



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»**

УТВЕРЖДАЮ



Ректор

/ Ю.Ю. Михальчевский /

Ю.Ю. Михальчевский

2021 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Материаловедение радиоэлектронных систем

Специальность

**25.05.05 Эксплуатация воздушных судов и организация
воздушного движения**

Специализация

«Организация радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов»

Квалификация выпускника

инженер

Форма обучения

очная

Санкт-Петербург

2021

Целями освоения дисциплины «Материаловедение радиоэлектронных систем» является:

– формирование у студентов систематических знаний о свойствах и основных эксплуатационных требованиях к материалам радиоэлектронных систем ВС и физике явлений, происходящих в проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалах, а также перспективах совершенствования материалов для электронного оборудования.

- подготовка к осуществлению профессиональной деятельности в службах эксплуатации радиотехнического оборудования и связи.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к решению задач профессиональной деятельности эксплуатационно-технологического типа.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Материаловедение радиоэлектронных систем» представляет собой дисциплину, относящуюся к формируемой части Блока 1 Дисциплины (модули), относится к общеинженерным дисциплинам и требует от студентов знаний, умений и навыков по дисциплинам математического и естественнонаучного характера в объеме, определяемом соответствующими программами. Вопросы применения радиоэлектронных систем для целей навигации, посадки, связи и управления воздушным движением и конкретные типы этих систем изучаются в соответствующих специальных дисциплинах на последующих курсах.

Данная дисциплина базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Инженерная графика», «Высшая математика», «Информатика».

Дисциплина «Материаловедение радиоэлектронных систем» является обеспечивающей для дисциплин: «Физика».

Дисциплина изучается во 2 семестре.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Материаловедение радиоэлектронных систем» направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
ОПК-10	Способен использовать нормативные правовые документы в своей профессиональной деятельности
ИД ¹ _{ОПК10}	Ориентируется в условиях постоянного изменения правовой

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
	базы, содержащей нормативные правовые документы в сфере профессиональной деятельности
ИД ² _{ОПК10}	Соблюдает требования нормативных правовых документов при осуществлении профессиональной деятельности

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- условия постоянного изменения правовой базы, содержащей нормативные правовые документы в сфере профессиональной деятельности
- требования нормативных правовых документов при осуществлении профессиональной деятельности

Уметь:

- Ориентироваться в условиях постоянного изменения правовой базы, содержащей нормативные правовые документы в сфере профессиональной деятельности
- Соблюдать требования нормативных правовых документов при осуществлении профессиональной деятельности

Владеть:

- Методами и навыками ориентирования в условиях постоянного изменения правовой базы, содержащей нормативные правовые документы в сфере профессиональной деятельности
- Навыками соблюдения требований нормативных правовых документов при осуществлении профессиональной деятельности.

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестр
		2
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа	54,5	54,5
лекции	18	18
практические занятия	36	36
семинары	-	-
лабораторные работы	-	-
курсовой проект (работа)	4	4
Самостоятельная работа студента	45	45

Промежуточная аттестация	9	9
контактная работа	0,5	0,5
самостоятельная работа по подготовке к зачёту с оценкой	8,5	8,5

5 Содержание дисциплины

5.1 Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

Темы дисциплины	часов Количество	Компетенции	Образовательные технологии	средства Оценочные
		ОПК-10		
Тема 1. Физические основы радиоэлектронного материаловедения	10	+	ВК, ИЛ, ПЗ, СРС	У
Тема 2. Проводящие материалы	14	+	ИЛ, ПЗ, АКС, СРС	У, СЗ, РЗ К
Тема 3. Полупроводники	18	+	Л, ПЗ, ИЛ, СРС	У
Тема 4. Диэлектрики	15	+	ИЛ, ПЗ, СРС	У
Тема 5. Магнитные материалы	10	+	ИЛ, ПЗ, СРС	У
Тема 6. Пленочные технологии	10	+	ИЛ, ПЗ, СРС	У
Тема 7. Технологии подготовки и обработки полупроводниковых материалов	10	+	ИЛ, ПЗ, СРС	У
Тема 8. Материалы наноэлектроники: физические принципы, свойства, технологии	12	+	ИЛ, ПЗ, СРС	У
Итого по дисциплине:	99			

Темы дисциплины	часов Количество	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОПК-10		
Промежуточная аттестация	9			
Всего по дисциплине	108			

Сокращения: ИЛ – интерактивная лекция, ПЗ – практическое занятие, АКС – анализ конкретной ситуации, СЗ – ситуационная задача, РЗ – расчетная задача, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, У – устный опрос, К-контрольная работа.

