

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

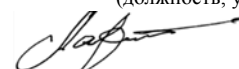
Кафедра конструирования и технологий электронных и лазерных средств (№23)

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)



В.П. Ларин

«19» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физико-химические основы технологии приборостроения»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Приборостроение
Наименование направленности	Технология аэрокосмического приборостроения
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2020

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

С.И. Ян
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23
«18» мая 2020 г., протокол № 10/20

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н., проф.
должность, уч. степень, звание

подпись, дата

А.Р. Бестугин
инициалы, фамилия

Ответственный за ОП ВО 11.03.03

проф., д.т.н., проф.
должность, уч. степень, звание

подпись, дата

В.П. Ларин
инициалы, фамилия

Заместитель директора института № 2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

подпись, дата

О.Л. Балышева
должность, уч. степень, звание

Аннотация

Дисциплина «Физико-химические основы технологии приборостроения» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/специальности 12.03.01 «Приборостроение» направленности «Технология аэрокосмического приборостроения». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-3 «Способен рассчитывать и проектировать элементы и устройства приборов, основанные на различных физических принципах действия с использованием стандартных средств компьютерного проектирования»

ПК-9 «Готов проводить экспериментальные исследования по анализу и оптимизации характеристик материалов, используемых в приборостроении»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением общих физико-химических закономерностей, лежащих в основе технологических процессов микроэлектроники.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целями изучения дисциплины «Физико-химические основы технологии электронных средств» являются формирование у студентов представлений об общих физико-химических закономерностях, отражающих взаимосвязь между составом, структурой, свойствами и условиями получения полупроводниковых материалов и структур, формирование теоретического фундамента по технологии изделий микроэлектроники и технологии производства электронных приборов, развитие современного физико-химического мышления, помогающего в освоении последующих технологических дисциплин.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен рассчитывать и проектировать элементы и устройства приборов, основанные на различных физических принципах действия с использованием стандартных средств компьютерного проектирования	ПК-3.Д.1 рассчитывает элементы и устройства приборов, основанные на различных физических принципах действия ПК-3.Д.2 проектирует элементы и устройства приборов, основанные на различных физических принципах действия ПК-3.Д.3 проектирует типовые детали и узлы с использованием стандартных средств компьютерного проектирования ПК-3.Д.4 проводит проектные расчеты и технико-экономическое обоснование конструкций приборов в соответствии с техническим заданием
Профессиональные компетенции	ПК-9 Готов проводить экспериментальные исследования по анализу и оптимизации характеристик материалов, используемых в приборостроении	ПК-9.Д.1 проводит экспериментальные исследования по анализу и оптимизации характеристик материалов, используемых в приборостроении ПК-9.Д.2 разрабатывает документацию по проведению испытаний составных частей оборудования ракетно-космической техники ПК-9.Д.3 осуществляет техническое сопровождение испытаний составных частей оборудования ракетно-космической техники

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Физика»,
- «Химия»,
- «Материаловедение»,
- «Технология конструкционных материалов»,
- «Электроника».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Интегральные устройства микроэлектроники»,
- «Конструирование модулей электронных средств»,
- «Технология производства электронных средств»,
- «Конструирование и технология устройств МСТ»,
- «Технология сборки и монтажа»,

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№5
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	5/ 180	5/ 180
Аудиторные занятия, всего час.	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
экзамен, (час)	54	54
Самостоятельная работа, всего (час)	58	58
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 5					
Раздел 1. Термодинамический и молекулярно-атомарный подход к описанию технологических процессов.	2	-	-	-	5
Раздел 2. Физико-химические основы процессов удаления пленок с поверхности твердого тела	4	-	-	-	8

Раздел 3. Физико-химические основы процессов образования новой фазы на поверхности твердого тела	8	-	-	-	9
Раздел 4. Физико-химические основы процессов введения примесей	4	-	10	-	12
Раздел 5. Физико-химические основы процессов <u>микролитографии</u>	6	-	12	-	8
Раздел 6. Физико-химические основы процессов лазерной, фотонной и электронно-лучевой обработки пленок	4	-	-	-	8
Раздел 7. Физико-химические основы получения неразъемных соединений	6	-	12	-	8
Итого в семестре:	34		34		58
Итого	34	0	34	0	58

