Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электронных приборов

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
к.т.н. Стрельцов С. А.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026
Владелец: к.т.н. Стрельцов С. А.
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Физика и техника сверхвысокого вакуума

Образовательная программа: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, профиль: Электронные приборы и устройства

Курс: 2, семестр : 4

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**4**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	61
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	16
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	20
8	из них практической подготовки, час.	10
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	7
11	Самостоятельная работа, час.	83
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	контр.
13	Вид аттестации	Э

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

ФГОС введен в действие приказом №927 от 19.09.2017 г. , дата утверждения: 10.10.2017 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, формируемая участниками образовательных отношений

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭП, 31.08.2026

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 8 от 31.08.2026

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Семенов А. М.

Ответственный за образовательную программу:

профессор Хрусталев В. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Группа	Компетенции
	Индикаторы достижения компетенций
Профессиональные компетенции	ПК-6/НА Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения
	ПК-6/НА. 1 Умеет проводить исследования характеристик электронных приборов

2. Требования НГТУ к планируемым результатам обучения, соотнесенным с индикаторами достижения компетенций

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	Формы организации занятий
Результаты обучения	
ПК-6/НА. 1 Умеет проводить исследования характеристик электронных приборов	
Иметь опыт расчетов элементов вакуумных систем	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Уметь пользоватся вакуумной аппаратурой.	Лекции; Лабораторные работы;
Владить навыками анализа экспериментальных характеристик	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Знать аконы идеальных газов, закономерности связанных газов, методы получения и измерения вакуума.	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Уметь работать с измерительной аппаратурой	Лабораторные работы;

3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 4					
Дидактическая единица: Роль технологий сверхвысокого вакуума в рахвитии техники ускорителей заряженных частиц, источников синхротронного излучения и ЭВП..					
1. Роль технологий сверхвысокого вакуума в развитии техники ускорителей заряженных частиц, источников синхротронного излучения и ЭВП..	2	0	0		изучение научно-технической литературы по созданию и поддержанию СВВ в установках генерации СИ
Дидактическая единица: Физика свободных газов					
2. Физика сверхвысокого вакуума. Режимы течения газа. Проводимость элементов вакуумных систем. Основное уравнение вакуумной техники.	4	0	0	ПК-6/НА.1	знакомство с научно-технической литературой о достижениях в области техники СВВ
Дидактическая единица: Физика связанных газов.					

3. Взаимодействие газов поверхностью твердых тел.Виды взаимодействия.Силы Ваан-дер-Ваальса.Сорбция:физическая, хемосорбция.Растворимость газов в тветых телах.Закон Генри.Дифузия газов в твердых телах. Уравнения диффузии.Газопроницаемость.Газоотделение. Десорбция. Термодесорбция. Нетермическая тесорбция: электронно-, ионно-, фотонностимулипрованная десорбция. Испарение материалов. Давление насыщенных паров конструкционных материалов СВВ устройств. Расчет процессов газовыделения в СВВ установках синхротнонгго излучения	6	0	0	ПК-6/НА.1	Изучение процессов адсорбции и газовыделения. Моделирование кинетики процессов
Дидактическая единица: Получение вакуума.					
4. Вакуумная система.Элементы вакуумных систем.Откачка. Вакуумные насосы . Класификация насов. Параметры насосов.Скость откачки,производительность, предельный вакуум.Механические насосы: роторные,двухроторные, турбомолекулярные ---- их характеристки.Диффузионные насосы. Сорбционные насосы : адсорбционные,геттерные ,ионные, магниторазрядные. Криогенные насосы. Условиясогласования насосов.. Схемы вакуумных систем.	6	0	0	ПК-6/НА.1	изучение физических принципов работы вакуумных насосов и основных схем вакуумных установок. Моделирование процессов откачки
Дидактическая единица: Измерение вакуума					

5. Методы измерения вакуума. Манометрические преобразователи:абсолютные, косвенного отсчета. Параметры датчиков давления. Виды датчиков давления: тепловые, ионизационные, разрядные. Газоанализаторы, Качественный и количественный анализ состава газовой атмосферы. Течеискатели. методы поиска течи.	6	0	0	ПК-6/НА.1	Изучение методов и приборов измерения вакуума
Дидактическая единица: Вакуумные системы и элементы.					
6. Принципы построения вакуумных систем. Проектирование и расчет вакуумных систем. Элементы вакуумных систем: вакуумные обьемы, вакуумпроводы,разъемные и неразъемные соединения, элементы коммутации:вентели,затворы. Натекатели ,вакуумные вводы:: электрические, оптические,механические. Вакуумные материалы .Виды вакуумных соединений . Геттеры. Распыляемые и нераспыляемые (NEG) геттеры. Методы активации геттеров. Насосы на базе NEG геттеров.	8	0	0	ПК-6/НА.1	Изучение принципов построения вакуумных систем. Моделирование процессов откачки
Дидактическая единица: Вакуумные системы источников синхротнонного излучения 4+ поколения					
7. Вакуумные системы источников СИ ведущих мировых центров. Вакуумная система СКИФ Перспективы развития вакуумных систем ускорителей заряженных частиц центров СИ. Электронные облака в вакуумной камере ускорителя. Методы подавления электронных облаков.	4	2	4	ПК-6/НА.1	Изучение последних достижений в области получения и измерения СВВ

Темы лабораторных работ	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 4					
Дидактическая единица: Получение вакуума.					

