


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

Кафедра № 21

УТВЕРЖДАЮ
 Руководитель программы
 проф. д.т.н. проф.
 (должность, уч. степень, звание)
 А.Р. Бестугин
 (инициалы, фамилия)
 « 5 »  2023 г.
 (подпись)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

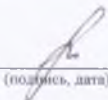
«Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники»
 (наименование дисциплины)

Код специальности	2.2.13.
Наименование научной специальности	Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения
Наименование направленности (профиля) (при наличии)	
Год начала реализации программы	2023

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Зав. каф. д.т.н., профессор
 (должность, уч. степень, звание)

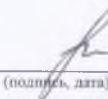

 (подпись, дата)

А.Ф. Крячко
 (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 21
 «30» мая 2023 г, протокол № 7

Заведующий кафедрой № 21

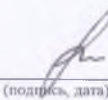
д.т.н., проф.
 (уч. степень, звание)


 (подпись, дата)

А.Ф. Крячко
 (инициалы, фамилия)

Ответственный за программу 2.2.13.

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


 (подпись, дата)

А.Ф. Крячко
 (инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.
 (должность, уч. степень, звание)


 (подпись, дата)

О.Л. Балышева
 (инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники» входит в состав программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.2.13. «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения». Дисциплина реализуется кафедрой «№21».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с наиболее перспективными направлениями развития электроники и наноэлектроники, положением государственной отечественной политики в области развития электроники.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции и самостоятельная работа студента.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 1 зачетную единицу, 36 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Цель дисциплины: Изучение передовых достижений, основных направлений, тенденций, перспектив и проблем развития современной нанoeлектроники с целью выработки навыков оценки новизны исследований и разработок, освоения новых методологических подходов к решению профессиональных задач в области нанoeлектроники.

1.2. Дисциплина входит в состав программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

1.3. В результате изучения дисциплины аспирант должен:

знать:

- способы разработки новых методов исследования и их применению в самостоятельной профессиональной научно-исследовательской деятельности

уметь:

- разрабатывать новые методы исследования и применять их в самостоятельной профессиональной научно-исследовательской деятельности

владеть:

- навыками разработки новых методов исследования и их применению в самостоятельной профессиональной научно-исследовательской деятельности

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Математические методы оптимизации в научном исследовании
- Библиографический и патентный поиск

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
		№2
1	2	3
<i>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</i>	1/ 36	1/ 36
<i>Из них часов практической подготовки, (час)</i>		
<i>Аудиторные занятия, всего час.</i>	7	7
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л), (час)</i>	7	7
<i>практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)</i>		
<i>экзамен, (час)</i>		
<i>Самостоятельная работа, всего (час)</i>	29	29
<i>Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)</i>	Зачет	Зачет

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)	СРС (час)
Семестр 2			
Раздел 1. Современное состояние и тенденции развития электроники и нанoeлектроники	1		3
Раздел 2. Современная литография. Ионно-плазменные технологии и молекулярно-лучевая эпитаксия	1		3
Раздел 3. Физические основы криoeлектроники, приборы на эффекте Джозефсона	0,5		3
Раздел 4. Биoeлектроника и молекулярная электроника	0,5		3
Раздел 5. Широкозонные полупроводники	0,5		3
Раздел 6. Углеродные кластеры и их применение в нанoeлектронике	0,5		3
Раздел 7. Методы анализа наноструктур и материалов	1		3
Раздел 8. Гетеро- и нанoeлектроника	0,5		3
Раздел 9. Интеллектуальная силовая	0,5		2
Раздел 10. Спутниковая, сотовая, мобильная и оптоволоконная связи	1		3
Итого в семестре:	7		29
Итого	7	0	29

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

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
Раздел 1	Современное состояние и тенденции развития электроники и нанoeлектроники. Мирровой рынок электроники. Рынок отечественной электроники. Закон Мура и тенденции развития электроники. Современное состояние отечественной и зарубежной электроники. Наиболее крупные электронные компании, работающие по технологии.
Раздел 2	Современная литография. Ионно-плазменные технологии и

