

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Электронные приборы и устройства»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«Б.1.2.13 Основы лучевых и плазменных технологий»

направления подготовки

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» (ЭЛНЭ)

Профиль - Электронные приборы и устройства

форма обучения – очная

курс – 4

семестр – 7

зачетных единиц – 3

часов в неделю – 3

всего часов – 108

в том числе:

лекции – 18

коллоквиумы –нет

практические занятия – нет

лабораторные занятия – 36

самостоятельная работа – 54

зачет – 7

экзамен – нет

РГР – нет

курсовая работа – нет

курсовой проект – нет

1. Цели и задачи дисциплины

Изучение процессов взаимодействия потоков частиц и плазмы с конденсированными средами, используемых в лучевых и плазменных технологиях при производстве изделий электронной техники, овладение методами расчета и проектирования технологических лучевых и плазменных модулей, получение первичных навыков работы на лучевых и плазменных технологических установках.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Для успешного усвоения данной дисциплины необходимо, чтобы студент владел знаниями, умениями и навыками, сформированными в процессе изучения дисциплин:

Б.1.1.6 Физика (ОПК-2),

Б.1.1.12 Теоретические основы электротехники (ОПК -3),

Б.1.1.16 Физические основы электроники (ПК- 1, ПК-2).

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

-способность выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники (ПК-8).

Студент должен

знать: физико-химические процессы современных лучевых и плазменных технологий и оборудования;

уметь: выбирать оптимальный технологический процесс и оборудование для его реализации по заданным требованиям;

владеть: информацией о предельных возможностях лучевых и плазменных технологий, применяемых при производстве электронной компонентной базы.

Виды учебной работы: лекции, лабораторные работы.

Изучение дисциплины заканчивается зачетом.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам

и видам занятий

№ Мо-ду-ля	№ Не-де-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме					
				Всего	Лек-ции	Коллок-виумы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7		8	9
7 семестр									
1	1	1	Введение. Предмет дисциплины и ее задачи.	2	2/2				
1	2	2	Торможение и рассеивание ионов.	16	2/2				14/7
1	3	3	Пробеги ионов в твердых телах.	10	2/2				8/4
1	4	4	Распыление твердых тел.	27	2/2		9/9		16/8
2	5	5	Оже процессы.	2	2/2				
2	6	6	Тонкие пленки.	10	2/2				8/4
2	6-7	7	Основные методы получения тонких пленок.	11	2/2		9/9		
2	8-9	8	Магнитные фильтры.	28	2/2		18/18		8/4
2	9	9	Имплантирование ионов в полупроводники.	2	2/2				
Всего				108	18/18		36/36		54/27

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Введение. Предмет дисциплины и ее задачи. Понятие лучевых и плазменных технологий. Технологии получения и обработки материалов. Радиационное модифицирование материалов. Ионные пучки. Ионно-плазменные технологии.	1,6
2	2	2	Торможение и рассеивание ионов. Потенциалы ионно-атомного взаимодействия. Упругие столкновения. Сечения рассеяния. Потери энергии в упругих столкновениях. Неупругие столкновения. Соотношения электронного и ядерного торможения. Образование каскада смещенных атомов.	1,3
3	2	3	Пробеги ионов в твердых телах. Распределение	1-3

			имплантированных ионов в твердых телах. Пробег ионов в монокристаллах, каналирование.	
4	2	4	Распыление твердых тел. Распыление. Механизмы распыления. Самораспыление.	1-3
5	2	5	Оже процессы. Эффект Оже. Основные механизмы потенциальной ионно-электронной эмиссии. Оже-спектроскопия.	2,4
6	2	6	Тонкие пленки. Формирование тонких пленок. Адсорбция. Зародышеобразование. Стадии процесса роста пленки.	3,4,6
7	2	7	Основные методы получения тонких пленок. Испарение. Ионное распыление. Термическое вакуумное напыление. Электронно-лучевое испарение. Магнетронное распыление. Краткое описание остальных методов распыления.	3,4,6
8	2	8	Магнитные фильтры. Вакуумно-дуговые источники «чистой плазмы». Очистка плазмы от макрочастиц. Прохождение плазмы через магнитный фильтр. Конструкции магнитных фильтров. Нетрадиционные способы фильтрации.	2,3,8
9	2	9	Имплантация ионов в полупроводники. Радиационное дефектообразование. Классификация радиационных дефектов. Разупорядоченные области. Аморфизация. Изменение свойств полупроводников при имплантации.	2,3,6

6. Содержание коллоквиумов

Не предусмотрены учебным планом.

7. Перечень практических занятий

Не предусмотрены учебным планом.

