


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

КАФЕДРА ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ

«СОГЛАСОВАНО»

Декан ФЭ

 / Н.М. Верещагин
«05» 06 2020 г


«УТВЕРЖДАЮ»

Директор РОПиМД

 / А.В. Корячко
«06» 06 2020 г

Заведующий кафедрой ЭП

/ М.В. Чиркин

 / М.В. Чиркин
«05» 06 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.24 «Основы технологии электронной компонентной базы»

Направление подготовки

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль) подготовки

«Электронные приборы и устройства»

Уровень подготовки

Академический бакалавриат

Квалификация выпускника — бакалавр

Форма обучения — очная

Рязань, 2020 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»,

утвержденного 19.09.2017 №927

Разработчики
д.т.н., проф. кафедры «Электронные приборы»



Чижиков А.Е..

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«03» 06 2020 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой «Электронные приборы»

д.ф. - м.н., профессор



М.В. Чиркин

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы бакалавриата

Рабочая программа по дисциплине «Основы технологии электронной компонентной базы» является составной частью основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) академического бакалавриата, разработанной в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника» (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Минобрнауки России от 12.03.2015 № 218.

Цель освоения дисциплины - формирование комплексного подхода к производству компонентной базы электронных изделий, к основным требованиям, предъявляемым к различным технологическим этапам изготовления пленочных элементов изделий и особенностям разных вариантов методов нанесения и формирования пленок в электронной технике.

Задачи дисциплины - изучение физико-химических основ методов и процессов, протекающих при нанесении, легировании и получении заданной конфигурации проводниковых, резистивных, диэлектрических и других типов пленок, являющихся основой элементов электронной компонентной базы, получение навыков научно-исследовательской и инженерной работы.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
	ОПК-3. Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	<u>Знать</u> : основные подходы к построению физических и математических моделей <u>Уметь</u> : осуществлять выбор основных технологических операций для производства элементов электронной компонентной базы <u>Владеть</u> : современными методиками компьютерного и экспериментального (приборного) исследования изделий электроники

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Основы технологии электронной компонентной базы» (Б1.О.24) является обязательной, относится к вариативной части блока 1 профессионального цикла дисциплин ОПОП «Электронные приборы и устройства» по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника» ФГБОУ ВО «РГРТУ».

Дисциплина изучается по очной форме обучения на 3 курсе в 6 семестре.

Пререквизиты дисциплины. Данная дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении следующих дисциплин учебного плана: «История развития электроники», «Математика», «Физика», «Химия», «Материалы электронной техники», «Теоретические основы электротехники», «Твердотельная электроника», «Физические основы электроники».

До начала изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:

знать: основные базовые концепции и модели физики, квантовой физики, статистической физики, химии, метрологии;

уметь: применять на практике основные приемы и программные средства обработки и представления данных в соответствии с задачами исследования характеристик и параметров технологических процессов, лежащих в основе производства элементов электронной компонентной базы;

владеть: начальными навыками экспериментального исследования параметров и характеристик материалов и приборов.

Взаимосвязь с другими дисциплинами. Курс «Основы технологии электронной компонентной базы» содержательно и методологически взаимосвязан с другими курсами, такими как: «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Материалы электронной техники». Программа курса ориентирована на возможность расширения и углубления знаний, умений и навыков бакалавра для успешной профессиональной деятельности.

Постреквизиты дисциплины. Компетенции, полученные в результате освоения дисциплины необходимы обучающемуся при изучении следующих дисциплин: «Сверхбольшие интегральные схемы», «Электронные устройства отображения информации», «Приборы вакуумной электроники», «Квантовые и оптоэлектронные приборы», «Преддипломная практика», «Выпускная квалификационная работа».

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетные единицы (ЗЕ), 108 часов.

Вид учебной работы	Всего часов		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	108	-	-
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	48	-	-
Лекции	16	-	-
Лабораторные работы	16	-	-
Практические занятия	16	-	-
Самостоятельная работа обучающихся (всего), в том числе:	60	-	-
Курсовой проект/ курсовая работа	-	-	-
Подготовка к экзамену, консультации	-	-	-
Консультации в семестре	6	-	-
Иные виды самостоятельной работы	54	-	-
Вид промежуточной аттестации обучающихся:	зачет	-	-

4. Содержание дисциплиныСодержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Тема 1. Введение. Направления современной технологии изготовления компонентной базы электроники.

