

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И
ЭЛЕКТРОНИКИ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

В.Д.Кревчик
(Подпись) (Фамилия, инициалы)
« 11 » 02 2016 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.2.13 «ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

(индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки **12.03.05 «Лазерная техника и технологии»**
(код, наименование направления подготовки)

Профиль подготовки **«Лазерная техника и технологии»**
(наименование профиля подготовки)

Квалификация (степень) выпускника – **Бакалавр**

Форма обучения **очная**
(очная, заочная, очно-заочная)

Пенза, 2016

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение учебной дисциплины нацелено на формирование следующих общекультурных и профессиональных компетенций, установленных ФГОС ВПО:

ОПК-6 – способность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования;

ОПК-10 – готовность пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.

2 МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Учебная дисциплина относится к базовой части профессионального цикла дисциплин.

Изучение дисциплины основывается на результатах освоения дисциплин «Лазерные устройства для получения и передачи информации», «Волоконно-оптические приборы и системы», «Техника физического эксперимента и метрология», «Квантовая механика/Теория поля», «Лазерные измерения», «Приёмники лазерного излучения», «Основы лазерной оптики», «Взаимодействие лазерного излучения с веществом», «Оптические материалы и технологии», «Системный анализ и планирование экспериментов», «Техника физического эксперимента и метрология».

Основные положения дисциплины должны быть использованы при дальнейшем изучении дисциплин «Основы голографии», «Лазерная техника в управлении технологическим оборудованием», «Основы конструирования оптических и лазерных приборов и систем/ Прикладная оптика», «Лазерные приборы для измерения механических величин/ Лазерные системы специального назначения», «Нанотехнологии в приборостроении/ Лазерные нанотехнологии», а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
1	2	3
ОПК-6	- способность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования;	Знать: - основные тенденции и научные направления развития лазерных технологий; - основные принципы и методы исследования, разработки и производства элементов и устройств лазерной техники, лазерных технологических установок, а также оптических материалов и элементов; - элементную базу оптической и лазерной техники, лазерных технологических систем; - лазерные технологические процессы и основные виды лазерного технологического оборудования;
		Уметь:

		<p>- собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования</p>
		<p>Получить практические навыки</p> <ul style="list-style-type: none"> - владения методами и компьютерными системами моделирования и проектирования лазерных установок, комплексов, систем и лазерных технологий; - владения методами организации и проведения измерений и исследований в области лазерных технологий, включая планирование, разработку, организацию и проведение исследований.
ОПК-10	<p>- готовность пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.</p>	<p>Знать: основные методы защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий.</p> <p>Уметь: пользоваться основными методами защиты.</p> <p>Получить практические навыки использования основных методов защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.</p>

4. Структура и содержание дисциплины (модуля) «ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы, 216 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)									Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)								
				Аудиторная работа				Самостоятельная работа					Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контрол. Работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	курсовая работа (проект)	др.	
				Всего	Лекция	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Реферат, эссе и др.	Курсовая работа (проект)	Подготовка к экзамену									
1.	Раздел 1. Введение в предмет.	7	1		2	2		8	8			+	+								
2.	Раздел 2. Основные характеристики технологических лазеров	7	2		2	2		8	8			+	+								
3.	Раздел 3. Когерентность излучения и ее роль в технологических задачах	7	3		2	2		8	8			+	+								
4.	Раздел 4. Пространственные характеристики лазерного излучения	7	4		2	2		8	8			+	+								
5.	Раздел 5. Фокусировка и сканирование лазерного пучка	7	5		2	2		8	8			+	+								
6.	Раздел 6. Проекционные схемы лазерной обработки	7	6		2	2		8	8			+	+								
7.	Раздел 7. Волоконно-оптические системы доставки излучения	7	7		2	2		8	8			+	+								
8.	Раздел 8. Лазерная обработка материалов	7	8		2	2		8	8			+	+								