8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, обрабатываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	4	3
4	9	Распыление твердых тел ионным потоком. (презентационный материал в рамках научного семинара).	Презентационный материал в рамках научного семинара
7	9	Ионное распыление (презентационный материал в рамках научного семинара).	Презентационный материал в рамках научного семинара
8	18	Магнитные фильтры (презентационный материал в рамках научного семинара).	Презентационный материал в рамках научного семинара

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
2	14	Расчет траектории иона при ионно-атомном взаимодействии.	1,7
3	8	Методы и средства регистрации радиоактивного излучения. Счетчик Гейгера. Счетчик сцинтилляционный.	1-4
4	8	Растровая ионная микроскопия.	1-3,6
4	8	Источники ионов. Общие требования и классификация ионных источников. Источники ионов газов.	2,6
6	8	Эпитаксия: эпитаксия ионная (ионно-пучковая), эпитаксия лазерно-стимулированная, гетероэпитаксия, эпитаксия молекулярно-лучевая, эпитаксия твердофазная, эпитаксия жидкофазная.	3,8
8	8	Технологии извлечения ионов из плазмы и первичного формирования ионного пучка.	2,5-8

Методические указания по самостоятельному изучению отдельных разделов приведены в соответствующем разделе ИОС [10]

10. Расчетно-графическая работа

Не предусмотрена учебным планом.

11. Курсовая работа

Не предусмотрена учебным планом.

12. Курсовой проект

Не предусмотрен учебным планом.

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы формируется отдельные элементы компетенций:

ПК-№8 (способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники).

Содержание лекционного курса и лабораторных занятий формируют на рассматриваемом этапе элементы компетенций в части, касающейся технологической подготовки производства микроэлектронной техники.

Процедура оценивания знаний, умений и навыков проводится в соответствии со следующими методическими материалами и заключается:

- в проведении устного зачетного опроса в виде диалога преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала;

- отчетов по лабораторным работам, для оценки способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, а также составления выводов;

- подготовки студентом самостоятельно и под руководством преподавателя отчета и презентации по выданной теме (в рамках самостоятельной работы);

- выступление студента с докладом, как способ проверки знаний, умений, навыков по пройденным темам изучаемого предмета.

Показателем оценивания степени усвоения знаний элемента компетенций, является оценка, полученная на зачете при ответе на вопросы для зачета. Оценка выставляется по двухбалльной шкале, соответствующей оценкам «удовлетворительно» (зачтено) и «неудовлетворительно» (не зачтено) и осуществляется путем анализа ответа на вопросы для зачета. При этом руководствуются следующими критериями.

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения
Удовлетворительно	Заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка выставляется обучающимся, допустившим погрешности при ответе и выполнении заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
Неудовлетворительно	Выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала. Оценка ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по рассматриваемой дисциплине

Умения и навыки, приобретенные студентом на этапе освоения указанной части компетенций при преподавании (изучении) рассматриваемой дисциплины, оцениваются по результатам выполнения:

- лабораторных работ,
- самостоятельной работы.

Показателем оценивания степени усвоения знаний элемента компетенций, является оценка, полученная при отчете по лабораторным работам и самостоятельной работе. Оценка выставляется по четырехбальной шкале, соответствующей оценкам «зачтено» («отлично», «хорошо», «удовлетворительно») и «не зачтено» («неудовлетворительно») и осуществляется путем анализа знаний теоретического материала, проведенного эксперимента, оформленного отчета, выступления и ответов на вопросы при докладе презентационного материала.

При этом руководствуются следующими критериями при оценивании знаний теоретического материала, проведенного эксперимента и оформленного отчета:

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения
Зачтено (отлично)	Выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и правил оформления отчета. Студенты работают полностью самостоятельно: подбирают необходимые для выполнения предлагаемых работ в задании источники знаний, показывают необходимые для проведения лабораторной работы теоретические знания, практические умения и навыки.
Зачтено (хорошо)	Выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой последовательности выполнения и правил оформления отчета, не влияющие на правильность конечного результата. Студенты используют указанные преподавателем источники знаний, таблицы из приложения к учебнику, страницы из справочной литературы по предмету. Задание показывает знание учащихся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.
Зачтено (удовлетворительно)	Выставляется студенту, если задание на практическую работа выполняется и оформляется студентами при помощи преподавателя или хорошо подготовленных и уже выполненных на «отлично» данную работу студентов. На выполнение задания затрачивается много времени (можно дать возможность доделать работу дома). Студенты

	показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение при самостоятельной работе с физическими приборами, графиками, таблицами справочной литературы.
Не зачтено (неудовлетворительно)	Выставляется, если студенты показывают плохое знание теоретического материала и отсутствие умения применить знания к решению практической задачи, неумение оформить отчет. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных студентов неэффективны по причине плохой подготовки студента.