Понятие компонентной базы современной электроники. Критические технологии, этапы развития и основные направления современной электроники. Применение пленочных компонентов и пленочных структур в электронных приборах, приборах и устройствах микро-, нано-, одно- и функциональной электроники: ИМС, индикаторах, ЭЛТ, СВЧ - приборах, герконах, кабелях, нанороботах, вживляемых кардиостимуляторах, одноэлектронных транзисторах.

Тема 2. Основные этапы изготовления дискретных и интегральных изделий. Виды технологий.

Понятие технологии. Основные этапы разработки и изготовления изделий (формирования компонентов) пленочной и полупроводниковой электроники: гибридных толстопленочных и тонкопленочных ИМС, полупроводниковых ИМС. Основные явления и эффекты, используемые в корпускулярно-фотонной технологии (КФТ): термическое воздействие, ослабление (укрепление) связей в веществе, удаление (распыление) поверхности и её очистка, легирование и генерация дефектов с изменением свойств поверхности, изменение энергетического состояния частиц или квантов и образование других частиц (квантов). Особенности и преимущества КФТ.

Тема 3. Классификация методов нанесения. Термодинамический и статистический методы анализа процессов нанесения.

Классификация методов нанесения пленок и основные способы их анализа: статистический и термодинамический. Основные понятия термодинамики и основы термодинамического анализа. Атомно-слоевое осаждение.

Тема 4. Физико-химические основы процессов термовакуумного испарения и роста пленок.

Теория и механизмы процесса испарения с поверхности жидкой и твердой фаз. Давление насыщенных паров вещества. Испарение веществ сложного состава. Закон Рауля и способы снижения фракционирования. Пролёт частиц от испарителя до подложки. Расчет толщины пленок для поверхностного малой площади, точечного и дискового испарителей. Способы получения пленок равномерной толщины.

Тема 5. Физико-химические основы процессов катодного распыления и роста пленок

Теория ЛШШ взаимодействия ионов с поверхностью твёрдого тела, механизм распыления и теория Зигмунда. Коэффициент и скорость катодного распыления. Методы распыления. Особенности процессов роста пленок и структур при нанесении методом катодного распыления.

Высокочастотное, реактивное и магнетронное распыление. Осаждение плёнок из плазмы тлеющего, ВЧ и СВЧ разрядов. Импульсные плазменные испарители.

Тема 6. Физические основы механических методов нанесения пленок.

Особенности процессов нанесения плёнок и формирования компонентов методами пульверизации, катафореза, седиментации, трафаретной печати. Способы реализации, возможности, преимущества и недостатки.

Тема 7. Физические основы химических методов нанесения.

Химические методы осаждения плёнок. Термодинамический анализ процессов в реакторе. Осаждение плёнок из жидкой фазы: гальванический метод, химический Бреннела и Ридберга, электролитическое анодирование, реакции восстановления и окисления.

Тема 8. Физико-химические основы эпитаксии, молекулярно-лучевой эпитаксии.

Способы нанесения монокристаллических пленок и гетероструктур. Авто-, рео-, гетеро- и искусственная эпитаксии. Теории эпитаксиального роста. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Механизмы роста пленок.

Тема 9. Особенности нанесения и формирования наноструктур.

Особенности и основные способы получения наноразмерных структур и электронных компонентов: субмикронная литография, использование эффектов спонтанного образования наноструктур, с помощью туннельных микроскопов, химической самосборки (синтеза).

Тема 10. Основы методов легирования и модифицирование плёнок

Основы диффузии. Введение примесей методом термодиффузии. Законы Фика и распределение примесей в веществе. Лазерная и другие виды термической диффузии. Ионная имплантация и радиационно-стимулированная диффузия. Основные закономерности процессов и распределение примеси. Основы модифицирования структур. Стабилизирующая и дестабилизирующая обработка пленок и структур. Виды термической стабилизирующей обработки. Завершающие этапы изготовления изделий: монтаж, герметизация и контроль.