1. Вакуумные насосы: прицип действия, конструкции, параметры, особенности эксплуатации.	4	2	4	ПК-6/НА.1	Получение практических навыков работы с оборудование
Дидактическая единица: Измерение вакуума					
2. Вакуумметры и газоанализаторы. Конструкции, принцип действия, параметры. Методы градуировки. Градуировочные характеристики. Калибровка преобразователей. Обезгаживание приборов Масс-спектроскопия. Методика спектрального ананлиза	4	2	4	ПК-6/НА.1	Практическая работа с приборами
Дидактическая единица: Вакуумные системы и элементы.					
3. Практическая работа с вакуумной системой:изучение лринципиальной схемы установки, порядок включения и выключения установки.Снятие характеристических кривых. расчет параметров. Анализ полученных результатов.	4	2	4	ПК-6/НА.1	практическая работа с оборудованием. Определение параметров откачки
4. Исследование газотделения вакуумных материалов.	4	2	4	ПК-6/НА.1	исследование процессов газовыделения

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Вакуумные системы источников СИ ведущих мировых центров. Вакуумная система СКИФ Перспективы развития вакуумных систем ускорителей заряженных частиц центров СИ. Электронные облака в вакуумной камере ускорителя. Методы подавления электронных облаков.	Л	Выполняет следующие виды работ: изучение достижений в области получения и измерения СВВ
2	Вакуумные насосы: прицип действия, конструкции, параметры, особенности эксплуатации.	Лб	Выполняет следующие виды работ: изучения порядока работы с вакуумными насосами.
3	Вакуумметры и газоанализаторы. Конструкции, принцип действия, параметры. Методы градуировки. Градуировочные характеристики. Калибровка преобразователей. Обезгаживание приборов Масс-спектроскопия. Методика спектрального ананлиза	Лб	Выполняет следующие виды работ: практическая работа с приборами

4	Практическая работа с вакуумной системой:изучение лринципиальной схемы установки, порядок включения и выключения установки.Снятие характеристических кривых. расчет параметров. Анализ полученных результатов.	Лб	Выполняет следующие виды работ: работа с вакуумной системой. Определение параметров процесса откачки
5	Исследование газотделения вакуумных материалов.	Лб	Выполняет следующие виды работ: изучение процессов газовыделения и натекания

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 4				
1	Контрольные работы	ПК-6/НА.1	18	2
изучение тем, выносимых на КР: Беркин А. Б. Физические основы вакуумной техники : учебное пособие / А. Б. Беркин, А. И. Василевский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 83 с. : ил., табл., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000196211			
2	Подготовка к занятиям	ПК-6/НА.1	30	2
изучение лекций и рекомендованной литературы: Беркин А. Б. Физические основы вакуумной техники : учебное пособие / А. Б. Беркин, А. И. Василевский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 83 с. : ил., табл., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000196211			
3	Дополнительная учебная деятельность	ПК-6/НА.1	20	1
знакомство с литературой о современных проблемах техники и технологии СВВ: Беркин А. Б. Физические основы вакуумной техники : учебное пособие / А. Б. Беркин, А. И. Василевский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 83 с. : ил., табл., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000196211			
4	Подготовка к аттестации	ПК-6/НА.1	15	2
ИЗУЧЕНИЕ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ НА АТТЕСТАЦИЮ: Беркин А. Б. Физические основы вакуумной техники : учебное пособие / А. Б. Беркин, А. И. Василевский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 83 с. : ил., табл., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000196211			

3.3 Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; ЭБС
Консультирование	e-mail
Контроль	e-mail
Размещение учебных материалов	e-mail

4. Правила аттестации обучающихся по дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 4		
Лекция:	10	10
Лабораторная:	10	40
Контрольные работы:	10	10
Экзамен:	10	40

В таблице 4.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 4.2

Коды компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Формы контроля	
		Защита Л/Р	Контр. раб.
ПК-6/НА	ПК-6/НА 1. Умеет проводить исследования характеристик электронных приборов	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

5. Литература

Основная литература

1. Физика магнитных явлений в вакууме и конденсированных средах. Тестирование базовых знаний в курсе общей физики : учебное пособие / [В. Г. Дубровский и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019.- 83, [3] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000241019

Дополнительная литература

1. Дуговые электропечи : [учебное пособие для вузов по направлению 'Электроэнергетика и электротехника' / А. И. Алиферов и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018.- 203, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000238199

Интернет-ресурсы

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504-4-2012. Информационная технология (ИТ). Оценка процесса. Часть 4. Руководство по применению для улучшения и оценки возможностей процесса [Электронный ресурс]. - Введ. 2014-01-01. - Москва: Стандартинформ, 2014. - Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200098409. - Загл. с экрана.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Беркин А. Б. Физические основы вакуумной техники : учебное пособие / А. Б. Беркин, А. И. Василевский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 83 с. : ил., табл., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000196211

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 Операционная система Microsoft Windows

2 Пакет офисных приложений Microsoft Office

6.3 Информационные технологии

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине применяются элементы дистанционных образовательных технологий, а также синхронного и асинхронного взаимодействия в электронной информационно-образовательной среды НГТУ.

7. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Физика и техника сверхвысокого вакуума
2	МАСС-СПЕКТРОМЕТР ТИПА МХ-7304	Физика и техника сверхвысокого вакуума
3	МАСС-СПЕКТРОМЕТР МХ-7303	Физика и техника сверхвысокого вакуума
4	УСТАНОВКА ВУ-1 вакуумная	Физика и техника сверхвысокого вакуума

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Физика и техника сверхвысокого вакуума
2	ВАКУУММЕТР ВМБ-8	Физика и техника сверхвысокого вакуума

Комплект оборудования

№	Наименование	Назначение
1	ВАКУУММЕТР ВИ-14	Физика и техника сверхвысокого вакуума