоры на основе монокристаллических полупроводников.
3. Классификация сенсоров.

**Критерии оценки (в баллах)**

Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов	5 баллов
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но имеются один или несколько недостатков	2 баллов
Нет правильного ответа	0 баллов

## Участие в конференциях, публикация статей

### 1. Публикация статей – 5 баллов

Критерии	Оценка (в баллах)	
Тип работы	Реферативная работа	0,1
	Работа носит исследовательский характер	0,3
	Работа является исследованием	0,6
Использование известных данных и научных фактов	Не использует никаких данных	0
	Автор использовал известные данные	0,4
	Использованы уникальные научные данные	0,6
Полнота цитируемой литературы, ссылка на ученых	Использован учебный материал	0,1
	Использованы специализированные издания	0,3
	Использованы интернет ресурсы	0,6
Актуальность работы	Изучение вопроса не является актуальным	0
	Представленная работа привлекает интерес своей актуальностью	0,4
	Работа содержит научный характер	0,6
Степень новизны полученных результатов	Работа не содержит ничего нового	0
	В работе доказан уже установленный факт	0,4
	В работе получены новые данные	0,6

### 2. Участие в конференции- 5 баллов

Творческий подход к отбору и структурированию материала	-	1 балл
Новизна и самостоятельность при постановке проблемы	-	1 балл
Выступление не является простым чтением с экрана	-	1 балл
В выступлении дополняются и раскрываются ключевые моменты, представленные на слайдах	-	1 балл
Во время выступления поддерживается зрительный контакт с аудиторией, речь отличается богатством интонаций	-	1 балл

#### Критерии оценки (в баллах)

Приведен полностью правильно оформленный отчет, включающий правильные ответы на контрольные вопросы, правильно решенные задания и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов	10 балла
Дан правильно оформленный отчет, включающий правильные ответы на контрольные вопросы, но в решении заданий имеются один или несколько недостатков	5 балл
Нет правильно оформленного отчета	0 баллов

#### Пример лабораторной работы

### ИССЛЕДОВАНИЕ ТИПОВ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМ И ИХ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

#### 1. Цель работы

Целью работы является изучение терминов, определений, классификации и системы условных обозначений, применяемых в микроэлектронике, а также конструктивно-технологических параметров интегральных микросхем (ИМС).

#### 2. Содержание работы

1. Ознакомиться с терминами и определениями основных понятий ИМС, а также с терминами, связанными с применением ИМС.
2. Ознакомиться с классификацией и системой условных обозначений ИМС.
3. Ознакомиться с некоторыми типами подложек и полупроводниковых пластин ИМС.
4. Ознакомиться с конструкциями некоторых типов корпусов ИМС.

5. Ознакомиться с топологией ИМС.
6. Определить элементы и компоненты ИМС.
7. Определить интегральную плотность предлагаемых ИМС.
8. Определить степень интеграции рассматриваемых ИМС.
9. Определить интегральную плотность элементов на подложке предлагаемых ИМС.

### 3. Краткие теоретические сведения

Различные виды интегральных микросхем являются основной элементной базой современной радиоэлектронной аппаратуры. По конструктивно-технологическим признакам ИМС подразделяются на тонкопленочные, толстопленочные и полупроводниковые. В зависимости от назначения производятся ИМС широкого применения, представляющие собой различные логические элементы, переключатели, линейные схемы и т. д., обладающие определенной универсальностью, и ИМС специального назначения, представляющие собой отдельные устройства РЭА и предназначенные для конкретных видов РЭА.

Рассмотрим основные понятия микросхем, определяемые Государственными стандартами, и конструктивно-технологические ограничения при производстве ИМС.

#### 3.1. Термины и определения ИМС

*Интегральная микросхема* (ИМС) - микроэлектронное изделие, выполняющее определенную функцию преобразования и обработки сигнала и имеющее высокую плотность упаковки электрически соединенных элементов и компонентов, которое с точки зрения требований к испытаниям, приемке, поставке и эксплуатации рассматривается как единое целое.