При этом руководствуются следующими критериями при оценивании выступления и ответов на вопросы при докладе презентационного материала [<https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/EPU/ELNE/B.1.2.13/default.aspx>]:

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения
Зачтено (отлично)	Студенты работают полностью самостоятельно: подбирают материал для подготовки презентационного материала (презентация и доклад). - Содержание доклада соответствует заявленной теме и в полной мере ее раскрывает; - Тема полностью раскрыта; представлен обзор литературных и/или патентных источников по данной теме (не старше 5 лет); изложение материала логично и доступно; - Все ответы на вопросы исчерпывающие и аргументированные; - Выступление докладчика полностью соответствует критериям: точность изложения, свободное владение материалом, культура речи и умение привлечь внимание аудитории, лаконичность изложения.
Зачтено (хорошо)	Студенты подбирают материал для подготовки презентационного материала (презентация и доклад). - Содержание доклада, за исключением отдельных моментов соответствует заявленной теме и в полной мере ее раскрывает; - Тема хорошо раскрыта; представлен обзор литературных и/или патентных источников по данной теме (старше 5 лет); в изложении материала есть моменты, нарушающие логичность и доступность; - Все ответы на вопросы даны, но они имеют небольшие неточности и/или недостаточно

	<p>аргументированы;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Выступление докладчика большей частью соответствует критериям: точность изложения, свободное владение материалом, культура речи и умение привлечь внимание аудитории, лаконичность изложения.
<p>Зачтено (удовлетворительно)</p>	<p>Студенты подбирают материал для подготовки презентационного материала (презентация и доклад) с помощью преподавателя.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Содержание доклада большей частью соответствует заявленной теме и ее раскрывает; - Тема раскрыта удовлетворительно: представлен обзор литературных и/или патентных источников по данной теме (старше 10 лет); в изложении материала есть моменты, нарушающие логичность и доступность; - Не все ответы на вопросы исчерпывающие и аргументированные; - Выступление докладчика частично соответствует критериям: точность изложения, свободное владение материалом, культура речи и умение привлечь внимание аудитории, лаконичность изложения.
<p>Не зачтено (неудовлетворительно)</p>	<p>Студенты подбирают материал для подготовки презентационного материала (презентация и доклад) с помощью преподавателя.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Содержание доклада частично соответствует заявленной теме; - Тема не раскрыта; представлен обзор литературных и/или патентных источников по данной теме (старше 10 лет); изложение материала нелогично и недоступно; - Ответы на вопросы отсутствовали или не соответствовали заданной теме; - Выступление докладчика полностью не соответствует критериям: точность изложения, свободное владение материалом, культура речи и умение привлечь внимание аудитории, лаконичность изложения.

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине «Основы лучевых и плазменных технологий» включает учет успешности выполнения лабораторных работ, самостоятельной работы и сдачу зачета.

Вопросы для зачета

1. Виды радиационных технологий. Основные величины, характеризующие ионные пучки.
2. Двухчастотные потенциалы. Понятие функции экранирования. Модель Томаса-Ферми
3. Кинематика элементарного акта столкновения. Системы координат, используемые при описании столкновения частиц («Л» и «Ц» системы координат). Упругие столкновения.
4. Динамика элементарного акта столкновения. Интегралы времени и рассеяния.
5. Сечения рассеяния. Потери энергии в упругих столкновениях.
6. Неупругие столкновения.
7. Соотношения электронного и ядерного торможения. Образование каскада смещенных атомов.
8. Пробеги ионов и их распределение в твердых телах.
9. Пробег ионов в монокристаллах. Каналирование.
10. Распределение ионов в твердых телах при каналировании. Основные факторы, влияющие на распределение пробегов ионов при каналировании.
11. Понятие распыления твердых тел.
12. Механизмы распыления.
13. Самораспыление.
14. Эффект Оже.
15. Основные механизмы потенциальной ионно-электронной эмиссии.
16. Оже-спектроскопия.
17. Тонкие пленки. Механизм образования тонких пленок. Адсорбция.
18. Механизм образования зародышей на поверхности подложки.
19. Стадии процесса роста пленки.
20. Основные методы получения тонких пленок. Испарение. Ионное распыление.
21. Термическое вакуумное напыление.
22. Электронно-лучевое испарение.
23. Магнетронное распыление.
24. Краткое описание основных методов распыления.
25. Магнитные фильтры. Вакуумно-дуговые источники «чистой плазмы».
26. Механизмы очистки плазмы от макрочастиц. Прохождение плазмы через магнитный фильтр.
27. Основные Конструкции магнитных фильтров.

28. Нетрадиционные способы фильтрации ионного потока.
29. Имплантация ионов в полупроводники.
30. Радиационное дефектообразование. Классификация радиационных дефектов. Разупорядоченные области. Аморфизация.
31. Изменение свойств полупроводников при имплантации.

Вопросы для экзамена

Не предусмотрен учебным планом.