5.2 Темы дисциплины и виды занятий

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего часов
Тема 1. Физические основы радиоэлектронного материаловедения	2	4	-	4	10
Тема 2. Проводящие материалы	2	4	-	8	14
Тема 3. Полупроводники	4	8	-	8	18
Тема 4. Диэлектрики	2	4	-	7	15
Тема 5. Магнитные материалы	2	4	-	4	10
Тема 6. Пленочные технологии	2	4	-	4	10
Тема 7. Технологии подготовки и обработки полупроводниковых материалов	2	4	-	4	10
Тема 8. Материалы нанoeлектроники: физические принципы, свойства, технологии	2	4	-	6	12
Итого за семестр	18	36	-	45	99
Промежуточная аттестация					9
Всего по дисциплине					108

Сокращения: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, СРС – самостоятельная работа студента, ЛР – лабораторные работы

5.3 Содержание дисциплины

Тема 1 Физические основы радиоэлектронного материаловедения

Основные типы взаимодействий между атомами. Виды химической связи в соединениях. Ионная связь. Ковалентная связь. Ван-дер-Ваальсова, или молекулярная, связь. Металлическая связь. Образование в твердом теле объемных разрешенных энергетических зон. Принцип Паули. Элементы зонной теории твердых тел. Влияние агрегатного состояния на электрические свойства веществ. Особенности строения твердых тел.

Тема 2 Проводящие материалы

Физическая природа электропроводности металлов. Зависимость электропроводности металлов от температуры. Электрические свойства металлических сплавов. Сопротивление проводников на высоких частотах. Сопротивление тонких металлических пленок. Размерный эффект. Контактные явления в металлах. Сверхпроводящие металлы и сплавы. Специальные сплавы. Сплавы для термопар. Сплавы для корпусов приборов. Припой. Неметаллические проводящие материалы

Тема 3 Полупроводники

Классификация полупроводниковых материалов. Собственные и примесные полупроводники. Температурная зависимость концентрации носителей заряда. Подвижность носителей заряда в полупроводниках. Электрофизические явления в полупроводниках. Фотопроводимость. Люминесценция. Термоэлектродвижущая сила. Эффект Холла. Эффект Ганна. Кремний. Германий. Полупроводниковые соединения.

Тема 4 Диэлектрики

Классификация и основные свойства диэлектриков. Электропроводность диэлектриков. Потери в диэлектриках. Пробой диэлектриков. Полимеры в электронной технике. Композиционные пластмассы и пластики. Электроизоляционные компаунды. Неорганические стекла. Ситаллы. Керамики. Активные диэлектрики. Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрики. Пироэлектрики. Пироэлектрический эффект. Электреты. Жидкие кристаллы.

Тема 5 Магнитные материалы

Классификация магнитных материалов. Магнитомягкие материалы. Магнитотвердые материалы.

Тема 6. Пленочные технологии

Методы получения тонких пленок. Термическое вакуумное напыление. Катодное вакуумное распыление. Ионно-плазменное распыление. Магнетронное распыление. Лазерное распыление. Эпионные технологии. Эпитаксиальные процессы в технологии материалов. электронной техники. Химические методы осаждения пленок.

Тема 7. Технологии подготовки и обработки полупроводниковых материалов

Резка полупроводниковых материалов. Шлифование и полирование полупроводниковых пластин. Химическая обработка поверхности полупроводников. Методы очистки поверхности. Фотолитография.

Тема 8. Материалы нанoeлектроники: физические принципы, свойства, технологии

Предпосылки перехода от микро- к нанoeлектронике. Понятие наноматериалов и их виды. Размерные эффекты. Внутренние размерные эффекты и их проявление. Изменение объемных свойств наноматериалов. Методы получения наноматериалов. Методы исследования и аттестации наноматериалов. Технологии получения, функциональные свойства и применение изделий нанoeлектроники. Материалы и устройства молекулярной электроники.