	молекулярно-лучевая эпитаксия. Современная литография. Ионно-плазменные технологии. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
Раздел 3	Физические основы криоэлектроники, приборы на эффекте Джозефсона Физические основы сверхпроводимости. Куперовские пары. Приборы криоэлектроники. ВТСП. Физическая природа сверхпроводимости. Свойства сверхпроводников Теория сверхпроводимости. Теория Бардина - Купера - Шриффера. Эффект Джозефсона. Эффект Мейснера.
Раздел 4	Биоэлектроника и молекулярная электроника
Раздел 5	Высокотемпературная полупроводниковая электроника. Материалы высокотемпературной полупроводниковой электроники: карбид кремния, карбид титана, карбид бора и родственные материалы. Технологии получения. Электрофизические свойства Структура карбида кремния. Радиационная, механическая, химическая стойкость, теплопроводность, верхний предел рабочих температур для приборов на основе карбида кремния. Измерители температуры на основе облученного алмаза и карбида кремния Приборы на основе карбида кремния.
Раздел 6	Углеродные кластеры и их применение в наноэлектронике
Раздел 7	Методы анализа наноструктур и материалов. Дифракционный анализ. Сканирующая зондовая микроскопия. Атомно – силовая микроскопия.
Раздел 8	Гетеро- и наноэлектроника. Нанонаука как совокупность знаний о свойствах вещества в нанометровом масштабе. Нанотехнологии, наноинженерия. Квантово-размерные эффекты - основа наноэлектроники Наноматериалы, графен. Графеновый транзистор Наномеханические устройства. Дисплеи нового поколения. Полупроводниковые гетеропереходы. Общая характеристика и особенности полупроводниковых лазеров. Приборы наноэлектроники Гетероструктурная электроника.
Раздел 9	Интеллектуальная силовая электроника
Раздел 10	Спутниковая, сотовая, мобильная и оптоволоконная связи.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 2, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	20	20
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	4	4
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	5	5
Всего:	29	29

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 7.

Таблица 7– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
621.382 Д72	Драгунов В.П. Основы нанoeлектроники / В.П. Драгунов. И.Г. Неизвестный, В.А.Гриджин; Федер. целевая прогр. «Гос. поддержка интеграции высшю образования и фундам. науки на 1997-2000 годы». – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2000 – 331 с.	5
621.3.049.77 Л 72	Лозовский В.И. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность / В.Н. Лозовский,. СПб. : Лань,2008 -327 с.	10
621.382 С50	Смирнов Ю.А. Основы нано- и функциональной электроники / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. – 2-е изд., испр. – СПб. :Лань, 2013, - 320 с.	6

7. Перечень электронных образовательных ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
-----------	--------------

https://elibrary.ru	Научно-электронная библиотека
https://e.lanbook.com/	ЭБС «Лань»

8. Перечень информационных технологий

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

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 9.

Таблица 9 – 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 10.

Таблица 10– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов; Тесты

10.2. В качестве критериев оценки уровня освоения запланированных результатов обучения по дисциплине обучающимися применяется 5-балльная шкала оценивания, которая приведена в таблице 13. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 13 – Критерии оценки уровня освоения запланированных результатов обучения по дисциплине

Оценка компетенции	Характеристика уровня освоения запланированных результатов обучения по дисциплины
5-балльная шкала	

Оценка компетенции	Характеристика уровня освоения запланированных результатов обучения по дисциплины
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 14.

Таблица 14 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета
1.	Закон Мура и тенденции развития электроники
2.	Современное состояние отечественной и зарубежной электроники
3.	Наиболее крупные электронные компании.
4.	Современная литография
5.	Ионно-плазменные технологии