4.2. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			Всего	лекции	Практ	лабор	
1	Введение. Направления современной технологии изготовления компонентной базы электроники.	7	1	1			6
2	Основные этапы изготовления дискретных и интегральных изделий. Виды технологий.	11	5	1		4	6
3	Классификация методов нанесения. Термодинамический и статистический методы анализа процессов нанесения.	5	1	1			4
4	Физико-химические основы процессов термовакuumного испарения и роста пленок.	15	11	3	4	4	4
5	Физико-химические основы процессов катодного распыления и роста пленок	15	11	3	4	4	4
6	Физические основы механических методов нанесения пленок	7	1	1			6
7	Физические основы химических методов нанесения	10	2	2			8
8	Физико-химические основы эпитаксии, молекулярно-лучевой эпитаксии	8	2	2			6
9	Особенности нанесения и формирования наноструктур	9	1	1			8
10	Основы методов легирования и модифицирование плёнок	15	13	1	8	4	2
11	Консультации в семестре	6	-	-	-	-	6

Всего:	108	48	16	16	16	60
--------	-----	----	----	----	----	----

4.3. Виды практических, лабораторных и самостоятельных работ

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
1	Введение. Направления современной технологии изготовления компонентной базы электроники.	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций.	6
2	Основные этапы изготовления дискретных и интегральных изделий. Виды технологий.	Самостоятельная работа обучающегося	Основные явления и эффекты, используемые в корпускулярно-фотонной технологии Изучение конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета.	6
		Лабораторная работа	Лазерная герметизация элементов электронной компонентной базы	4
3	Классификация методов нанесения. Термодинамический и статистический методы анализа процессов нанесения	Самостоятельная работа обучающегося	Методы нанесения пленок и способы их анализа. Изучение конспекта лекций.	4
4	Физико-химические основы процессов термовакuumного испарения и роста пленок.	Лабораторная работа	Особенности нанесения пленок при термовакuumном испарении	4
		Самостоятельная работа обучающегося	Расчет толщины пленок для поверхностного малой площади, точечного и дискового испарителей. Изучение конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета.	4
		Практическая работа	Расчет характеристик процесса термовакuumного испарения	2
			Расчет толщины, равномерности и времени нанесения пленок при термовакuumном испарении	2
5	Физико-химические основы процессов катодного распыления и роста пленок	Лабораторная работа	Ионно-плазменное нанесение пленок	4
		Самостоятельная работа обучающегося	Методы распыления вещества. Изучение конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета.	4
		Практическая работа	Расчет характеристик процесса катодного распыления	2

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
			Расчет скорости распыления и времени нанесения пленки заданной толщины	2
6	Физические основы механических методов нанесения пленок	Самостоятельная работа обучающегося	Процессы нанесения плёнок и методы их формирования Изучение конспекта лекций	6
7	Физические основы химических методов нанесения	Самостоятельная работа обучающегося	Осаждение плёнок из жидкой фазы: гальванический метод, химический Бреннела и Ридберга, электролитическое анодирование, реакции восстановления и окисления. Изучение конспекта лекций	8
8	Физико-химические основы эпитаксии, молекулярно-лучевой эпитаксии	Самостоятельная работа обучающегося	Авто-, рео-, гетеро- и искусственная эпитаксии Изучение конспекта лекций	6
9	Особенности нанесения и формирования наноструктур	Самостоятельная работа обучающегося	Нанотрубки, нанокластеры и способы их формирования. Изучение конспекта лекций	8
10	Основы методов легирования и модифицирования плёнок	Самостоятельная работа обучающегося	Ионная имплантация и радиационно-стимулированная диффузия. Основные закономерности процессов и распределение примеси. Изучение конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета.	2
		Лабораторная работа	Методы легирования полупроводниковых материалов	4
		Практическая работа	Расчет страгглинга, проекционного и траекторного пробегов имплантированных ионов	2
			Расчет характеристик процесса ионной имплантации	2
			Расчет характеристик процесса радиационно-стимулированной диффузии	2
			Расчет характеристик процесса термической диффузии	2
11	Консультации в семестре	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Подготовка к теоретическому зачету	6

