МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет
Кафедра радиофизики

Согласовано, декан ФФ
_____ Блинов В.Е.
подпись
«04» 04 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ В РАЗРАБОТКЕ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Направление подготовки **03.04.02 Физика**
Направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Направление подготовки **03.04.01 Прикладные математика и физика**
Направленность (профиль): **Космическое и специальное приборостроение**

Форма обучения **Очная**

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 (3)	72	32	12		6	18	2			2
Всего 72 часа / 2 зачетные единицы, из них: - контактная работа 48часов										
Компетенции ПК-1										

Руководитель программы
д.ф.-м.н. И. Б. Логашенко

Новосибирск, 2026

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы 3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу 4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий 5
5. Перечень учебной литературы 6
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся 7
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины 7
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине 7
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине 7
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине 8

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Дисциплина «Основные подходы в разработке электронных устройств космического назначения» имеет своей целью ознакомление с современными приборами космического назначения, а также подходами их проектирования.

Дисциплина «Основные подходы в разработке электронных устройств космического назначения» предназначена для обучения студентов-физиков основным методам и навыкам разработки приборов, применяющихся на современных космических аппаратах, а также подходов к их проверке.

Создание космических аппаратов для различных целей невозможно без использования различных подсистем, включающих следующие типы подсистем: подсистем платформы, подсистемы полезных нагрузок и др. Специфика современных космических аппаратов в большинстве задач не позволяет применить промышленно выпускаемые изделия. Несмотря на то, что космические аппараты используют отработанные технические решения, набор задач вынуждает делать аппаратуру штучного и мелкосерийного типа. Поэтому существует постоянная востребованность специалистов в области разработки электронной аппаратуры для космического применения.

Для достижения поставленной цели выделяются задачи курса:

- знакомство с физическими основами функционирования и практическими конструкциями различных электронных устройств космического назначения;
- изучение основных параметров живучести и стойкости к внешним воздействиям электронных устройств;
- изучение методов получения информации о космическом пространстве и состоянии космического аппарата;
- изучение методов обработки телеметрии космического аппарата;
- изучение подходов к проектирование автономной аппаратуры.

Дисциплина нацелена на формирование у обучающегося профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 (ОПОП 03.04.02 Физика) Способен использовать специализированные знания в области физики при решении поставленных задач в исследовательской деятельности в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	**ПК 1.1** Применяет специализированные знания в области физики при решении конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования. **ПК 1.2** Выбирает наиболее эффективные методы решения конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	**Знать**методы и способы постановки и решения задач для получения необходимых параметров при решении задач построения космических аппаратов, принципы действия, функциональные и метрологические возможности современной элементной базы для построения систем сбора телеметрии; возможности, методы и системы автоматизации получения и обработки данных телеметрии космических аппаратов; базовые разделы физики современных радиоэлектронных технологий: основные понятия, модели, законы и теории; теоретические и методологические основы физики современных радиоэлектронных технологий и способы их использования при решении научно-инновационных задач в области построения систем космического назначения.

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 (ОПОП 03.04.01 Прикладные математика и физика) Способен осваивать и применять специализированные знания в области физико-математических и (или) естественных наук в своей профессиональной деятельности.	**ПК 1.1** Применяет специализированные знания естественных и (или) физико-математических наук при решении поставленных задач в специализированной области своей профессиональной деятельности. **ПК 1.2** Применяет классические и новые знания при решении поставленных задач в специализированной области своей профессиональной деятельности.	**Уметь** самостоятельно ставить и решать конкретные физические и инженерные задачи для получения необходимых параметров при проектировании электронных приборов для космических аппаратов; применять полученную теоретическую базу для решения научно-инновационных задач в области проектирования электронных устройств. **Владеть** средствами верификации спроектированных систем: построение моделей разработанной аппаратуры, проектирование методик испытания для проверки основных параметров работы электронных устройств.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основные подходы в разработке электронных устройств космического назначения» реализуется в осеннем семестре 1-го курса для магистров, обучающихся по подготовки **03.04.02 Физика** и **03.04.01 Прикладные математика и физика**. Курс является одной из профессиональных дисциплин по выбору, реализуемых кафедрой радиофизики.

Студенты, приступающие к изучению этой дисциплины, должны иметь общую базовую подготовку в рамках программы первых четырех лет обучения в ВУЗе, в том числе:

– владеть математическим аппаратом линейной алгебры, математического анализа, теории функций комплексного переменного, дифференциальных уравнений.

– знать основы теории поля, электродинамики, электротехники и радиотехники, вакуумной техники, приборов и техники СВЧ-электроники, схемотехники.

