

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

Кафедра № 14

УТВЕРЖДАЮ  
 Руководитель программы  
 \_\_\_\_\_  
 к.т.н., доц.  
 (должность, уч. степень, звание)  
 В.Л. Оленев  
 \_\_\_\_\_  
 (инициалы, фамилия)  
 \_\_\_\_\_  
 (подпись)  
 «05» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектирование систем и сетей-на-кристалле»  
 (Наименование дисциплины)

Код научной специальности	2.3.2.
Наименование научной специальности	Вычислительные системы и их элементы
Наименование направленности (профиля) (при наличии)	
Год начала реализации программы	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

\_\_\_\_\_  
 (подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
 Е.А. Суворова  
 (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 14

«05» февраля 2026 г, протокол № 5

Заведующий кафедрой № 14

\_\_\_\_\_  
 к.т.н., доц.  
 (уч. степень, звание)

\_\_\_\_\_  
 (подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
 В.Л. Оленев  
 (инициалы, фамилия)

Ответственный за программу 2.3.2.

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

\_\_\_\_\_  
 (подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
 Е.А. Суворова  
 (инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

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

\_\_\_\_\_  
 (подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
 В.Е. Таратун  
 (инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Проектирование систем и сетей-на-кристалле» входит в состав программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.3.2. «Вычислительные системы и их элементы». Дисциплина реализуется кафедрой «№14».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением основных видов физических и математических моделей изделий электроники.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, СР.

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 - изучение основных видов физических и математических моделей изделий электроники.

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

1.3. В результате изучения дисциплины аспирант должен:

**знать:**

- основных видов физических и математических моделей изделий электроники

**уметь:**

- строить физические и математические модели изделий электроники

### 2. Место дисциплины в структуре программы

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных аспирантами.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют самостоятельное значение

### 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 1.

Таблица 1 – 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 (СР), 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 2.

Таблица 2 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	СРС (час)
Семестр 2			

Введение. Элементная база для проектирования аналоговых и смешанных блоков для ИС	1		7
Основы схемотехнического проектирования и моделирования аналоговых блоков с использованием современных САПР	2		7
Топологическое проектирование аналоговых блоков с использованием нанометровых кремниевых технологий в современных САПР	2		7
Верификация топологии аналоговых блоков с использованием современных САПР	2		8
Итого в семестре:	7		29
Итого	7	0	29

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении аспирантами 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 3.

Таблица 3 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	<b>Введение. Элементная база для проектирования аналоговых и смешанных блоков для ИС</b> Введение. Элементная база для проектирования аналоговых и смешанных блоков для ИС. Магнитная индукция и напряженность магнитного поля. Сила Лоренца и сила Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Кривая намагничивания. Магнитная проницаемость. Краевой поток и воздушный зазор в сердечнике. Влияние краевого потока на величину индуктивности. Основные материалы сердечников. Потери в сердечнике. Скин-эффект и эффект близости. Коэффициент заполнения окна, электрический режим, коэффициент геометрии. Законы теплообмена: кондукция, конвекция, излучение. Тепловое сопротивление.
<b>2</b>	<b>Основы схемотехнического проектирования и моделирования аналоговых блоков с использованием современных САПР</b> Основы схемотехнического проектирования и моделирования аналоговых блоков с использованием современных САПР.
<b>3</b>	<b>Топологическое проектирование аналоговых блоков с использованием нанометровых кремниевых технологий в современных САПР</b> Понятие технологической библиотеки проекта. Маршрут проектирования топологии аналогового блока. Топологические методы борьбы с шумами и помехами.
<b>4</b>	<b>Верификация топологии аналоговых блоков с использованием современных САПР</b> Понятие процедуры верификации топологии аналоговых блоков с использованием современных САПР. DRC, LVS-проверки. Процедура экстракции паразитных составляющих на примере топологии аналогового блока. Методы уменьшения паразитных составляющих, вносимых на этапе топологического проектирования.

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – 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 аспирантов

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 2, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	29	20
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (программы аспирантуры)	9	9
Всего:	29	29

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы аспирантов по дисциплине

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

#### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Зебрев, Г. И. Физические основы кремниевой наноэлектроники : учебное пособие / Г. И. Зебрев. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 243 с. — ISBN 978-5-00101-830-8	
	Муханин, Л. Г. Схемотехника измерительных устройств : учебное пособие / Л. Г. Муханин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 284 с. — ISBN 978- 5-8114-0843-6	
	Иванов, И. И. Электротехника и основы	

	электроники : учебник / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов. — 11-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 736 с. — ISBN 978-5-8114-0523-7	
	Скорняков, В. А. Общая электротехника и электроника : учебник / В. А. Скорняков, В. Я. Фролов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 176 с. — ISBN 978- 5-8114-4733-6	

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

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 7.

Таблица 7 – 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 8.

Таблица 8 – 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 9.

Таблица 9 – 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 10.

Таблица 10 – Состав материально-технической базы

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

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине приведен в таблице 11.

Таблица 11 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов

10.2. В качестве критериев оценки уровня освоения аспирантами дисциплины применяется 4-балльная шкала оценивания, которая приведена в таблице 12. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 12 – Критерии оценки уровня освоения дисциплины

Оценка	Характеристика уровня освоения дисциплины
4-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	– аспирант 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 по направлению подготовки/ специальности; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	– аспирант 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 по направлению подготовки/ специальности; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	– аспирант 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 по направлению подготовки/ специальности; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– аспирант не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении подготовки/ специальности; – 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 13.

Таблица 13 – Вопросы (задачи) для экзамена

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

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета
1	Элементная база для проектирования аналоговых и смешанных блоков для ИС
2	Магнитная индукция и напряженность магнитного поля
3	Сила Лоренца и сила Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа
4	Кривая намагничивания. Магнитная проницаемость
5	Краевой поток и воздушный зазор в сердечнике. Влияние краевого потока на величину индуктивности
6	Основные материалы сердечников. Потери в сердечнике
7	Коэффициент заполнения окна, электрический режим, коэффициент геометрии
8	Законы теплообмена: кондукция, конвекция, излучение
9	Тепловое сопротивление
10	Основы схемотехнического проектирования и моделирования аналоговых блоков
11	Понятие технологической библиотеки проекта. Маршрут проектирования топологии аналогового блока
12	Понятие процедуры верификации топологии аналоговых блоков с использованием современных САПР
13	Процедура экстракции паразитных составляющих на примере топологии аналогового блока
14	Методы уменьшения паразитных составляющих, вносимых на этапе топологического проектирования

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания уровня освоения дисциплины, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации аспирантов ГУАП.

## 11. Методические указания для аспирантов по освоению дисциплины

### 11.1. Методические указания для аспирантов 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 аспирантами 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, приходиться 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.

### 11.2. Методические указания для аспирантов по прохождению самостоятельной работы

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

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

### 11.3. Методические указания для аспирантов по прохождению текущего контроля успеваемости.

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

Возможные методы текущего контроля успеваемости аспирантов:

- устный опрос на занятиях;
- систематическая проверка выполнения индивидуальных заданий;
- защита отчетов по лабораторным работам;
- тестирование;
- контроль самостоятельных работ (в письменной или устной формах);
- иные виды, определяемые преподавателем.

### 11.4. Методические указания для аспирантов по прохождению промежуточной аттестации.

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

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

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