*Пленочная ИМС* - интегральная микросхема, все элементы и межэлементные соединения которой выполнены в виде пленок. Пленочные ИМС подразделяются на тонкопленочные и толстопленочные.

*Гибридная ИМС* - интегральная микросхема, содержащая кроме элементов компоненты и кристаллы.

*Полупроводниковая ИМС* - интегральная микросхема, все элементы и межэлементные соединения которой выполнены в объеме и на поверхности полупроводника.

*Элемент ИМС* - часть интегральной микросхемы, реализующая функцию какого-либо электрорадиоэлемента, которая выполнена нераздельно от кристалла или подложки и не может быть выделена как самостоятельное изделие с точки зрения требований к испытаниям, приемке, поставке и эксплуатации.

*Подложка ИМС* (подложка) - заготовка, предназначенная для нанесения на нее элементов гибридных и пленочных интегральных микросхем, межэлементных и межкомпонентных соединений, а также контактных площадок.

*Плата ИМС* (плата) - часть подложки пленочной ИМС, на поверхности которой нанесены пленочные элементы микросхемы, межэлементные и межкомпонентные соединения и контактные площадки.

*Полупроводниковая пластина* (пластина) - заготовка из полупроводникового материала, используемая для изготовления полупроводниковых ИМС.

*Кристалл ИМС* (кристалл) - часть полупроводниковой пластины, в объеме и на поверхности которой сформированы элементы полупроводниковой микросхемы, межэлементные соединения и контактные площадки.

*Плотность упаковки ИМС* - отношение числа элементов и компонентов интегральной микросхемы  $N$  к площади  $S_M$ , занимаемой ИМС

$$\omega = \frac{N}{S_M}$$

*Степень интеграции ИМС*  $K_{\text{и}}$  - показатель степени сложности микросхемы, характеризуемый числом содержащихся в ней элементов и компонентов. Степень интеграции определяется формулой

$$K_{\text{и}} = \lg N,$$

где  $N$  - число элементов и компонентов, входящих в ИМС. Коэффициент  $K_{\text{и}}$ , округляется до ближайшего большего целого числа.

*Интегральная плотность элементов на подложке*  $\omega'$  - характеризуется числом элементов, приходящихся на единицу площади подложки

$$\omega' = \frac{N}{S_{\text{п}}} = \frac{10^{K_{\text{и}}}}{S_{\text{п}}}$$

где  $S_{\text{п}}$  - площадь подложки микросхемы.

*Серия ИМС* - совокупность типов интегральных микросхем, которые могут выполнять различные функции, имеют единое конструктивно-технологическое исполнение и предназначены для совместного применения.

### 3.2. Классификация и система условных обозначений ИМС

(см. Приложение 1)

По конструктивно-технологическому исполнению ИМС подразделяются на три группы, которым присвоены следующие обозначения:

- 1; 5; 7 - полупроводниковые;
- 2; 4; 6; 8 - гибридные;
- 3 - прочие (пленочные, вакуумные, керамические и т. д.).

По функциональному назначению ИМС подразделяются на подгруппы и виды. Например: подгруппа - логические элементы, вид - элемент "И-ИЛИ"; подгруппа - триггеры, вид - типа j-К. Наиболее характерный признак подгруппы и вида включается в условное обозначение ИМС.

Обозначение ИМС состоит из следующих элементов: первый элемент - цифра, обозначающая группу ИМС; второй элемент - две цифры, обозначающие порядковый номер разработки серии ИМС (от 0 до 99); третий элемент - две буквы, обозначающие подгруппу и вид ИМС; четвертый элемент - порядковый номер разработки ИМС по функциональному признаку в данной серии. Два первых элемента обозначают серию микросхемы.

Например: полупроводниковая логическая ИМС "И-НЕ/ИЛИ-НЕ" с порядковым номером разработки серии - 21, порядковым номером разработки данной схемы в серии по функциональному признаку - 1 имеет следующее условное обозначение: 121ЛБ1, где 1 - группа (по конструктивно-технологическому исполнению); 21 - порядковый номер разработки данной серии; 121 - серия; Л - подгруппа; В - вид (по функциональному назначению); 1 - порядковый номер разработки микросхемы по функциональному признаку в данной серии.