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

обучающихся по дисциплине

1. Твердотельная электроника. Ч.1: учеб. пособие / В.К. Базылев; Рязан. гос. радиотехн. ун-т. Рязань, 2013. 96 с.
2. Твердотельная электроника. Ч.2: учеб. пособие / В.К. Базылев; Рязан. гос. радиотехн. ун-т. Рязань, 2011. 104 с.
3. Расчёт биполярных транзисторов: Учеб. пособие / В.К. Базылев; Рязан. гос. радиотехн. акад. Рязань, 2004. 68 с.
4. Кремниевые планарные транзисторы / под ред. Я. А. Федотова. – М.: Сов. радио, 1973. – 336 с.
5. Тугов Н. М, Глебов Б. А, Чарыков Н. А. Полупроводниковые приборы : Учеб. для вузов / Под ред. Лабунцова В.А. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 576 с.
6. Пасынков В. В., Чиркин Л. К. Полупроводниковые приборы.–СПб.: Лань, 2002. – 479с.

Перечень учебно-методического обеспечения лабораторных и практических занятий

1. Технология и физика приборов пленочной электроники: метод. указ. к лаб. работам/ А.Е. Чижиков; РГРТУ.-, Рязань,2016. 59 с.
2. Физико-технологические основы пленочной электроники: метод. указ. к практ. занятиям/А.Е. Чижиков; РГРТУ.- Рязань, 2008. 24 с.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств приведен в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Основы технологии электронной компонентной базы»).

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

Основная учебная литература:

1. Нанотехнологии в электронике: вып. 2, под ред. Ю.А. Чаплыгина. М. Техносфера, 2013. 688 с.
2. Карабанов С.М., Чижиков А.Е. Технология материалов и изделий электронной техники. Пленочная электроника: учеб. пособие с гриф. УМО. - Рязань. РГРТУ, 2009. 128 с.
3. Черняев В.Н. Физико-химические процессы в технологии РЭА. М. Высшая школа, 1987. 309 с.
4. Технология тонких пленок, справочник/Под. ред. Л. Майселла, Р.Глэнга; пер с англ. М.: Радио, 1977. Т. 1, Т.2.
5. Технология и физика приборов пленочной электроники: метод. указ. к лаб. работам/ А.Е. Чижиков; РГРТУ. Каф.ЭП (Электронный вариант), Рязань,2016. 59 с.
6. Физико-технологические основы пленочной электроники: метод. указ. к практ. занятиям/А.Е. Чижиков; РГРТУ.- Рязань, 2008. 24 с.

Дополнительная учебная литература:

1. Броудай И., Мерей Дж. Физические основы микротехнологии. М.: Мир, 1985. 494 с.
2. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. М.: Техносфера, 2009, 336 с.
3. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий: учеб. пособие – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 431 с.

8. Перечень ресурсов информационно–телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

Электронные образовательные ресурсы:

- 1) Электронно-библиотечная система «IPRBook». ЭБС издательства «IPRBook» [Электронный ресурс]. – URL: <http://iprbookshop.ru/>
- 2) Электронно-библиотечная система «Лань». ЭБС издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – URL: <http://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы:

Профессиональная база данных, информационно-справочная система технического описания, паспортов и листов спецификаций полупроводниковых приборов (онлайн справочник) [Электронный ресурс]. – URL: www.alldatasheet.com

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Материал каждой лекции рекомендуется изучать в день ее прочтения лектором, когда она еще не забыта. При этом необходимо использовать конспект и рекомендованную литературу. Использовать литературу необходимо для углубленного изучения материала лекции и для уточнения тех мест, которые в конспекте оказались записаны недостаточно понятно. В конспекте каждой лекции необходимо оставлять чистое место и конспектировать в нем изученную литературу, чтобы при подготовке к текущей, промежуточной или итоговой аттестации можно было повторить всю тему. Лектором в течение всего семестра проводятся консультации по лекционному материалу.

Каждую тему, предусмотренную планом самостоятельной работы, следует изучать самостоятельно в течение отведенных для ее изучения двух недель с помощью рекомендованной литературы. Все возникающие при этом вопросы надо записывать, чтобы получить на них ответы на консультации. По каждой теме для каждой учебной группы лектор проводит консультации в конце ее изучения (один раз в две недели).

К каждой лабораторной работе надо готовиться с помощью конспекта лекций по теме работы, изучения рекомендованной литературы и методических рекомендаций к лабораторным работам. Необходимо подготовить и шаблон отчета, чтобы за время, отведенное для выполнения работы, можно было оформить отчет, защитить и сдать его.

Отчет о лабораторной работе должен содержать следующие элементы:

- номер, название и цель работы;
- чертеж функциональной схемы установки, выполненный карандашом по линейке либо при помощи соответствующей компьютерной программы;
- основные расчетные соотношения;
- таблицы результатов экспериментов, выполненные карандашом по линейке;
- графики экспериментальных зависимостей, полученных при выполнении лабораторной работы;
- выводы, содержащие анализ экспериментальных зависимостей, сравнение результатов, полученных в работе, с данными справочной литературы.

При выполнении лабораторной работы каждому студенту необходимо иметь полностью оформленный отчет о ранее выполненной работе и отчет о выполняемой работе, содержащий все перечисленные элементы (за исключением экспериментальных данных в таблице, графиков, выводов). При несоблюдении указанных требований студент к лабораторной работе не допускается.

Практическая работа студента заключается в решении или выполнении типовых задач и заданий. Каждое решение должно быть оформлено в виде отчета и должно содержать следующие элементы:

- титульный лист;
- начальные данные;
- решение задачи или результат выполненного задания.

В конце семестра при подготовке к аттестации студент должен повторить изученный в семестре материал и в ходе повторения обобщить его, сформировав цельное представление о нем.

Следует иметь в виду, что на подготовку к промежуточной аттестации времени бывает очень мало, поэтому начинать эту подготовку надо заранее, не дожидаясь последней недели семестра.

Следует всегда помнить, что залог успеха студента в учебе – планомерная работа в течение всего семестра и своевременное выполнение всех видов работы.

Самостоятельная работа как вид учебной работы может использоваться на лекциях и практических занятиях, а также иметь самостоятельное значение – внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – при подготовке к лекциям, практическим занятиям, а также к теоретическому зачету.

Основными видами самостоятельной работы по дисциплине являются:

- самостоятельное изучение отдельных вопросов по темам самостоятельных работ (п.4.3);
- подготовка к защите практического задания, оформление отчета.
- подготовка к защите лабораторных работ, оформление отчета.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», при изучении студентами данной дисциплины реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных технологий проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой преподавателя и студента.

Изучение дисциплины предусматривает применение активных форм проведения занятий с целью формирования и развития общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций обучающихся.

При проведении самостоятельной работы обучающихся используются следующие информационные технологии:

- доступ в сеть Интернет, обеспечивающий, поиск актуальной научно-методической и научно-технической информации;
- необходимое программное обеспечение для выполнения программы дисциплины, установленное в вузе, а также для выполнения самостоятельной работы в домашних условиях;

При организации самостоятельной работы студентов используется комплекс учебных и учебно-методических материалов в сетевом доступе (программа, методические пособия, список рекомендуемых источников литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме и вопросы для самоконтроля).

Принятая технология обучения базируется на интерактивной работе в аудитории, когда в процессе лекций, лабораторных и практических занятий, дополняемых самостоятельной работой обучаемых, в том числе и с участием преподавателя, выполняется серия экспресс-заданий, совокупность которых позволяет практически применить полученные знания, развивая компетенции, предусмотренные для данной дисциплины.

Проведение ряда занятий осуществляется с использованием компьютеров и мультимедийных средств, наглядных пособий.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

- 1) Операционная система Windows XP (лицензия Microsoft DreamSpark Membership ID 700102019);
- 2) Свободно распространяемый офисный пакет LibreOffice (лицензия LGPL-3.0+)

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для освоения дисциплины необходимы:

1) для проведения лекционных занятий необходима аудитория с достаточным количеством посадочных мест, соответствующая необходимым противопожарным нормам и санитарно-гигиеническим требованиям;

2) для проведения лабораторных занятий необходима специализированная лаборатория, оснащенная технологическим оборудованием по нанесению пленок методами тонкопленочной технологии;

3) образцы отчетов по лабораторным работам;

4) для проведения лекций аудитория должна быть оснащена проекционным оборудованием.

Программу составили
д.т.н., проф. кафедры ЭП



Чижиков А.Е..