6.	Молекулярно-лучевая эпитаксия
7.	Физические основы сверхпроводимости.
8.	Куперовские пары.
9.	Приборы криоэлектроники. ВТСП
10.	Физическая природа сверхпроводимости Свойства сверхпроводников
11.	Теория сверхпроводимости Теория Бардина - Купера - Шриффера
12.	Молекулярная электроника
13.	Широкозонные полупроводники
14.	Материалы высокотемпературной полупроводниковой электроники
15.	Структура карбида кремния.
16.	Измерители температуры на основе облученного алмаза и карбида кремния
17.	Приборы на основе карбида кремния
18.	Углеродные кластеры и их применение в нанoeлектронике
19.	Дифракционный анализ наноструктур и материалов.
20.	Нанонаука как совокупность знаний о свойствах вещества в нанометровом масштабе
21.	Квантово-размерные эффекты - основа нанoeлектроники
22.	Наномеханические устройства
23.	Дисплеи нового поколения
24.	Общая характеристика и особенности полупроводниковых лазеров
25.	Спутниковая, сотовая, мобильная и оптоволоконная связи

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
1.	Куперовские пары.
2.	Приборы криоэлектроники. ВТСП
3.	Физическая природа сверхпроводимости Свойства сверхпроводников
4.	Теория сверхпроводимости Теория Бардина - Купера - Шриффера

5.	Молекулярная электроника
6.	Широкозонные полупроводники
7.	Материалы высокотемпературной полупроводниковой электроники
8.	Структура карбида кремния.
9.	Измерители температуры на основе облученного алмаза и карбида кремния
10.	Приборы на основе карбида кремния
11.	Углеродные кластеры и их применение в нанoeлектронике
12.	Дифракционный анализ наноструктур и материалов.
13.	Нанонаука как совокупность знаний о свойствах вещества в нанометровом масштабе
14.	Квантово-размерные эффекты - основа нанoeлектроники
15.	Наномеханические устройства
16.	Дисплеи нового поколения
17.	Общая характеристика и особенности полупроводниковых лазеров
18.	Спутниковая, сотовая, мобильная и оптоволоконная связи
19.	Ионно-плазменные технологии
20.	Молекулярно-лучевая эпитаксия

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания уровня освоения запланированных результатов обучения по дисциплине, 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.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

– получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;

- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- В устной форме с демонстрацией отдельных таблиц, формул и иного графического материала в письменной форме на доске посредством мела или маркера;
- В форме открытой дискуссии при обсуждении вопросов, освещаемых в лекциях;

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

Для самостоятельной работы обучающихся предложены следующие темы (таблица 21):

Таблица 21. Темы для самостоятельного изучения.

	Темы
1.	Мировой рынок электроники. Рынок отечественной электроники.
2.	Закон Мура и тенденции развития электроники.
3.	Современное состояние отечественной и зарубежной электроники.
4.	Наиболее крупные электронные компании, работающие по технологии 22
5.	Современная литография

6.	Ионно-плазменные технологии
7.	Физические основы сверхпроводимости. Куперовские пары
8.	Теория сверхпроводимости. Теория Бардина - Купера - Шриффера
9.	Высокотемпературная полупроводниковая электроника
10.	Материалы высокотемпературной полупроводниковой электроники: карбид кремния, карбид титана, карбид бора и родственные материалы. Технологии получения. Электрофизические свойства
11.	Структура карбида кремния. Радиационная, механическая, химическая стойкость, теплопроводность, верхний предел рабочих температур для приборов на основе карбида кремния
12.	Приборы на основе карбида кремния
13.	Углеродные кластеры и их применение в нанoeлектронике
14.	Атомно - силовая микроскопия
15.	Сканирующая зондовая микроскопия
16.	Нанонаука как совокупность знаний о свойствах вещества в манометровом масштабе
17.	Наноматериалы, графен. Графеновый транзистор
18.	Наномеханические устройства
19.	Полупроводниковые гетеропереходы
20.	Конструкция и основные типы полупроводниковых лазеров
21.	Приборы нанoeлектроники
22.	Интеллектуальная силовая электроника
23.	Спутниковая, сотовая, мобильная и оптоволоконная связи

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Возможные методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

- устный опрос на занятиях;
- систематическая проверка выполнения индивидуальных заданий;
- защита отчётов по лабораторным работам;
- проведение контрольных работ;
- тестирование;
- контроль самостоятельных работ (в письменной или устной формах);
- контроль выполнения индивидуального задания на практику;
- контроль курсового проектирования и выполнения курсовых работ;
- иные виды, определяемые преподавателем.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

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