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<i>Тема 1.1 - Технологический процесс как термодинамическая система. Внутренняя энергия системы. Параметры состояния системы. Описание параметров, их взаимосвязь и взаимозависимость</i> <i>Тема 1.2 - Молекулярно-атомарный подход к описанию технологических процессов. Кинетика технологических процессов. Поток, как основная кинетическая характеристика системы. Характеристики потока. Константа скорости реакции. Энергия активации.</i>
2	<i>Тема 2.1 Физико-химические основы поверхностных процессов. Термодинамика чистой поверхности. Поверхностное натяжение. Смачивание. Методы определения поверхностного натяжения. Поверхностно-активные вещества. Закономерности и природа адгезии. Адгезионные структуры.</i> <i>Тема 2.2 Закономерности травления. Скорость травления. Энергия активации. Анизотропное травление, селективное травление, локальное травление.</i> <i>Термодинамика анизотропного травления. Возможности анизотропного травления.</i> <i>Тема 2.3 Физическое, ионное, плазмохимическое травление.</i>
3	<i>Тема 3.1 Термодинамика образования зародышевой пленки. Критический радиус и критическая энергия зародыша. Способы образования критических и закритических зародышей. Теория Гиббса. Теория Френкеля.</i> <i>Тема 3.2 Понятие эпитаксии. Гомоэпитаксия и гетероэпитаксия. Эпитаксия из паровой, газовой и жидкой фазы. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Механизм формирования гетероэпитаксиальных структур методом МЛЭ.</i> <i>Тема 3.3 Эпитаксия из газовой фазы. Хлоридный и силановый методы.</i> <i>Тема 3.4. Эпитаксия из жидкой фазы бинарных полупроводников.</i> <i>Тема 3.5 Физико-химические основы термовакuumного испарения и осаждения материалов. Испарение чистых металлов в вакууме. Механизм испарения. Температура испарения, скорость испарения. Испарение сплавов и химических соединений. Электронно-лучевые и лазерные методы испарения. Кинетика и механизм осаждения.</i> <i>Тема 3.6 Физико-химические основы ионных, ионно-плазменных, плазмохимических методов нанесения пленок. Аномальный тлеющий разряд. Элементы импульсной теории ионного распыления. Коэффициент ионного распыления и его зависимость от материала мишени. Катодное распыление. Плазмохимическое и магнетронное осаждение. Кинетика и механизм осаждения.</i>
4	<i>Тема 4. 1 Физико-математические основы процессов диффузии. Поток, как основная кинетическая характеристика системы. Характеристики потока. Источники и стоки системы, основы кинетики процессов. Законы Фика. Механизмы диффузии. Кинетика диффузии. Решения уравнения диффузии. Диффузия из ограниченного и</i>

	<p>неограниченного источников.</p> <p>Тема 4.2 Физические основы ионной имплантации. Распределение примесей и пробегов ионов при внедрении в аморфную мишень. Распределение пробегов ионов в монокристаллических подложках. Эффект каналирования. Аморфизация и рекристаллизация кремния после имплантации.</p>
5	<p>Тема 5.1 Фотохимическое воздействие на вещество. Основные законы фотохимии. Основные типы фотохимических реакций. Квантовый выход. Воздействие актиничного излучения на чувствительные материалы. Фоторезисты, рентгенорезисты, электронрезисты, ионрезисты.</p> <p>Тема 5.2 Фотохимические и физико-химические процессы получения скрытого и видимого изображения. Свойства фоторезистов. Светочувствительность, разрешающая способность фоторезистов.</p> <p>Тема 5.3 Негативные фоторезисты. Позитивные фоторезисты. Физико-химическая сущность процессов нанесения, экспонирования, проявления. Растворители, проявители. Контрастность, стойкость к последующим технологическим воздействиям. Методы термообработки, удаления, механизм удаления.</p> <p>Тема 5.4 Контактная и проекционная микролитографии, их разновидности. Фотошаблоны, рентгеношаблоны, электрошаблоны, ионошаблоны.</p>
6	<p>Тема 6.1 Лазерная обработка. Энергетические характеристики лазерного излучения. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Основные модели разрушения материала — тепловая, газокинетическая. Нагрев без разрушения. Применение лазерного излучения для упрочнения поверхности, рекристаллизации и отжига слоев. Применение лазерного излучения для химико-термических процессов в технологии ЭС. Лазерная сварка.</p> <p>Тема 6.2 Фотонная обработка. Энергетические параметры фотонных ламп. Фотонный отжиг, плавление, рекристаллизация. Электронно-лучевая обработка. Энергетические параметры электронного пучка. Электронно-лучевой отжиг, рекристаллизация, плавление. Электронно-лучевая сварка.</p>
7	<p>Тема 7.1 Сварка. Механизм образования сварных соединений. Виды сварных соединений: гомогенные, интерметаллические, диффузионные. Стадии формирования сварного соединения. Сварка плавлением. Сварка давлением. Термокомпрессионная сварка. Ультразвуковая сварка.</p> <p>Тема 7.2 Механизм образования и структура паяных соединений. Припой. Диаграмма состояния сплава олово-свинец. Флюсы. Механизм действия. Роль флюса в процессе пайки. Холодная пайка. Припойные пасты. Бессвинцовая пайка.</p> <p>Тема 7.3 Клеевые соединения. Клеи, их разновидности. Подготовка поверхности для склеивания. Механизм склеивания. Прочность адгезионных соединений. Долговечность и разрушение адгезионных соединений. Клеи для микроконтактирования, контактол.</p>