Результаты освоения курса используются в следующих дисциплинах:

- Прецизионные системы питания ЭФУ;
- Микроконтроллеры;
- Практика и научно-исследовательская работа в НИИ и НГУ.

3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

Трудоёмкость дисциплины составляет: 2 зачётные единицы, 72 часа.

Форма промежуточной аттестации: 1 (3) семестр – экзамен.

№	Вид деятельности	Семестр
		1 (3)
1	Лекции, ч	32
2	Практические занятия, ч	12
3	Лабораторные занятия, ч	-
4	Занятия в контактной форме, ч из них	34
5	аудиторных занятий, ч	44
6	в электронной форме, ч	-
7	консультаций, час.	2
8	промежуточная аттестация, ч	2
9	Самостоятельная работа, час.	24
10	Всего, ч	72

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: лекции, самостоятельная работа студента и её контроль преподавателями с помощью заданий по подготовке докладов, консультация, экзамен.

Текущий контроль успеваемости: система контроля включает текущий (по ходу семестра) контроль освоения теоретического материала, выборочный опрос в начале каждой лекции.

На практических занятиях контроль осуществляется в ходе семестра путем заслушивания и обсуждения докладов.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий

Дисциплина «Основные подходы в разработке электронных устройств космического назначения» представляет собой полугодовой курс, читаемый на 3-ом курсе магистратуры физического факультета НГУ втретьем семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часа.

Первая половина каждой лекции выделяется на работу со студентами в интерактивной форме. Проводятся лекции-дискуссии по вопросам, выбираемым студентами (по одной из тем для самостоятельных докладов). Данный метод позволяет делиться опытом как преподавателю, так и самим студентам, у которых на момент слушания курса уже сформированы достаточные практические знания по темам либо непосредственно связанных с курсом лекций, либо близких к нему. Обсуждение по результатам доклада позволяет преподавателю привлекать внимание слушателей к наиболее важным вопросам темы, а также позволяет оценить качество усвоения изучаемого материала. Также использование двухсторонней подачи материала (от преподавателя студентам, так и от студентов – другим студентам) позволяет перейти от более простых тем к более сложным, без потери общей смысловой последовательности изложения курса.

Вторая половина лекций используется преподавателем для знакомства студентов с необходимыми по программе курса дисциплинами.

Практические занятия используются для самостоятельной работы студентов в моделирующими программами и технологическими образцами аппаратуры.

Работа с моделирующими программами и образцами позволяет закрепить пройденный материал на практике, интерактивно формировать вопросы преподавателю. Преподаватель демонстрирует инструменты и подходы к проверке электронных устройств без использования самих устройств.

Программа и содержание курса лекций (32 часа)

1. ***Введение (2 часа)***
2. ***Современные приборы космического назначения***
   - 2.1. История развития космических аппаратов.
   - 2.2. Обзор современных космических аппаратов.
   - 2.3. Классификация космических аппаратов.
   - 2.4. Обзор современных электронных приборов космического назначения.
3. ***Методология разработки космических приборов***
4. ***Параметры живучести и стойкости к внешним воздействиям электронных устройств космического назначения***
   - 4.1. Устойчивость к механическим воздействиям, их классификация.
   - 4.2. Устойчивость к электромагнитным полям, классификация воздействий электромагнитным полем.
   - 4.3. Термо- и термовакуумные испытания.

4.4. Способы защиты от внешних воздействий.

5. Полевая и кондуктивная ЭМС

5.1. Методика испытаний на ЭМС.

6. Механические испытания

6.1. Методика механических испытаний.

7. Устройство систем сбора телеметрии космического аппарата

7.1. Обзор способов сбора телеметрии космического аппарата.

7.2. Наземная обработка телеметрической информации.

7.3. Визуализация телеметрии.

Программа практических занятий (12 часов)

***1. Моделирование систем фильтрации кондуктивных помех питания электронных приборов* (2 часа)**

***2. Проектирование прототипа системы сбора телеметрии* (6 часа)**

***3. Визуализация информации прототипа системы сбора телеметрии* (4 часа)**

Самостоятельная работа студентов (6 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Изучение, повторение теоретического материала лекций в течении семестра	2
Подготовка темы доклада и изучение ее актуальности.	4

Темы для подготовки самостоятельных докладов

1. Кондуктивная ЭМС.
2. Полевая ЭМС.
3. Вибро и ударные испытания.
4. Современные космические интерфейсы связи.
5. Реализация циклограмм работы аппаратуры.
6. Общие подходы к проектированию аппаратуры.
7. Получение телеметрии космического аппарата.