Тестовые задания по дисциплине

Не предусмотрен учебным планом.

14. Образовательные технологии

Лекционный курс читается с применением **информационно-коммуникационных образовательных технологий** (организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией). Изложение всего материала (**лекции-визуализации**) сопровождается презентациями (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических).

При проведении лабораторных работ наряду с **традиционными образовательными технологиями** (лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами) применяются **технологии проблемного обучения** (проведение практикумов - организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков) и **технологии проектного обучения** (выполнение творческих и информационных проектов).

Дисциплина «Основы лучевых и плазменных технологий» состоит: из лекционной части в мультимедийном исполнении; лабораторных работ для закрепления полученных знаний; самостоятельных занятий для подготовки к лабораторным занятиям, поискового назначения, овладения учебным материалом и освоения дополнительной литературы.

Блок «самостоятельная работа» представляет реферативную работу, консультации по электронной почте и в on-line режиме.

Для эффективной реализации целей и задач ФГОС ВО, для воплощения компетентностного подхода в преподавании дисциплины «Основы лучевых и плазменных технологий» используются следующие образовательные технологии и методы обучения:

Вид занятия	Технология	Цель	Формы и методы обучения
1	2	3	4
Лекции	Технология проблемного обучения	Усвоение теоретических знаний, развитие мышления, формирование профессионального интереса к будущей деятельности	Мультимедийные лекция-объяснение, лекция-визуализация, с привлечение формы тематической дискуссии, беседы, анализа конкретных ситуаций
Лабораторные работы	Технология проблемного, модульного, дифференцированного и активного обучения, деловой игры	Развитие творческой и познавательной самостоятельности, обеспечение индивидуального подхода с учетом базовой подготовки. Организация активности студентов, обеспечение лично-деятельного характера усвоения знаний, приобретения навыков, умений.	Индивидуальный темп обучения. Использование offline (электронная почта) для обмена информацией, консультаций с преподавателем, Постановка проблемных познавательных задач. Методы активного обучения: «круглый стол», игровое производственное проектирование, анализ конкретных ситуаций.
Самостоятельная работа	Технологии концентрированного, модульного, дифференцированного обучения	Развитие познавательной самостоятельности, обеспечение гибкости обучения, развитие навыков работы с различными источниками информации, развитие умений, творческих способностей.	Индивидуальные, групповые, интерактивные (в режимах on-line и off-line).

15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ИЗДАНИЯ

1 Орликов Л.Н. Технология материалов и изделий электронной техники. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Орликов Л.Н.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 98 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13990> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

2 Орликов Л.Н. Технология материалов и изделий электронной техники. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Орликов Л.Н.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 100 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13991> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

3 Никитенков Н.Н. Основы анализа поверхности твердых тел методами атомной физики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Никитенков Н.Н.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2013.— 203 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34691> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИЗДАНИЯ

4 Берлин Б.В. Получение тонких пленок реактивным магнетронным распылением [Электронный ресурс]/ Берлин Б.В., Сейдман Л.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2014.— 256 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31877> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

5 Куликов И.С. Электролитно-плазменная обработка материалов [Электронный ресурс]: монография/ Куликов И.С., Ващенко С.В., Каменев А.Я.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2010.— 232 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12329> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

6 Фортов В.Е. Физика неидеальной плазмы [Электронный ресурс]: монография/ Фортов В.Е., Храпак А.Г., Якубов И.Т.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010.— 528 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12958> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

7 Галперин В.А. Процессы плазменного травления в микро- и нанотехнологиях [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Галперин В.А., Данилкин Е.В., Мочалов А.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 284 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4597> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

8. Аксенов Д.С., Аксенов И.И., Стрельницкий В.Е. Вакуумно-дуговые источники эрозионной плазмы с магнитными фильтрами: обзор // Вопросы атомной науки и техники, 2007, №2 с.190-202. – Режим доступа: http://vant.kipt.kharkov.ua/ARTICLE/VANT_2007_2/article_2007_2_190.pdf

ИСТОЧНИКИ ИОС

9. Основы лучевых и плазменных технологий. Режим доступа; <https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/EPU/ELNE/B.1.2.13/default.aspx>. По паролю

1. 16. Материально-техническое обеспечение

База проведения занятий – СГТУ имени Гагарина Ю.А. кафедра ЭПУ

Для проведения лекционных занятий требуется комплект технических средств обучения. Изложение лекционного материала сопровождается демонстрационным материалом, оформленным в виде презентации в программе Microsoft PowerPoint.

Помещения для самостоятельной работы студентов: аудитории, оборудованные компьютерами с выходом в Интернет.

Информационное и учебно-методическое обеспечение: ЭБС «IPRbooks», электронная библиотека СГТУ им. Гагарина Ю.А., электронная информационно-образовательная среда СГТУ им. Гагарина Ю.А..