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

Учебным планом не предусмотрено

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5			
1	Исследование распределения удельного поверхностного сопротивления резистивной пленки	8	3

2	Исследование процесса термовакуумного напыления резистивных пленок	8	3
3	Исследование процесса диффузии примеси в полупроводник из постоянного источника	10	4
4	Исследование и оптимизация параметров сварки элементов интегральных микросхем	8	7
Всего		34	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	40	
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	3	
Домашнее задание (ДЗ)	12	
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	3	
Всего:	58	58

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Кол-во экз.
538.9.Б 26	В.И.Томилин. Физико-химические основы технологии ЭС. Учебник. Серия: Высшее профессиональное образование. Академия, 2010. 416с. Барыбин А.А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы. – М.; ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 424 с. Смирнов, В. И. Физико-химические основы технологии электронных средств: учебное пособие / В. И. Смирнов. - Ульяновск: УлГТУ, 2005.- 112 с.	
621.38(075) С 50	Валетов В.А., Кузьмин Ю.П., Орлова А.А., Третьяков С.Д. Технология приборостроения: Учебное пособие. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2008. - 336 с. Ларин В.П. Технология пайки. Методы исследования процессов пайки и паяных соединений: Учеб. пособие / СПбГУАП. - СПб., 2002. Медведев А.М. Сборка и монтаж электронных устройств. – М.: Техносфера. 2007	
38.844.К 60	Коледов Л.А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок: Учебное пособие. - СПб.: Издательство «Лань», 2007. - 400 с	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Для доступа к электронным ресурсам ГУАП (http://lib.aanet.ru/) необходима авторизация по номеру читательского билета). Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 695-7 от 30.11.2011. Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 186-ЭБС от 08.02.2012. http://www.knigafund.ru (ЭБС «КнигаФонд») базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, электронно-библиотечные системы (ЭБС):

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	14-06Г
2	Специализированная лаборатория	14-06В

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену;

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.
Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1	Поверхностное натяжение. Смачивание, адгезия и капиллярные явления.
2	Очистка подложек. Физические методы очистки.
3	Очистка подложек. Химические методы очистки.
4	Методы контроля чистоты подложки.
5	Технологические атмосферы и среды.
6	Параметры атмосферы. Герметичные скафандры.
7	Диффузия. Уравнения Фика.
8	Диффузия из постоянного источника.
9	Диффузия из слоя конечной толщины.
10	Диффузия из бесконечно тонкого слоя.
11	Диффузианты. Техническая реализация процессов диффузии.
12	Ионное легирование. Аморфная мишень.
13	Ионное легирование. Канальный эффект.
14	Ионное легирование. Техническая реализация.
15	Литография. Фотолитография.
16	Фотолитография. Законы фотохимии.
17	Фоторезисты. Негативные фоторезисты.
18	Позитивные фоторезисты.
19	Фоторезисты. Светочувствительность. Разрешающая способность.
20	Кислотостойкость.
21	Технологический процесс фотолитографии.
22	Методы изготовления фотошаблонов. Оптико-механический метод изготовления.
23	Методы изготовления фотошаблонов. Генераторы изображения.
24	Рентгенолитография. Рентгенорезисты. Рентгеношаблоны
25	Электронолитография. Электронорезисты. Взаимодействие электронов с резистом
26	Вакуум. Характеристики вакуума. Низкий, средний, высокий и сверхвысокий вакуум.
27	Вакуумные методы нанесения пленок. Термовакuumное испарение.
28	Ионные методы нанесения. Катодное распыление. Коэффициент распыления
29	Ионно-плазменное распыление.
30	Магнетронное распыление.
31	Сварка плавлением. Сварка давлением.
32	Пайка. Припой. Флюсы. Роль флюса в процессе пайки.
33	Термокомпрессионная сварка.
34	Сварка расщепленным электродом.
35	Сварка V-образным электродом.
36	Ультразвуковая сварка.
37	Сварка электронным и лазерным лучом.

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

	Учебным планом не предусмотрено
--	---------------------------------

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

	Учебным планом не предусмотрено
--	---------------------------------

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Конспект лекций в информационной системе кафедры
Филатов_ФХОТЭС_Конспект

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах (*не предусмотрено*)

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий (*не предусмотрено*)

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*).

МУ в информационной системе кафедры
Филатов_ФХОТ_МУ по ЛР

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы (*не предусмотрено*)

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы.

МУ в информационной системе кафедры
Филатов_ФХОТЭС_МУ по СРС

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой