ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ БИОМЕДИЦИНЫ

КАФЕДРА ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И БИОФОТОНИКИ

ОДОБРЕНО НТС ИФИБ

Протокол № 3/2

от 30.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ПОСТРОСТОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ЛАЗЕРОВ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 03.04.02 Физика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
3	2	72	16	16	0		40	0	3
Итого	2	72	16	16	0	0	40	0	

АННОТАЦИЯ

Дисциплина является частью профессионального модуля образовательной программы. В курсе рассматриваются особенности технологии глубокой очистки веществ, механизм и кинетика роста кристаллов, основные методы выращивания монокристаллов, а также основы технологии получения полупроводниковых материалов и их свойства. Приведены традиционные и новейшие технологические схемы и технические решения, даны краткие описания оборудования, позволяющие формировать полупроводниковые лазеры. Рассматриваются конкретные примеры.

В курсе изучается технология изготовления полупроводников высокой чистоты, методы выращивания монокристаллов, основные этапы получения лазерной структуры: эпитаксиальный рост, фотолитография, металлизация и др. Кратко приводятся необходимые сведения из физики полупроводников и твердотельной электроники. Рассматриваются основные физические процессы в полупроводниках и диэлектриках. Рассмотрены основные свойства и процессы получения высокочистого полупроводникового кремния и германия, а также компонентов важнейших соединений АЗВ5 — алюминия, галлия, индия, фосфора и мышьяка. Обсуждаются основные проблемы производства полупроводниковых лазеров.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В курсе рассматриваются особенности технологии глубокой очистки веществ, механизм и кинетика роста кристаллов, основные методы выращивания монокристаллов, а также основы технологии получения полупроводниковых материалов и их свойства. Приведены традиционные и новейшие технологические схемы и технические решения, даны краткие описания оборудования, позволяющие формировать полупроводниковые лазеры. Рассматриваются конкретные примеры.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Курс дает общие сведения по современным вопросам технологии получения полупроводниковых материалов и технологии производства полупроводниковых лазерных структур.

В курсе изучается технология изготовления полупроводников высокой чистоты, методы выращивания монокристаллов, основные этапы получения лазерной структуры: эпитаксиальный рост, фотолитография, металлизация и др. Кратко приводятся необходимые сведения из физики полупроводников и твердотельной электроники. Рассматриваются основные физические процессы в полупроводниках и диэлектриках. Рассмотрены основные свойства и процессы получения высокочистого полупроводникового кремния и германия, а также компонентов важнейших соединений АЗВ5 — алюминия, галлия, индия, фосфора и мышьяка. Обсуждаются основные проблемы производства полупроводниковых лазеров.

Овладение данной дисциплиной необходимо выпускникам для следующих областей профессиональной деятельности по исследованию и разработке:

- установок и систем в области производства полупроводниковых материалов;
- установок и систем в области планарного цикла производства полупроводниковых приборов.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
	проектный		
- разработка новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности - формирование целей проекта (программы), критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач с учетом всех аспектов деятельности - разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов и схем производства устройств, приборов, систем и комплексов	физические объекты и системы различного масштаба, уровня организации, физические явления и процессы, физические, инженерно-физические, биофизические технологии, методы, приборы, устройства	ПК-2 [1] - Способен принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008, 40.039	З-ПК-2[1] - знать современные направления исследований в своей профессиональной области ; У-ПК-2[1] - уметь анализировать и выявлять перспективные направления в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности ; В-ПК-2[1] - владеть современными методиками и подходами в решении научноинновационных и инженернотехнологических задач в профессиональной сфере
- разработка новых методов и	физические объекты и	ПК-3 [1] - Способен разрабатывать	З-ПК-3[1] - знать основы проектирования

<p>методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности - формирование целей проекта (программы), критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач с учетом всех аспектов деятельности - разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов и схем производства устройств, приборов, систем и комплексов</p>	<p>системы различного масштаба, уровня организации, физические явления и процессы, физические, инженерно-физические, биофизические технологии, методы, приборы, устройства</p>	<p>технические задания на проектирование технологических процессов и схем производства устройств, приборов, систем и комплексов.</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.006, 40.037, 40.039</p>	<p>технологических процессов производства устройств, приборов, систем и комплексов по профилю профессиональной деятельности ; У-ПК-3[1] - уметь проводить анализ современных технологических процессов и схем производства, перспективных материалов для производства устройств, приборов, систем и комплексов по профилю профессиональной деятельности; В-ПК-3[1] - владеть навыками составления технического задания на проектирование технологических процессов и схем производства устройств, приборов, систем и комплексов по профилю профессиональной деятельности</p>
<p>научно-исследовательский</p>			
<p>- выявление актуальных проблем и тенденций в области физики - работа с научной литературой, в том числе с использованием информационных технологий, отслеживание отечественных и зарубежных работ в исследуемой области - выбор методов, современной аппаратуры и информационных технологий для проведения исследования - проведение</p>	<p>физические объекты и системы различного масштаба, уровня организации, физические явления и процессы, физические, инженерно-физические, биофизические технологии, методы, приборы, устройства</p>	<p>ПК-4.1 [1] - Способен применять на практике знания лазерной физики, физики полупроводников, оптики, физических основ взаимодействия излучения с веществом для качественного и количественного описания исследуемых объектов и явлений</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.006, 40.037, 40.039</p>	<p>З-ПК-4.1[1] - Знать законы и принципы физики твердого тела, оптики, взаимодействия излучения с веществом, квантовой механики, лазерной физики; У-ПК-4.1[1] - Уметь формулировать, выделять, анализировать исходные данные об исследуемом объекте и явлении, исходя из законов и принципов физики твердого тела, оптики, взаимодействия излучения с веществом, квантовой механики, лазерной физики; В-ПК-4.1[1] - Владеть приемами и методами, используемыми в области физики твердого тела, оптики, взаимодействия</p>

теоретических и экспериментальных исследований			излучения с веществом, квантовой механики, лазерной физики, для качественного и количественного описания исследуемых объектов и явлений
- выявление актуальных проблем и тенденций в области физики - работа с научной литературой, в том числе с использованием информационных технологий, отслеживание отечественных и зарубежных работ в исследуемой области - выбор методов, современной аппаратуры и информационных технологий для проведения исследования - проведение теоретических и экспериментальных исследований	физические объекты и системы различного масштаба, уровня организации, физические явления и процессы, физические, инженерно-физические, биофизические технологии, методы, приборы, устройства	ПК-4.3 [1] - Способен к созданию и расчету устройств квантовой электроники и фотоники, применению их в науке, технике, промышленности и медицине <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.037, 40.039	З-ПК-4.3[1] - Знать особенности расчета, разработки и конструирования устройств квантовой электроники и фотоники с учетом сферы их применения; У-ПК-4.3[1] - Уметь использовать имеющиеся знания и получать новые знания для генерации идей и подходов по созданию и расчету устройств квантовой электроники и фотоники; В-ПК-4.3[1] - Владеть навыками проведения расчета и опытно-конструкторских работ по созданию устройств квантовой электроники и фотоники, их настройки и диагностики
организационно-управленческий			
- разработка программ научных исследований, организация их выполнения - планирование, организация и контроль работы отдельных исполнителей, коллектива исполнителей - принятие решений в условиях различных мнений - организация работы по осуществлению контроля и защиты прав в области	физические объекты и системы различного масштаба, уровня организации, физические явления и процессы, физические, инженерно-физические, биофизические технологии, методы, приборы, устройства	ПК-4.5 [1] - Способен осуществлять техническое руководство проектно-изыскательскими работами при проектировании объектов, ввод в действие и освоение проектных мощностей в области квантовой электроники и фотоники <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008, 40.039	З-ПК-4.5[1] - Знать основные этапы проектно-изыскательских работ по проектированию приборов и устройств квантовой электроники и фотоники; У-ПК-4.5[1] - Уметь разрабатывать техническое задание на разработку, проектирование, изготовление, изучение новых приборов и устройств квантовой электроники и фотоники, разработку, проектирование, апробацию и внедрение технологий производства приборов и устройств квантовой электроники и фотоники;

<p>интеллектуальной собственности при проведении научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ - подготовка и оформление научно-технической документации, проектных заявок, научных отчетов научных обзоров, докладов и статей - управление работами по разработке и внедрению современных технологических процессов, по разработке и выведению на производство новых моделей устройств и приборов</p>			<p>В-ПК-4.5[1] - Владеть навыками оценки предлагаемых решений, планов работ, проектов с точки зрения их эффективности и оптимальности, подготовки экспертного заключения</p>
<p>- разработка программ научных исследований, организация их выполнения - планирование, организация и контроль работы отдельных исполнителей, коллектива исполнителей - принятие решений в условиях различных мнений - организация работы по осуществлению контроля и защиты прав в области интеллектуальной собственности при проведении научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ - подготовка и</p>	<p>физические объекты и системы различного масштаба, уровня организации, физические явления и процессы, физические, инженерно-физические, биофизические технологии, методы, приборы, устройства</p>	<p>ПК-7 [1] - Способен использовать навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей.</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.006, 40.008</p>	<p>З-ПК-7[1] - знать нормативную документацию, регламентирующую правила составления и оформления научно-технической документации ; У-ПК-7[1] - уметь составлять и оформлять научно-техническую документацию; В-ПК-7[1] - владеть навыками представления результатов научно-исследовательской и инженерно-технологической деятельности в виде отчетов, обзоров, докладов, статей</p>

оформление научно-технической документации, проектных заявок, научных отчетов научных обзоров, докладов и статей - управление работами по разработке и внедрению современных технологических процессов, по разработке и выведению на производство новых моделей устройств и приборов			
--	--	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>3 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	8/8/0		25	КИ-8	З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4.1, У-ПК-4.1, В-ПК-4.1,

							3-ПК-4.3, У-ПК-4.3, В-ПК-4.3, 3-ПК-4.5, У-ПК-4.5, В-ПК-4.5, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7
2	Второй раздел	9-16	8/8/0		25	КИ-16	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4.1, У-ПК-4.1, В-ПК-4.1, 3-ПК-4.3, У-ПК-4.3, В-ПК-4.3, 3-ПК-4.5,

							У-ПК-4.5, В-ПК-4.5, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		16/16/0		50		
	Контрольные мероприятия за 3 Семестр				50	3	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4.1, У-ПК-4.1, В-ПК-4.1, 3-ПК-4.3, У-ПК-4.3, В-ПК-4.3, 3-ПК-4.5, У-ПК-4.5, В-ПК-4.5, 3-ПК-7, У-

							ПК-7, В- ПК-7
--	--	--	--	--	--	--	---------------------

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Неделя	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>3 Семестр</i>	16	16	0
1-8	Первый раздел	8	8	0
	Тема 1. Общее введение в курс “Технология планарного цикла”. История развития полупроводниковой технологии, ее современный уровень развития, основные проблемы, стоящие на пути ее развития и предлагаемые пути их решения. Физико-химические основы и технологические маршруты изготовления полупроводниковых лазеров.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
	Тема 2. Основные материалы современной полупроводниковой микро и нанoeлектроники. Полупроводниковые подложки, особенности подготовки их поверхности, разновидности загрязнений и их влияние на технологические характеристики подложек, процессы удаления загрязнений, чистые производственные помещения.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
	Тема 3. Эпитаксиальные процессы и технологии производства полупроводниковых лазеров. Эпитаксиальные процессы. Кинетика и механизмы процессов эпитаксии. Эпитаксия соединения типа АЗВ5 и твердых растворов на их основе. Дефекты эпитаксиальных слоёв.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Второй раздел	8	8	0
	Тема 4. Диэлектрические плёнки и способы их нанесения. Стабилизация и защита поверхности полупроводниковой структуры. Свойства диэлектрических слоёв. Формирование тонких плёнок методом химического осаждения из газовой фазы. Атомно-слоевое осаждение. Центрифугирование. Вакуумное напыление диэлектриков.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
	Тема 5. Металлизация полупроводниковых пластин. Термическое испарения металлов в вакууме. Электронно-	Всего аудиторных часов		
		2	2	0

	лучевое испарение. Ионное распыление. Катодное распыление. Магнетронное распыление. Технология получения омических контактов.	Онлайн		
		0	0	0
	Тема 6. Фотолитография и травление. Процессы в фоторезистах. Фотошаблоны. Методы литографии. Методы самосовмещения. Жидкостное и ионно-плазменное травление. Плазмо-химическое травление. Методы плазменного травления. Факторы, определяющие технологические параметры процесса плазменного травления.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ СЕМИНАРОВ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>3 Семестр</i>
	Тема 1. Обзор свойств основных полупроводников: кремний, германий, арсенид галлия.
	Тема 2. Технология монокристаллов.
	Тема 3. Физико-химические основы процессов легирования монокристаллов полупроводниковых и диэлектрических материалов.
	Тема 4. Механическая обработка полупроводниковых материалов.
	Тема 5. Радиационные дефекты, структурные дефекты в моно- и поликристаллических полупроводниках.
	Тема 6. Оценка параметров диэлектрических покрытий.
	Тема 7. Сборочные процессы в производстве изделий интегральной электроники.
	Тема 8. Выбор оборудования и разработка технологического процесса фотолитографии

	Тема 9. Выбор оборудования и разработка технологического процесса вакуумного напыления.
	Тема 10. Выбор оборудования и разработка технологического процесса роста монокристаллов.
	Тема 11. Выбор оборудования и разработка технологического процесса травления арсенида галлия.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При освоении данной дисциплины основную роль играют аудиторские занятия в виде лекций и практических занятий, а также самостоятельная работа студентов, заключающаяся в выполнении повторения ранее пройденного материала и подготовке к контрольным мероприятиям.

С целью формирования и развития профессиональных навыков, обучающихся в учебном процессе, широко используются технологии активного обучения.

На занятиях контролируется освоение изученного материала, даются консультации, оказывается помощь в анализе и систематизации получаемой информации.

Для того чтобы дать современное состояние технологии производства полупроводниковых лазеров, предусмотрено широкое использование современных научных работ и публикаций по данной теме, посещение лабораторий НИЯУ МИФИ и ФИАН. Рекомендуются посещение студентами научных семинаров и конференций, проводимых в ФИАН, в НИЯУ МИФИ, а также в других московских университетах и институтах

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-2	З-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
ПК-3	З-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
ПК-4.1	З-ПК-4.1	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-4.1	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-4.1	З, КИ-8, КИ-16
ПК-4.3	З-ПК-4.3	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-4.3	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-4.3	З, КИ-8, КИ-16

ПК-4.5	З-ПК-4.5	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-4.5	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-4.5	З, КИ-8, КИ-16
ПК-7	З-ПК-7	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-7	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-7	З, КИ-8, КИ-16

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Б 82 Лазеры: устройство и действие : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
2. 621.38 Р24 Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники Ч.1 , Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2010
3. ЭИ А 46 Технология полупроводниковых материалов : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
4. ЭИ А 46 Технология полупроводниковых материалов : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2021
5. 539.2 А72 Технология тонких пленок : учебное пособие для вузов, С. В. Антоненко, Москва: МИФИ, 2008

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.38 Щ94 Наноэлектроника : учебное пособие для вузов, Москва: Бином, Лаборатория знаний, 2012
2. 621.38 Г12 Электрохимические процессы в технологии микро- и наноэлектроники : учебное пособие для вузов, С. А. Гаврилов, А. Н. Белов, Москва: Высшее образование, 2009
3. 548 Б14 Тепло- и массоперенос при выращивании монокристаллов направленной кристаллизацией : , Х. С. Багдасаров, Л. А. Горяинов, Москва: Физматлит, 2007

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

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

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Комплекс дисциплины предполагает ряд основных видов работы:

- аудиторная работа в виде лекций и практических занятий,
- самостоятельная работа,
- выполнение тестов,

- выполнение контрольных работ.

Перечисленные виды работы составляют целостную систему обучения, обеспечивающую разностороннюю подготовку обучающегося и призваны к приобретению новых компетенций и повышению уровня его компетентности.

Структура курса предполагает освоение каждой предлагаемой темы в несколько этапов.

Начальный этап предусматривает проведение лекционных занятий.

На последующих этапах проводятся практические занятия, на которых студенты демонстрируют знания лекционного материала, подготовленность к занятиям, выполнение домашнего задания. Также предполагается самостоятельная работа студента по предложенным темам с последующим контролем со стороны преподавателя.

На заключительном этапе работы магистрантам предлагается выполнение контрольных работ.

Текущий контроль: в течение семестра выполняются следующие контрольные мероприятия:

- выполнение домашнего задания;
- выполнение контрольных работ.

Результаты выполнения контрольных мероприятий являются основанием для допуска к промежуточному контролю по дисциплине.

Промежуточный контроль осуществляется методом проверки и оценки ответов на предложенные вопросы.

Система оценки успеваемости студента

Для оценки успеваемости студента применяется 100-балльная система, которая позволяет учитывать работу студента в течение семестра и ответ на предложенные вопросы на зачете.

Учебная работа студента в семестре оценивается по следующим категориям: показатели посещаемости и эффективности работы на каждом занятии, результаты выполнения контрольных мероприятий.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить в ходе аудиторной и самостоятельной работы в семестре, составляет 50 баллов.

Минимальное количество баллов, которое необходимо для допуска студента к промежуточной аттестации, составляет 30 баллов.

По итогам семестра проводится промежуточная аттестация, которая включает в себя письменный и устный ответ на предложенные вопросы.

В совокупности за промежуточную аттестацию студент может получить 50 баллов.

Итого, максимальная оценка по курсу по итогам семестра составляет 100 баллов, для аттестации по курсу необходимо набрать минимум 60 баллов.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Комплекс дисциплины предполагает ряд основных видов работы:

- аудиторная работа в виде лекций и практических занятий,
- самостоятельная работа,
- выполнение тестов,
- выполнение контрольных работ.

Перечисленные виды работы составляют целостную систему обучения, обеспечивающую разностороннюю подготовку обучающегося и призваны к приобретению новых компетенций и повышению уровня его компетентности.

Структура курса предполагает освоение каждой предлагаемой темы в несколько этапов.

Начальный этап предусматривает проведение лекционных занятий.

На последующих этапах проводятся практические занятия, на которых студенты демонстрируют знания лекционного материала, подготовленность к занятиям, выполнение домашнего задания. Также предполагается самостоятельная работа студента по предложенным темам с последующим контролем со стороны преподавателя.

На заключительном этапе работы магистрантам предлагается выполнение контрольных работ.

Текущий контроль: в течение семестра выполняются следующие контрольные мероприятия:

- выполнение домашнего задания;
- выполнение контрольных работ.

Результаты выполнения контрольных мероприятий являются основанием для допуска к промежуточному контролю по дисциплине.

Промежуточный контроль осуществляется методом проверки и оценки ответов на предложенные вопросы.

Система оценки успеваемости студента

Для оценки успеваемости студента применяется 100-балльная система, которая позволяет учитывать работу студента в течение семестра и ответ на предложенные вопросы на зачете.

Учебная работа студента в семестре оценивается по следующим категориям: показатели посещаемости и эффективности работы на каждом занятии, результаты выполнения контрольных мероприятий.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить в ходе аудиторной и самостоятельной работы в семестре, составляет 50 баллов.

Минимальное количество баллов, которое необходимо для допуска студента к промежуточной аттестации, составляет 30 баллов.

По итогам семестра проводится промежуточная аттестация, которая включает в себя письменный и устный ответ на предложенные вопросы.

В совокупности за промежуточную аттестацию студент может получить 50 баллов.

Итого, максимальная оценка по курсу по итогам семестра составляет 100 баллов, для аттестации по курсу необходимо набрать минимум 60 баллов.

Автор(ы):

Козырев Антон Андреевич, к.т.н.