5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
1	Практическое занятие №1. Физические основы радиоэлектронного материаловедения Устный опрос.	4
2	Практическое занятие №2. Проводящие материалы Устный опрос.	4
3	Практическое занятие №3. Полупроводники Письменная контрольная работа	8
4	Практическое занятие №4. Диэлектрики Устный опрос.	4
5	Практическое занятие №5. Магнитные материалы Устный опрос.	4
6	Практическое занятие №6. Пленочные технологии Устный опрос.	4
7	Практическое занятие №7. Технологии подготовки и обработки полупроводниковых материалов Устный опрос.	4
8	Практическое занятие №8. Материалы нанoeлектроники: физические принципы, свойства, технологии. Устный опрос.	4
Итого по дисциплине:		36

5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

5.6. Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (часы)
1	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала. [1-22] Физические основы радиоэлектронного материаловедения. Самостоятельный поиск, анализ информации и проработка дополнительного учебного материала по изучаемой теме: - подготовка к устному опросу (перечень типовых вопросов для текущего контроля в п. 9.6); - подготовка дополнительных вопросов для использования в устном опросе по изучаемой теме.	4
2	Проводящие материалы. Изучение теоретического материала. [1-22] Самостоятельный поиск, анализ информации и проработка дополнительного учебного материала по изучаемой теме: - подготовка к устному опросу (перечень типовых вопросов для текущего контроля в п. 9.6); - подготовка дополнительных вопросов для использования в устном опросе по изучаемой теме; - подготовка к решению расчётных и ситуационных задач. - подготовка к контрольной работе.	8
3	Полупроводники. Изучение теоретического материала. [1-22] Самостоятельный поиск, анализ информации и проработка дополнительного учебного материала по изучаемой теме: - подготовка к устному опросу (перечень типовых вопросов для текущего контроля в п. 9.6); - подготовка дополнительных вопросов для использования в устном опросе по изучаемой теме.	8
4	Диэлектрики. Изучение теоретического материала. [1-22] Самостоятельный поиск, анализ информации и	7

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (часы)
	проработка дополнительного учебного материала по изучаемой теме: - подготовка к устному опросу (перечень типовых вопросов для текущего контроля в п. 9.6); - подготовка дополнительных вопросов для использования в устном опросе по изучаемой теме.	
5	Магнитные материалы. Изучение теоретического материала. [1-22] Самостоятельный поиск, анализ информации и проработка дополнительного учебного материала по изучаемой теме: - подготовка к устному опросу (перечень типовых вопросов для текущего контроля в п. 9.6); - подготовка дополнительных вопросов для использования в устном опросе по изучаемой теме.	4
6	Пленочные технологии. Изучение теоретического материала. [1-22] Самостоятельный поиск, анализ информации и проработка дополнительного учебного материала по изучаемой теме: - подготовка к устному опросу (перечень типовых вопросов для текущего контроля в п. 9.6); - подготовка дополнительных вопросов для использования в устном опросе по изучаемой теме.	4
7	Технологии подготовки и обработки. Изучение теоретического материала. [1-22] Самостоятельный поиск, анализ информации и проработка дополнительного учебного материала по изучаемой теме: - подготовка к устному опросу (перечень типовых вопросов для текущего контроля в п. 9.6); - подготовка дополнительных вопросов для использования в устном опросе по изучаемой теме.	4
8	Материалы нанoeлектроники: физические принципы, свойства, технологии. Изучение теоретического материала. [1-22] Самостоятельный поиск, анализ информации и проработка дополнительного учебного материала по изучаемой теме: - подготовка к устному опросу (перечень типовых	6

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (часы)
	вопросов для текущего контроля в п. 9.6); - подготовка дополнительных вопросов для использования в устном опросе по изучаемой теме.	
Итого по дисциплине:		45

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1 Материалы современной электроники : [учеб. пособие] / В. Ф. Марков, Х. Н. Мухамедзянов, Л. Н. Маскаева ; [под общ. ред. В. Ф. Маркова] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 272 с. ISBN 978-5-7996-1186-6 Режим доступа: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/28841/1/978-5-7996-1186-6_2014.pdf свободный доступ (дата входа 20.01.2021).

2 Иванов Д.А. Получение заготовок и деталей из авиационных материалов пластическим деформированием: Учеб.пособ. для вузов. Допущ.УМО [Текст] / Д. А. Иванов. - СПб.: ГУГА, 2017. - 98с. (ISBN отсутствует)100 экз.

3 Иванов Д.А. Получение авиационных материалов: Учеб.пособ. для вузов. Допущ.УМО [Текст] / Д. А. Иванов. - СПб.: ГУГА, 2018. - 134с. - ISBN 978-5-6041020-8-4. 70 экз.