9.	Раздел 9. Лазерное нагревание и испарение	7	9		2	2		8	8			+	+						
10	Раздел 10. Методы экспериментального исследования процессов лазерной технологии	7	10		2	2		8	8			+	+						
11	Раздел 11. Лазерное формообразование	7	11		2	2		8	8			+	+						
12	Раздел 12. Лазерная резка	7	12		2	2		8	8			+	+						
13	Раздел 13. Трёхмерный лазерный синтез, лазерный нагрев	7	13		2	2		8	8			+	+						
14	Раздел 14. Лазерная сварка	7	14		2	2		8	8			+	+						
15	Раздел 15. Лазерная обработка в электронике, микроэлектронике, оплотехнике	7	15		2	2		8	8			+	+						
16	Раздел 16. Термоупрочнение материалов лазерным излучением	7	16		2	2		8	8				+						
17	Раздел 17. Лазерные технологии в химии	7	17		2	2		8	8			+	+						
18	Раздел 18. Лазерное модифицирование структуры полупроводников	7	18		2	2		8	8			+	+						
	<i>Подготовка к зачету</i>																		
	Общая трудоемкость, в часах				36	36		144	144					Промежуточная аттестация					
														Форма	Семестр				
														Зачет					
														Экзамен	7				

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

Раздел 1. Введение в предмет.

История развития и современное состояние лазерных технологий. Основные области применения лазерных технологий.

Раздел 2. Основные характеристики технологических лазеров.

Технологические лазеры и оптические схемы лазерной обработки. Основные характеристики технологических лазеров. Основные сферы применения лазеров. Основные требования к параметрам технологических лазеров.

Раздел 3. Когерентность излучения и ее роль в технологических задачах.

Пространственная когерентность и направленность излучения. Временная когерентность и монохроматичность. Поляризация и ее роль. Стабильность параметров излучения. Технично-эксплуатационные характеристики лазера.

Раздел 4. Пространственные характеристики лазерного излучения.

Виды и роль оптических резонаторов в формировании лазерных пучков. Основные виды резонаторов и их сравнение. Моды резонаторов и поперечное распределение энергии в пучке. Пространственные характеристики. Фокусировка лазерного излучения. Пространственно-угловые модели лазеров как излучателей, их общие черты и обобщенные телецентрическая и гауссова модели лазера, сферы их применения.

Раздел 5. Фокусировка и сканирование лазерного пучка.

Основные соотношения при фокусировке – размер пучка в фокусе и длина перетяжки. Основные схемы сканирования лазерного пучка при обработке. Сканеры с вынесенным и обращенным объективом. Габаритно-точностные соотношения для сканеров и их ограничения. Анализ плоттерных систем.

Раздел 6. Проекционные схемы лазерной обработки.

Микропроекционная и контурно-проекционная, растрово-проекционная и активная, контактная (тенева) схема. Их габаритный и энергетический расчет. Сравнение различных проекционных схем и инженерная методика их выбора. Сферы применения и практические ограничения.

Раздел 7. Волоконно-оптические системы доставки излучения.

Свойства многомодовых оптических волокон для передачи мощного излучения. Конструктивные ограничения. Фокусирующая и согласующая оптика для оптических волокон – основы габаритного и энергетического расчета. Оптические элементы на концах волокон.

Раздел 8. Лазерная обработка материалов.

Раздел 9. Лазерное нагревание и испарение

Процессы лазерного нагревания, сопутствующие ему фазовые переходы, химические реакции, структурные превращения и другие термоактивируемые процессы. Скорости протекания процессов, градиенты температуры, термонапряжения. Теплофизический анализ процессов нагревания и испарения материалов под действием лазерного излучения. Уравнение теплопроводности и краевые условия. Формула Френкеля и ее применение к термоактивируемым процессам. Двухфазная модель лазерного удаления.

Раздел 10. Методы экспериментального исследования процессов лазерной технологии.

Исследование температуры лазерного нагревания термометрическим методом, методом оптического пирометра, болометрическим методом и др. Определение энергетических порогов удаления вещества оптическими методами, методом кварцевого резонатора и др. Исследование кинетики процесса методом скоростной киносъемки и фотографирования. Изучение интегральных закономерностей процесса методами металлографии. Определение импульса отдачи и фазового состава продуктов разрушения.

Раздел 11. Лазерное формообразование.

Актуальность лазерного формообразования и его достоинства. Физико-технологические закономерности. Методы исследования, физические закономерности и технологические особенности процесса. Роль жидкой фазы. Точность и качество отверстий и приемы их повышения. Моноимпульсная обработка. Роль формы и структуры импульса. Обработка в цилиндрической световой трубке. Аксионные оптические системы для получения отверстий. Влияние на свойства окружающего материала. Электrolазерная и газолазерная обработка. Металлизация и изоляция отверстий.

Раздел 12. Лазерная резка.

Особенности физических процессов резки и разделения материалов, процессы газификации и уноса различных материалов, управляемое термораскалывание. Резка материалов легкой и текстильной промышленности. Резка и скрайбирование полупроводниковых материалов. Технологические особенности процесса, удаление продуктов разрушения. Лазерные установки для резки, разделения и скрайбирования различных материалов. Перспективы развития управляемого раскроя.