Допускается после обозначения порядкового номера разработки серии ставить буквенные обозначения от А до Я данного поддиапазона. Конечная буква может быть заменена цветной точкой. Значения электрических параметров поддиапазона и цвет маркировочной точки указываются в технической документации на микросхему конкретного типа.

Для микросхем, используемых в устройствах широкого применения, в начале обозначения указывается буква "К". Например: К121ЛБ1 - полупроводниковая ИМС серии 121, используемая в устройствах широкого применения.

### 3.3. Классификация питающих напряжений ИМС

Номинальные значения напряжений питания ИМС должны соответствовать следующему ряду: 1,2; 2,4; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 9,0; 12,0; 15,0; 24,0; 30,0; 48,0; 100; 150; 200 В.

ИМС должны сохранять электрические параметры и пределах заданных норм при отклонениях питающих напряжений от номинальных значений на величину, выбираемую из следующего ряда:  $\pm 10$ ;  $\pm 20\%$

### 3.4. Подложки микросхем

Подложки для пленочных микросхем должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Высокая механическая прочность при малых толщинах.
2. Высокое объемное и поверхностное удельное электрическое сопротивление и малый тангенс угла диэлектрических потерь.
3. Температурные коэффициенты линейного расширения подложки и пленки должны быть предельно согласованными.
4. Химическая инертность к осаждаемым веществам и травителям.
5. Физическая и химическая стойкости при нагреве до высоких температур порядка  $800^{\circ}\text{C}$ .
6. Незначительное газовыделение в вакууме.
7. Хорошая адгезия с осаждаемой пленкой.
8. Высокий коэффициент теплопроводности.
9. Хорошая полируемость.
10. Низкая стоимость.

В полной мере перечисленным требованиям не удовлетворяет ни одна из применяемых подложек. Некоторые требования находятся в противоречии друг к другу, например, низкая стоимость и чистота обработки поверхности подложки. Поэтому выбор подложки основан на компромиссном решении.

Рекомендуемые размеры подложек для пленочных микросхем приведены в табл. 1.

Таблица 1

Рекомендуемые размеры подложек для пленочных ИМС

ширина в мм	30	24	20	16	16	16	12	12	10	10
длина в мм	48	30	24	60	30	20	48	30	16	12

При изготовлении различных ИМС наиболее широко в качестве материалов для подложек и полупроводниковых пластин используют:

1. в тонкопленочных ГИМС - ситалл, поликор, сапфир, керамику;
2. в СВЧ ИМС - поликор;
3. в толстопленочных ГИМС - керамику;
4. в полупроводниковых ИМС - кремний, кремний на сапфире и ситалле.

**Ситалл** - продукт кристаллизации стекла с мелкими (0,01 ÷ 1 мм) кристаллитами. Получаемые при термообработке в результате катализируемой кристаллизации стекла ситаллы занимают промежуточное положение между стеклами и керамикой.

В различные марки ситаллов входят окислы кремния (30÷90%), остальное - окислы титана, магния, бора и др.

**Поликор** изготавливают из корундовой керамики, содержащей около 99,8% окиси алюминия. В поликоре удачно сочетается относительно высокая диэлектрическая проницаемость с малыми диэлектрическими потерями на СВЧ. Кроме того, поликор обладает хорошей полируемостью, что также снижает потери на СВЧ.

**Керамические подложки** сравнительно дешевы, имеют низкие потери, относительно высокую диэлектрическую проницаемость и малые температурные изменения диэлектрических параметров. К недостаткам керамических подложек следует отнести трудности, связанные с их полировкой (поверхность керамики после спекания всегда шероховатая), а также относительно низкую механическую прочность. Наибольшее распространение получили две группы керамики, отличающиеся содержанием окиси алюминия. В первую группу, для которой содержание окиси алюминия составляет 98÷100%, входят такие керамики, как А-995, ГМ, сапфирит и др. Керамики первой группы применяются преимущественно для подложек СВЧ микросхем.