План выполнения самостоятельных индивидуальных заданий (докладов):

1. Выбор темы и ее изучение. Точная в смысловом отношении формулировка темы уточняет проблему, очерчивает рамки исследования, конкретизирует основной замысел .

2. Выявление литературы по теме и ее изучение в контексте решаемой проблемы

3. Составление развернутого плана, который содержит общую характеристику предмета исследования, а также основные задачи, стоящие перед студентом. Он должен отражать очередность и логическую последовательность намеченных работ, а также наиболее существенные моменты каждого этапа исследования

4. Оформление результата в виде устного выступления с презентацией.

5. Перечень учебной литературы

1. *Седов В. М., Гайнутдинов Т. А.* Электромагнитные поля и волны. — М.: Горячая линия-Телеком, 2020. — 282 с. — ЭБС «Лань». (Доступна авторизованным пользователям НГУ в электронном виде через интегрированную ЭБС «Лань».)

2. *Селиванова З. М.* Интеллектуальные информационно-измерительные системы: учебное пособие. — Тамбов: ТГТУ, 2024. — 82 с. — ЭБС «Лань». (Доступна авторизованным пользователям НГУ в электронном виде через интегрированную ЭБС «Лань»)

3. *Мешков И.Н., Чириков Б.Н.Электромагнитное поле*. / Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2013г Ч. 1: Электричество и магнетизм, ISBN 978-5-93972-979-6 (60 экз.)

4. *Хоровиц П., Хилл У. Искусство* схемотехники / М.: Мир, 1993, ISBN 5-03-002336-4 (18 экз.)

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

Открытые источники:

1. Сборник Международной конференции "Решетневские чтения" 2009-2021 год https://reshetnev.sibsau.ru/page/materialy-konferentsii.

2. *Pelemeshko, A.,Styuf, A., Wide dynamic range 500 fA sensitivity current measurement instrument* / MATEC Web of Conferences, Tomsk, Russia, October 9-13, 2017. https://www.matec-conferences.org/articles/matecconf/pdf/2017/16/matecconf_se2017_01031.pdf

3. *A. Kozlov, A. Shilov*, Calibration setup with metrological support for space qualified electric field probe / MATEC Web of Conferences, Tomsk, Russia, April 26-28, 2018. https://www.matec-conferences.org/articles/matecconf/pdf/2018/17/matecconf_se2018_01022.pdf

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

– электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);

– образовательные интернет-порталы;

– информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используется.

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows, MS Office, Python 3.9.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации дисциплины «Основные подходы в разработке электронных устройств космического назначения» используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации. Есть возможность использования мультимедийного проектора, интернет-библиотек.

Реализация дисциплины в части лекционных занятий или промежуточной аттестации может осуществляется с применением электронного обучения (*на доступной платформе с ВКС),* где обучение проводится на виртуальных аналогах, позволяющим достигать запланированных результатов по дисциплине.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Основные подходы в разработке электронных устройств космического назначения»

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Система контроля включает текущий контроль освоения теоретического материала: выборочный опрос в начале каждой лекции.

Текущий контроль на практических занятиях: осуществляется в ходе семестра путем заслушивания и обсуждения докладов. Посещаемость учитывается при оценке текущей учебной деятельности:

- *Не менее 80% посещенных занятий - студент может претендовать на оценку «отлично».*
- *Не менее 60% посещенных занятий - студент может претендовать на оценку «хорошо».*
- *Не менее 40% посещенных занятий - студент может претендовать на оценку «удовлетворительно».*