4 Фетисов Г.П. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ В 2 Т 7-е изд., пер. и доп. Учебник для академического бакалавриата. СПб.: Юрайт, 2016 г. – 774 с. ISBN: 978-5-9916-6608-4. Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/materialovedenie-i-tehnologiya-materialov-v-2-t-389495#page/1> свободный доступ (дата входа 20.01.2021).

б) дополнительная литература:

5 Авиационные материалы и их обработка. /Под ред. А. И. Калашникова.М.: Машиностроение, 1979.(ISBN отсутствует), 72 экз.

6 Орлов К. Я., Пархимович В. А. Авиационные материалы. – М.: Транспорт, 1993. (ISBN 5-277-01697-X) 51 экз.

7 Медведева В. Д. Авиационные материалы. СПб, ОЛАГА, 1985.

8 Авиационные материаловедение: Неметаллические материалы. [Учеб. пособие для вузов гражданской авиации] / П. В. Назаренко. - Киев: КИИГА, 1984. - 68 с (ISBN отсутствует)

9 Материаловедение и технология металлов: Учебник для ВУЗов по машиностроительным специальностям / Авиационные материаловедение: Неметал. материалы. [Учеб. пособие для вузов гражд. авиации] / П. В.

Назаренко. - Киев: КИИГА, 1984. - 68 с. – М.: Высшая школа, 2000. – 637с.: ил. (ISBN отсутствует)

10 Материаловедение и технология металлов Год выпуска: 2001 Автор: Фетисов Г.П., Карпман М.Г., В.М. Матюнин и др. Жанр: Материаловедение и технология металлов Издательство: Высшая школа, 2000.637 с., (ISBN: 5-06-003616-2) 53 экз.

11 Арзамасов В.Б., Волчков А.Н., Головин В.А. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Учебник. под ред. Арзамасова В.Б., Черепяхина А.А. М. Академия 2007г. 448 с. (ISBN: 978-5-7695-4186-5 / 9785769541865), 75 экз.

12 Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И., Войткун Ф. Материаловедение: Учебник для вузов/Под общей ред. проф. д.т.н. Ю.П. Солнцева. М.: МИСИС, 2007. – 600 с.(ISBN:5-93808-131-9), 100 экз.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

13 В качестве Интернет-ресурсов можно использовать электронные библиотеки ведущих учебных заведений. Адреса сайтов представлены ниже.

14 [Электронный ресурс]/Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/> открытый доступ

15 [Электронный ресурс]/Режим доступа: <http://www.oglibrary.ru/> открытый доступ , 20.01.2021

16 [Электронный ресурс]/Режим доступа: <http://www.oglib.ru/> открытый доступ , 20.01.2021

17 [Электронный ресурс]/Режим доступа: <http://www.mashin.ru/jurnal/> открытый доступ , 20.01.2021

18 [Электронный ресурс]/Режим доступа: <http://www.materialscience.ru/> открытый доступ , 20.01.2021

19 [Электронный ресурс]/Режим доступа:<http://www.lib.misis.ru/> открытый доступ , 20.01.2021

г) программное обеспечение (лицензионное и свободно распространяемое), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

20 Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, свободный (дата обращения: 27.01.2021).

21 Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный (дата обращения: 27.01.2021).

22 Онлайн переводчик [Электронный ресурс]/Режим доступа: www.lingvo.ru свободный (дата обращения: 27.01.2021).

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

В лаборатории (аудитория 14) имеются анализатор сигналов МИК-300М, мультимедийный проектор, видеофильмы по вибродиагностике и методам НК.

Стенд двигателей (МИС). Материалы на CD по методам неразрушающего контроля, дефектоскопы для неразрушающего контроля материалов.

Экспериментальный стенд на базе авиационных двигателей АИ-25 и АИ-9 – расположен в корпусе на МИСе (СПб, ул. Пилотов, 44);

Лекции и практические задания в электронном и печатном виде по каждому предмету, а также сопутствующие дополнительные материалы, необходимые для подготовки проведения учебных занятий находятся на кафедре 24 «Авиационной техники и диагностики».

Для обеспечения учебного процесса в аудиториях лабораторного корпуса №360, 364, 367 и в аудиториях учебно-экспериментального корпуса имеются мультимедийные комплексы (ноутбук, проектор, мобильный экран), плакаты, чертежи разрезом двигателей АИ-25, Д-30, Д-36, ТВ2-117, ТВ3-117, ТВ7-117, ПС-90А, CFM56-5B; SaM-146 и натурные макеты авиационных газотурбинных двигателей АИ-25, НК8-2У, Д-36, ТВ2-117, ТВ3-117.