Раздел 13. Трёхмерный лазерный синтез, лазерный нагрев.

Основные особенности трехмерного лазерного синтеза. Прямое преобразование трехмерного компьютерного образа в материальный объект. Базовая схема процесса. Классификация методов трехмерного синтеза и характеристика основных групп. Технические (CAD-CAM) и медицинские применения. Перспективы трехмерного синтеза.

Раздел 14. Лазерная сварка.

Лазерная сварка и ее сравнение с другими видами соединения материалов. Основные виды сварных соединений. Определение критерия сварки. Теплофизический анализ типовых технологических процессов сварки в приборостроении. Методика анализа процессов лазерной сварки, выбор материалов и режимов. Металлургические аспекты сварки.

Раздел 15. Лазерная обработка в электронике, микроэлектронике, оплотехнике.

Основные понятия о пленочных элементах и технологии их получения. Особенности воздействия излучения на пленки. Возможности использования физико-химических процессов, протекающих в зоне воздействия, для изменения свойств и параметров пленок, размеров и формы пленочных элементов. Термические, гидродинамические и оптические искажения рисунка при передаче изображения на пленку. Требования к лазерам.

Раздел 16. Термоупрочнение материалов лазерным излучением.

Основные предпосылки и особенности. Физические основы процесса лазерного упрочнения, сдвиг критических точек. Теплофизические закономерности: расчет глубины зоны закалки. Виды лазерного упрочнения: в твердой фазе, с переплавом материала, с механическим воздействием импульса отдачи.

Раздел 17. Лазерные технологии в химии.

Лазерная спектроскопия. Лазерный контроль процессов окисления. Лазерное обнаружение незначительных газовых примесей. Лазерная многомерная когерентная спектроскопия. Лазерная фотоакустическая спектроскопия. Лазерно-искровая эмиссионная спектрометрия. Лазерная доплеровская анемометрия.

Раздел 18. Лазерное модифицирование структуры полупроводников.

Особенности поглощения и перераспределения лазерной энергии в полупроводниках, основные нелинейности процесса – роль интенсивности и температуры. Релаксация и рекомбинация носителей. Возбуждение поверхностной электромагнитной волны. Отжиг ионно-имплантированных структур: пороговый характер, повышенное качество восстановленных структур, высокие скорости кристаллизации, перераспределение примесей и эффективность отжига при миллисекундных и наносекундных воздействиях, тепловая и плазменная модель лазерного отжига. Перспективы применения лазерного отжига.

5. Образовательные технологии

В процессе освоения студентами дисциплины «ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» используются следующие образовательные технологии:

Лекции и практические занятия с применением мультимедийных технологий, включающие демонстрацию слайдов и учебных фильмов.

Занятия, проводимые в интерактивных формах, с использованием интерактивных технологий составляют 50% аудиторных занятий (не менее, чем определено требованиями ФГОС).

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Введение, термины и определения	Подготовка к аудиторным занятиям	Для заданного изделия дать оценку сферы применения и рыночной целесообразности.	C. Breck Hitz, James Ewing, Jeff Hecht. Introduction to Laser Technology. – Wiley-IEEE Press, 4 edition, 2012.	18
2	Типы лазеров. Характеристики технологических лазеров.	Подготовка к аудиторным занятиям	Для заданного изделия перечислить основные технические характеристики	C. Breck Hitz, James Ewing, Jeff Hecht. Introduction to Laser Technology. – Wiley-IEEE Press, 4 edition, 2012.	18
3	Волоконно-оптические системы передачи лазерного излучения	Подготовка к аудиторным занятиям	Рассчитать оптическую систему передачи лазерного излучения	C. Breck Hitz, James Ewing, Jeff Hecht. Introduction to Laser Technology. – Wiley-IEEE Press, 4 edition, 2012.	18
4	Лазерное нагревание и испарение, их экспериментальное исследование	Подготовка к аудиторным занятиям	Перечислить и дать оценку основным физико-химическим процессам, протекающим при лазерном нагревании	C. Breck Hitz, James Ewing, Jeff Hecht. Introduction to Laser Technology. – Wiley-IEEE Press, 4 edition, 2012.	18
5	Резка и фигурная обработка лазером	Подготовка к аудиторным занятиям	Перечислить особенности лазерной резки	C. Breck Hitz, James Ewing, Jeff Hecht. Introduction to Laser Technology. – Wiley-IEEE Press, 4 edition,	18