Во вторую группу, для которой содержание окиси алюминия составляет 93÷96%, входят такие керамики, как 22ХС, 22Х и др. Керамики второй группы применяются преимущественно для подложек толстопленочных ИМС. Шероховатая поверхность керамики способствует повышению адгезии при вжигании паст толстопленочных микросхем.

**Сапфир** представляет собой монокристаллическую окись алюминия. Он обладает весьма малыми диэлектрическими потерями на СВЧ, высокой теплопроводностью, механической прочностью, устойчивостью к действию высокой температуры, влаги, излучений. На сапфире возможно гетерозипитаксиальное осаждение кремния, арсенида галлия и др. веществ, используемых для создания активных элементов и формирования на подложке микросхем типа "кремний на сапфире". Широкое применение сапфировых подложек ограничивается трудностями его изготовления и высокой стоимостью.

**Пластины из кремния** широко применяются для создания на их основе полупроводниковых микросхем. Активные и пассивные элементы, сформированные в кремниевой пластине, изолируются друг от друга р-п переходами или диэлектриком.

### 3.5. Корпуса микросхем

По форме проекции тела корпуса микросхемы на плоскость основания и расположению выводов корпуса делятся на типы, указанные в табл. 2.

По габаритным и присоединительным размерам типы корпусов подразделяются на типоразмеры, каждому из которых присваивают шифр, состоящий из индекса К (корпус), обозначения типа корпуса (цифра) и двузначного числа (01÷99), обозначающего номер типоразмера. Например: К301, К102 и т. п.

Таблица 2

**Типы корпусов ИМС**

Тип	Форма проекции тела корпуса на плоскость основания	Расположение проекции выводов на плоскость основания	Расположение выводов относительно плоскости основания
1	Прямоугольная	В пределах проекции тела корпуса	Перпендикулярное
2	Прямоугольная	За пределами проекции тела корпуса	Перпендикулярное
3	Круглая	В пределах проекции тела корпуса по окружности	Перпендикулярное
4	Прямоугольная	За пределами проекции тела корпуса	Параллельное

*Примечание.* Корпуса, имеющие гибкие внешние выводы, которые при необходимости могут отгибаться за пределы проекции, относятся к корпусам двух типов одновременно.

Условные обозначения корпусов состоят из:

- шифра типоразмера корпуса (без буквы К);
- цифрового индекса, определяющего количество выводов;
- порядкового регистрационного номера разработки.

Пример записи условного обозначения корпуса в конструкторской документации: корпус 201.14-2, где 201 - шифр типоразмера; 14 - количество выводов; 2 - порядковый регистрационный номер.

Нумерация внешних выводов корпуса начинается от ключа и идет против часовой стрелки, если смотреть на корпус со стороны крышки.

По конструктивно-технологическому исполнению (конструкции) корпуса подразделяются на:

- металлостеклянные;
- стеклянные;
- металлокерамические;
- керамические;
- пластмассовые;
- металлополимерные (см. образцы корпусов).

**Металлостеклянные** корпуса - корпуса, изготовленные из металлического основания с выводами, изолированными стеклом. Герметизация выводов осуществляется стеклянными бусами или стеклотаблетками. Бусой изолируется каждый вывод в отдельности, таблеткой - группа выводов.

**Стеклянные** - корпуса, основания которых изготовлены из стекла с впаянными в стекло выводами. Такой корпус может иметь как стеклянные, так и металлические крышки. Для монтажа микросхем используется корпус без металлической площадки и с металлической площадкой.

**Металлокерамические** - корпуса, в которых керамическая подложка является основанием, герметизация выводов производится припоем. Металлическая крышка корпуса припаивается к ободку, который в свою очередь припаян по периметру керамического основания.

**Керамические** - корпуса, изготовленные из керамики с герметизацией выводов стекломалью или стеклоприпоем.

Керамические и металлокерамические корпуса применяют преимущественно для толстопленочных микросхем.