Пропущенные по уважительным причинам занятия могут быть компенсированы выполнением дополнительных заданий по согласованию с преподавателем.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на экзамене. Экзамен проводится в конце семестра в экзаменационную сессию, по билетам, в устной форме. Экзаменационные вопросы охватывают весь объем лекционного курса.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ПК-1 сформирована не ниже порогового уровня в части, относящейся к формированию способности использовать специализированные знания в области знаний методов и способов постановки и решения задач создания высокочастотных систем ускорительных комплексов, физических, экспериментальных исследований и промышленных установок.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на экзамене. Экзамен проводится в конце семестра в экзаменационную сессию по билетам в устной форме. Каждый билет содержит два вопроса и одну задачу. Вопросы и задача в билете подбираются таким образом, чтобы можно было оценить уровень сформированности компетенции ПК-1.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Каждый вопрос билета оценивается от 0 до 5 баллов. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК-1 (ОПОП 03.04.02) **ПК 1.1** Применяет специализированные знания в области физики при решении конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования. **ПК 1.2** Выбирает наиболее эффективные методы решения конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	**Знать**методы и способы постановки и решения задач для получения необходимых параметров при решении задач построения космических аппаратов, принципы действия, функциональные и метрологические возможности современной элементной базы для построения систем сбора телеметрии; возможности, методы и системы автоматизации получения и обработки данных телеметрии космических аппаратов; базовые разделы физики современных радиоэлектронных технологий: основные понятия, модели, законы и теории; теоретические и методологические основы физики современных радиоэлектронных технологий и способы их использования при решении научно-инновационных задач в области построения систем космического назначения.	Опрос в начале каждой лекции, заслушивание доклада, экзамен
ПК-1 (ОПОП 03.04.01) **ПК 1.1** Применяет специализированные знания естественных и (или) физико-математических наук при решении поставленных задач в специализированной области своей профессиональной деятельности. **ПК 1.2** Применяет классические и новые знания при решении поставленных задач в специализированной области своей профессиональной деятельности.	**Уметь** самостоятельно ставить и решать конкретные физические и инженерные задачи для получения необходимых параметров при проектировании электронных приборов для космических аппаратов; применять полученную теоретическую базу для решения научно-инновационных задач в области проектирования электронных устройств. **Владеть** средствами верификации спроектированных систем: построение моделей разработанной аппаратуры, проектирование методик испытания для проверки основных параметров работы электронных устройств.	

10.2. Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Основные подходы в разработке электронных устройств космического назначения»

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Шкала оценивания
Индивидуальное задание:выполнено самостоятельно, материал изложен последовательно, продемонстрировано глубокое понимание темы, сформулированы обоснованные выводы. **Экзамен**: даны полные и развёрнутые ответы на вопросы билета, продемонстрировано системное понимание материала, корректное использование терминологии и способность самостоятельно анализировать технические решения. Практическая задача решена правильно, выбранный метод обоснован. На дополнительные вопросы даны аргументированные ответы. Допускаются отдельные несущественные неточности.	*Отлично*
Индивидуальное задание:выполнено самостоятельно, тема раскрыта, однако имеются отдельные недочёты в изложении или обосновании выводов. **Экзамен**: даны правильные ответы на основные вопросы билета, продемонстрировано понимание изученного материала и способность применять полученные знания. Допускаются отдельные неточности, не искажающие существа рассматриваемых вопросов. Практическая задача решена правильно либо содержит несущественные ошибки, исправляемые самостоятельно или после наводящих вопросов преподавателя.	*Хорошо*
Индивидуальное задание:выполнено, но тема раскрыта неполно, имеются недостатки в структуре изложения, аргументации или оформлении результатов. **Экзамен**:продемонстрировано знание основных понятий и принципов, однако ответы неполные, содержат неточности и требуют уточняющих вопросов преподавателя. Практическая задача решена частично либо с ошибками, при этом студент демонстрирует понимание основного метода решения и способен исправить принципиальные ошибки с помощью преподавателя.	*Удовлетворительно*
Индивидуальное задание:не выполнено, не представлено к защите либо его содержание не соответствует поставленной задаче и не демонстрирует освоения необходимых знаний. **Экзамен**:отсутствует понимание основных понятий и принципов дисциплины, ответы на вопросы билета не даны либо содержат грубые ошибки. Студент не способен применить базовые методы решения практической задачи даже при помощи преподавателя. На дополнительные вопросы принципиального характера правильные ответы не получены.	*Неудовлетворительно*

Примечание: Итоговая оценка определяется по результатам выполнения индивидуального задания и экзамена с учётом степени освоения теоретического материала, способности применять полученные знания при решении практических задач и самостоятельности выполнения работы.

10.3. Перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Основные подходы в разработке электронных устройств космического назначения»

1. Классификация современных приборы космического назначения.
2. Виды испытаний аппараты на устойчивость к внешним воздействиям.
3. Методология разработки приборов космического назначения.
4. Средства измерения параметров воздействия на аппаратуру.
5. Параметры живучести и стойкости к внешним воздействиям электронных устройств космического назначения.
6. Принципы конструирования приборов и устройств.
7. Полевая ЭМС.
8. Виды испытаний аппараты на эмиссию.
9. Кондуктивная ЭМС.
10. Обеспечение тепловых режимов радиоэлектронной аппаратуры.
11. Механические воздействия на аппаратуру.
12. Паразитная связь через электромагнитное излучение.

Пример экзаменационного билета

БИЛЕТ № 1

1. Классификация современных приборы космического назначения
2. Виды испытаний аппараты на устойчивость к внешним воздействиям