				2012.	
6	Применение излучения мощных лазеров	Подготовка к аудиторным занятиям	Перечислить сферы и особенности применения мощных технологических лазеров	C. Breck Hitz, James Ewing, Jeff Hecht. Introduction to Laser Technology. – Wiley-IEEE Press, 4 edition, 2012.	18
7	Методы лазерной спектроскопии	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить принцип действия лазерной многомерной когерентной спектроскопии; лазерной фотоакустической спектроскопии; лазерно-искровой эмиссионной спектрометрии.	C. Breck Hitz, James Ewing, Jeff Hecht. Introduction to Laser Technology. – Wiley-IEEE Press, 4 edition, 2012.	18
8	Лазерно-плазменная химия.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить принцип лазерного получения графена; фотокатализаии; лазерного разделения изотопов.	C. Breck Hitz, James Ewing, Jeff Hecht. Introduction to Laser Technology. – Wiley-IEEE Press, 4 edition, 2012.	18

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов осуществляется в виде подготовки к лекционным занятиям по рекомендуемой литературе. На каждой лекции проводится короткий опрос студентов по заданной теме. Контрольные работы, проводимые в рамках оценки знаний студентов по балльно - рейтинговой системе, включают в себя вопросы, заданные на самостоятельную подготовку.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

Контроль освоения компетенций

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Опрос в рамках самостоятельной подготовки к аудиторным занятиям	Введение, термины и определения	ОПК-6 ОПК-10
2	Опрос в рамках самостоятельной подготовки к аудиторным занятиям	Типы лазеров. Характеристики технологических лазеров.	ОПК-6 ОПК-10

3	Опрос в рамках самостоятельной подготовки к аудиторным занятиям	Волоконно-оптические системы передачи лазерного излучения	ОПК-6 ОПК-10
4	Опрос в рамках самостоятельной подготовки к аудиторным занятиям	Лазерное нагревание и испарение, их экспериментальное исследование	ОПК-6 ОПК-10
5	Опрос в рамках самостоятельной подготовки к аудиторным занятиям	Резка и фигурная обработка лазером	ОПК-6 ОПК-10
6	Опрос в рамках самостоятельной подготовки к аудиторным занятиям	Применение излучения мощных лазеров	ОПК-6 ОПК-10
7	Опрос в рамках самостоятельной подготовки к аудиторным занятиям	Методы лазерной спектроскопии	ОПК-6 ОПК-10
8	Опрос в рамках самостоятельной подготовки к аудиторным занятиям	Лазерно-плазменная химия.	ОПК-6 ОПК-10

Для проведения текущего контроля успеваемости студентов предусмотрены следующие контрольные вопросы:

1. Виды лазеров. Применение различных типов лазеров в промышленности, медицине, научных исследованиях и др. областях науки и техники
2. Технология лазерного охлаждения
3. Лазерный контроль процессов окисления, лазерное обнаружение незначительных газовых примесей
4. Оптическая многомерная когерентная спектроскопия
5. Лазерная фотоакустическая спектроскопия, лазерно-искровая эмиссионная спектрометрия
6. Лазерная доплеровская анемометрия
7. Когерентный лазерный контроль химических реакций
8. Получение и использование рентгеновского лазерного излучения
9. Лазерное разрушение твердых тел
10. Лазерно-плазменная химия
11. Импульсное лазерное напыление
12. Лазерное получение графена и других перспективных материалов
13. Лазерное разделение изотопов
14. Лазерное обогащение урана
15. Лазерные технологии в научных исследованиях (SLR, LAGEOS, LIGO)
16. Лазерные и лазерно-плазменные ускорители частиц
17. Лазерная инверсия намагниченности
18. Акустооптические устройства

Темы практических занятий:

1. Смоделировать прохождение лазерным лучом интерферометра Маха-Зендера в формализме векторов состояния и матриц плотности.
2. Решить систему дифференциальных уравнений модели одномодового технологического лазера.
3. Смоделировать прохождение лазерного излучения через оптическую систему.
4. Исследовать влияние внешнего электрического поля на частоту излучения лазера

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1 Основная литература

Вейко В.П. Лазерные микро– и нанотехнологии в микроэлектронике - Санкт-Петербург: СПбГУ ИТМО, 2011. - 141 с.

С. Breck Hitz, James Ewing, Jeff Hecht. Introduction to Laser Technology. – Wiley-IEEE Press, 4 edition, 2012.