**Пластмассовые** - корпуса, изготовленные из пластмассы с выводами, впрессованными в процессе литья или герметизации. Пластмассовые корпуса широко применяются для полупроводниковых микросхем при массовом производстве.

**Металлополимерные** - корпуса, в которых для защиты ИМС используется металлическая крышка, выводы герметизируются заливкой компаундом.

#### 4. Указания по выполнению работы

Лабораторный макет состоит из двух кассет. В кассете № 1 представлены шесть различных типов корпусов и три вида ИМС, которые необходимы для определения интегральной плотности, степени интеграции ИМС и интегральной плотности элементов на подложке ИМС.

В кассете № 2 содержатся некоторые образцы подложек ИМС: ситалловая (СТ38-1) - № 1, поликордовая - № 2, полиамидная пленка - № 3, керамическая (22ХС) - № 4, сапфировая - № 5, кремниевая - № 6.

#### 5. Порядок выполнения работы

##### 5.1. Классификация и система условных обозначений ИМС

1. Для представленных ИМС в кассете № 1 по маркировке определить тип микросхемы и ее функциональное назначение.
2. Результаты свести в таблицу 3.

Таблица 3(см. Приложение2)

№№ п/п	Обозначение ИМС	Тип ИМС	Выполняемая функция ИМС

##### 5.2. Изучение корпусов ИМС

###### Кассета № 1

1. Дать классификацию представленных корпусов по форме проекции корпуса на плоскость основания и расположению выводов корпуса.
2. Классифицировать представленные корпуса по конструктивно-технологическому исполнению.
3. Результаты свести в таблицу 4.

Таблица 4(см. Приложение3)

№№ п/п	№ платы в кассете № 1	Тип корпуса по форме проекции и расположению выводов	Конструктивно - техноло- гическое исполнение кор- пусов	Область примене- ния

##### 5.3. Изучение подложек ИМС

###### Кассета № 2

1. Описать внешний вид подложек (цвет, прозрачность, толщина и т.д.).
2. Указать область применения подложек.
3. Результаты свести в таблицу 5.

Таблица 5(см. Приложение4)

№№ п/п	Материал подложки	Область применения (преимущественно)	Характерные внешние признаки подложки

#### 5.4. Изучение конструкции различных типов ИМС

1. По типам подложек и корпуса определить тип ИМС (по указанию преподавателя).
2. Определить  $K_n$ ,  $\omega$ ,  $\omega'$  для предложенных ИМС.
3. Дать сравнительную оценку исследованных ИМС.
4. Результаты свести в таблицу 6.

Таблица 6(см. Приложение5)

№№ п/п	Обозначение ИМС	Тип ИМС	Функции, выполняемые ИМС	$K_n$	$\omega$	$\omega'$	Материал подложки
					$\frac{\text{эл}}{\text{см}^2}$	$\frac{\text{эл}}{\text{см}^2}$	

#### 6. Содержание отчета

Отчет содержит:

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Результаты задания раздела 5.1, сведенные в табл. 3.
4. Результаты задания раздела 5.2, сведенные в табл. 4.
5. Результаты задания раздела 5.3, сведенные в табл. 5.
6. Результаты задания раздела 5.4, сведенные в табл. 6.

#### 7. Контрольные вопросы

1. Как подразделяются ИМС по конструктивно-технологическому признаку?
2. Дайте определение подложки ИМС.
3. Дайте определение корпуса ИМС.
4. Дайте определение пленочной, гибридной и полупроводниковой ИМС.
5. Приведите классификацию и систему условных обозначений ИМС.
6. Опишите классификацию материалов подложек и их предпочтительное применение в различных ИМС.
7. Представьте классификацию корпусов ИМС по форме проекции корпуса и расположению выводов.
8. Дайте классификацию корпусов ИМС по конструктивно - технологическому исполнению.

### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

##### Основная литература:

1. Ефимов, И. Е. Основы микроэлектроники : учебник / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь .— СПб. : Лань, 2008 .— 384 с. : [библ. БашГУ имеется в 23 экз.]

##### Дополнительная литература:

1. Смирнов, Ю.А. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 496 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12948>.

#### 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины



1	Электронно-библиотечная система «ЭБ БашГУ»	Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет	<a href="https://elib.bashedu.ru/">https://elib.bashedu.ru/</a>
2	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	Регистрация из сети БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет	<a href="http://www.biblioclub.ru/">http://www.biblioclub.ru/</a>
3	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	Регистрация из сети БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекционных занятий используется аудиторный фонд физико-технического института.

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория 606, 02 (физико-технического корпус учебное)	Лекции	<p style="text-align: center;"><b>Аудитория 02</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия</p> <p>1. Интерактивная напольная кафедра докладчика с закрывающим на ключ отсеком. Инв.№41013400001647</p> <p>2. Ноутбук оператора Asusk56cb-xo198H. Инв. №41013400001634</p> <p>3. Коммутатор HP1410-16Gb. Инв.№410134000001646</p> <p>4. Петличный радиомикрофон Инв.№41013400001644</p> <p>5. Вокальный радиомикрофон AKG 40.Инв.№41013400001645</p> <p>6. Матричный коммутатор интерфейса HDMI Инв.№41013400001637</p> <p>7. Терминал видео-конференц. связи Инв.№41013400001627</p> <p>8. Интерактивная система со встроенным со встроенным короткофокусным проектором Инв.№41013400001636</p> <p>9. Настольный интерактивный дисплей Инв.№41013400001631</p>

		<p>10. Профессиональный LCD дисплей 55 Инв.№41013400001631</p> <p>11. Портативный визуализатор Инв.№41013400001635</p> <p>12. Микшерный пульт Инв.№41013400001643</p> <p>13. Компьютер, встраиваемый в кафедру AsRockM8D45 Инв.№41013400001633</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория 606</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия</p>
<p><b>учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитория 414 (физико-технического корпус учебное)</p>	<p>Практические занятия</p>	<p>1. Учебная мебель, доска аудиторная, м-ноблок ThinkCentre (12 шт ) Windows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензия- OLP NL Academic Edition. Бессрочная.</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор №114 от 12.11.2014 г.. Лицензия- OLP NL Academic Edition. Бессрочная.</p>
<p><b>помещения для самостоятельной работы:</b> Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж).</p>	<p>Самостоятельная работа</p>	<p>1. Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.</p> <p>2. indows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензия- OLP NL Academic Edition. Бессрочная.</p> <p>3. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор №114 от 12.11.2014 г.. Лицензия- OLP NL Academic Edition. Бессрочная.</p>

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Технология производства интегральных схем на 5-6 семестрах  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины		
	5 се- местр	6 се- местр	общее
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	72	144	6/216
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	36,2	65,2	101
лекций	18	16	34
практических/ семинарских	18	-	18
лабораторных	-	48	48
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2	1,2	1,4
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	35,8	44	79,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	0	35	35

Форма(ы) контроля:

    экзамен\_6 семестр

    зачет 5 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<b>Модуль 1:</b>	8	8	-	10			
1.	Методы анализа и описания технологических процессов производства полупроводниковых приборов и ИС.	2	5		4	[1]: §1.1-1.3	номера задач [3]: №	Устный опрос
2.	Базовые технологии основных типов ИМС.	2	5		4	[1]: §3.1-3.2	номера задач [3]: №	Устный опрос
3.	Технология монтажа и сборки полупроводниковых приборов и ИС.	2	2		4	[1]: 3.3 [2]:	номера задач [3]: №	Устный опрос
4	Технология гибридных интегральных микросхем и микросборок.	2	2		4	[1]: §4.7-4.8 [2]:	номера задач [3]: №	Коллоквиум
5	Оборудование: принципы функционирования, принципиальные схемы, пути выбора.	3	3		5	[1]: § 3.2-3.4, [2]:	номера задач [3]: №	Коллоквиум
	<b>Модуль2:</b>							
6	Герметизация полупроводниковых и мс .	2	2		4	[1]: § 4.1-4.3, [2]:	номера задач [3]: №	Устный опрос
7	<u>Изучение технологии изготовления и конструктивного исполнения толсто-</u>	2	2		5	[1]: § 4.7, 4.8 [2]:	номера задач [3]: №	Коллоквиум