Никаноров Н. В., Сидоров А. И. Материалы и технологии волоконной оптики. Специальные оптические волокна: учебное пособие. – СПб.: ЛИТМО, 2009. – 130 с.

Пржеvusкий А. К., Никаноров Н. В. Конденсированные лазерные среды. – СПб.: ЛИТМО, 2009. – 147 с.

Шахно Е. А. Аналитические методы расчёта лазерных микро- и нанотехнологий: учебное пособие. – СПб.: ЛИТМО, 2009. – 77 с.

Никаноров Н. В., Сидоров А. И. Материалы и технологии волоконной оптики: учеб. пособие, курс лекций. – СПб: ИТМО, 2009.

Шандыбина Г. Д., Парфёнов В. А. Информационные лазерные технологии: учебное пособие. – СПб.: ЛИТМО, 2008. – 107 с.

Аллас А. А. Лазерная пайка в производстве радиоэлектронной аппаратуры. – СПб.: ЛИТМО, 2007. – 134 с.

Вейко В. П. Лазерная микрообработка: опорный конспект лекций по курсу «Физико-технические основы лазерных технологий». – СПб.: ЛИТМО, 2007. – 111 с.

Виноградова Г. Н., Воронин Ю. М., Ермолаева Г. М. и др. Лазерные технологии: учебное пособие к лабораторным работам. – СПб.: ЛИТМО, 2007. – 46 с.

Прокопенко В. Т., Никущенко Е. М., Дмитриев А. Л. И др. Оптико-физические измерения. Лабораторный практикум: учебное пособие. – СПб.: ЛИТМО, 2006. – 58 с.

Кузнецов С. М., Путилин Э. С., Лисицин Ю. В. и др. Оптическая технология: учебное пособие. – СПб.: ЛИТМО, 2006. – 108 с.

Шахно Е.А. Физические основы применения лазеров в медицине. – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 129 с.

7.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудитория, оснащённая презентационной техникой (мультимедийный проектор, экран, компьютер).

Компьютерный класс.

Комплект электронных презентаций/слайдов лекций.

Комплект тестов по разделам дисциплины и дисциплине в целом.

Пакеты программного обеспечения общего назначения (текстовые и графические редакторы).

Для проведения лабораторных работ используется учебная лаборатория, оснащённая:

He-Ne-лазером;

твердотельным лазером импульсно–периодического действия средней мощностью ~ 10-20 Вт (типа ЛТН-502);

СО₂-лазером непрерывного действия мощностью до 40 Вт (типа ИЛГН-701, Корд и т. п.);

оптическими системами типа СОК, Zn-Se оптика, набором оптических волокон и т. п.;

координатными столами, сканаторами, управляемыми от персональных компьютеров.

Ссылки на ЭБС

№ п/п	Наименование и краткая характеристика электронных изданий и информационных баз данных	Количество точек доступа
	Электронные ресурсы	
1	ЭБС "Лань" "Инженерно-технические науки" (Издательство "Машиностроение") https://e.lanbook.com/books/931?publisher_fk=1026#izdatelstvo_masinostroenie_header	15
2	ЭБС Znanium.com http://www.znanium.com	15
3	Электронный каталог ПГУ http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS	15

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ПрООП по направлению подготовки 12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии».

Программу составил:
Чернов Павел Сергеевич, к.т.н., доцент кафедры «Приборостроение»
(Ф.И.О., должность, подпись)



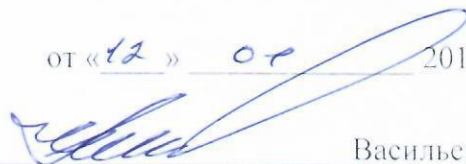
Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

Программа одобрена на заседании кафедры Приборостроение

Протокол № 5

от «12» 02 2016 года

Зав. кафедрой ПС



Васильев А.А.

(подпись, Ф.И.О.)

Программа согласована с заведующим выпускающей кафедрой

Приборостроение



Васильев В.А.

(название кафедры)

(подпись, Ф.И.О., дата)

Программа одобрена методической комиссией ФПИТЭ

Протокол № 5

от «11» 02 2016 года

Председатель методической комиссии ФПИТЭ




Задера А.В.

(подпись)

(Ф.И.О.)

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав. кафедрой)	Внесенные изменения	Номера листов (страниц)		
			замененных	новых	аннулированных
2017-2018	№13 от 29.06.17г. 	Переутверждение рабочей программы на новый учебный год без изменений			
2018/2019	№107 от 04.09.18 	Без изменений			