	<u>ночных ГИМС</u>							
8	<u>Анализ топологии гибридных интегральных микросхем</u>	3	3		5,8	[1]:§ 5.2-5.4, [2]:	номера задач [3]: №	Коллоквиум
	<b>Всего часов:</b>	18	18	-	35,8			

*6 семестр*

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов Всего	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.) ЛК
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	4	5	6	1	2	3	4
	<b>Модуль 1:</b>							
1	Методы анализа и описания технологических процессов производства полупроводниковых приборов и ИС.	3	-	9	8	[1]: § 6.1 [2]:	номера задач [3]: №	отчет к лаб. работе,
2	Базовые технологии основных типов ИМС.	3	-	9	9	[1]:§ 6.4, 7.1-7.8 [2]:	номера задач [3]: №	отчет к лаб. работе,
3	Технология монтажа и сборки полупроводнико-	3	-	1	9	[1]: § 8.1-8.7 [2]:	номера задач [3]: №	Коллоквиум

	вых приборов и ИС.							
	<b>Модуль 2</b>							
4	Технология гибридных интегральных микросхем и микросборок..	3	-	10	9	[1]: § 9.1-9.2 [2]:	номера задач [3]: №	отчет к лаб. работе,
5	Оборудование: принципы функционирования, принципиальные схемы, пути выбора	4	-	10	9	[1]:§ 9.3-9.4, § 10.1-10.5 [2]:	номера задач [3]: №	отчет к лаб. Работе, коллоквиум
	<b>Всего часов:</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>48</b>	<b>44</b>			

**Рейтинг-план дисциплины**  
**Технология производства интегральных схем**

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

специальность \_\_\_\_\_ **Электроника и наноэлектроника** \_\_\_\_\_  
 курс \_\_\_\_\_ **3** \_\_\_\_\_, семестр \_\_\_\_\_ **5** \_\_\_\_\_

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1:</b>			<b>0</b>	<b>50</b>
<b>Текущий контроль</b>	5	5	<b>0</b>	<b>25</b>
1. Коллоквиум	5	5	0	25
<b>Рубежный контроль</b>	5	5	0	25
1. Коллоквиум	5	5	0	25
<b>Модуль2:</b>			<b>0</b>	<b>50</b>
<b>Текущий контроль</b>	5	5	0	25
1. Коллоквиум	5	5	0	25
<b>Рубежный контроль</b>	5	5	0	25
1. Коллоквиум	5	5	0	25
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Участие в конференциях, публикация статей	10	1	0	10
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских занятий)			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Зачет (дифференцированный зачет)				

## Технология производства интегральных схем

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

специальность \_\_\_\_\_ Электроника и микроэлектроника \_\_\_\_\_  
 курс \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_, семестр \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1:</b>			<b>0</b>	<b>35</b>
<b>Текущий контроль</b>	10	2	0	20
1. Отчет по лабораторным работам	10	2	0	20
<b>Рубежный контроль</b>	5	3	0	15
1. Коллоквиум	5	3	0	15
<b>Модуль 2-3:</b>			<b>0</b>	<b>35</b>
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>35</b>
1. Отчет по лабораторным работам	10	2	0	20
<b>Рубежный контроль</b>	5	3	0	15
1. Коллоквиум	5	3	0	15
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Участие в конференциях, публикация статей	10	1	0	10
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
3. Посещение лекционных занятий			0	-6
4. Посещение практических (семинарских занятий)			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Экзамен 2. Курсовая работа				30



## Форма экзаменационного билета

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»


ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине Технология производства интегральных схем  
Направление 11.03.04 электроника и нанoeлектроника  
Профиль Электронные приборы и устройства

1. Самосовмещенный с вертикальной изоляцией биполярный интегральный транзистор VIST.
2. Суперсамосовмещенная технология изготовления биполярного интегрального транзистора SST I

Заведующий кафедрой



/ Салихов Р.Б./