Аудитории кафедры № 24 «Авиационной техники и диагностики» СПбГУ ГА, оборудованы для проведения практических работ средствами оргтехники с выходом в Интернет.

Материалы INTERNET, мультимедийные курсы, оформленные с помощью Microsoft Power Point, используются при проведении лекционных и практических занятий.

Ауд.360, 364, 367 имеют мультимедиа проекторы PLC-XU58.

Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
Авиационная техника	Аудитория 360	Комплект учебной мебели - 30 шт. Экран ProjectaProStar 183*240см MatteWhiteСнаштативе Доска двойная Проектор AcerX1261 P (1024x768, 3700:1,+/-40 28Db Lamp:4000HRS Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный) Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный)	Adobe Acrobat Reader DC (freeware) Kaspersky Endpoint Security 10 (лицензия № 0AFE-180731-132011-783-1390) Microsoft Office Профессиональный плюс 2007 (лицензия № 43471843 от 07
	Аудитория 364	Комплект учебной мебели – 20 шт. Доска двойная Макет авиадвигателя НК 82У Нервюры крыла Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6	

		AMD (черный) Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный)	
	МИС (Моторно-испытательная станция) (Учебно-производственные мастерские: 196210, СПб, Пилотов, 44 корпус 1, литера Д)	Авиадвигатель АИ-25 Вертолетный двигатель ТВ2-117 Редуктор для стенда 2 штуки; блок преобразователя; Металлоконструкция для стендов турбовального двигателя Выпрямитель электрического тока с параметрами 28 в, 600 а; или аэродромный выпрямитель АВ-2МБ Монитор 17" Acer AL 1716 As - 2 шт. Дрель ударная MAKITA 650вт Машина отрезная угловая MAKITA 2000вт Сварочный аппарат TELVIN-NORDICA 230В Станок сверлильный STERN 350 Вт Точило STERN 350 Вт Верстак столярный - 9 шт. Вибростенд ВЭДС-100 Вольтметр универсальный В-7-35 Изделие АИ-9 Измеритель вибрации ИВ-300 Комбинированный прибор ГЦ 4311 Макет учебный ТВ-2-117 (в разрезе) Многофункциональная информ управ система Модуль С 5-125 Преобразователь сварочный (2шт.) Преобразователь Ф 723/1 Преобразователь ЦАНТ 5-3/10 Преобразователь ЦАНТ-5-14/2 Преобразователь ЦВ-2-1 Сдвоенная измерительная	

		аппаратура 2ИА-1А Станок токарный Стартер генератора СТУ-12Т установка д \ лабораторных работ № 1 установка для лабораторных работ № 2 Установка дозвуковое сопло Установка на базе двигателя АИ - 25 Установка на базе двигателя ТА-6 Тиски - 10 шт. Тиски слесарные - 10 шт. Штанген циркуль - 5 шт. Вертикальные жалюзи Л персик, к №367 кронштейн 7,5 размер 2,700*2,200 - 5 шт. Монитор LG ЛК-10055 - 2 шт. Монитор СТХ №02780 Системный компьютерный блок LG - 2 шт. Системный компьютерный блок 10476 Проектор BENQ - 2 шт. Принтер HPHEWLETTPACKARD 11311 Сканер Epson Доска - 3 шт. Экран Dinop - 2 шт. Стол для преподавателя - 2 шт. Парты со скамьей - 47 шт. Стулья - 4 шт. Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный) Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный)	
--	--	---	--

8 Образовательные и информационные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Материаловедение радиоэлектронных систем» используются классические формы и методы обучения: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента.

В рамках изучения дисциплины предполагается использовать следующие образовательные технологии.

Входной контроль предназначен для выявления уровня усвоения компетенций обучающимся, необходимых перед изучением дисциплины. Входной контроль осуществляется по вопросам, на которых базируется читаемая дисциплина. или темам изучаемой дисциплины.

Интерактивная лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. Лекция предназначена для изучения конструкции и технической эксплуатации систем воздушных судов и авиационных двигателей. На лекции концентрируется внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируется их активная познавательная деятельность.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, который сопровождается одновременной демонстрацией слайдов, созданных в среде PowerPoint, при необходимости привлекаются открытые Интернет-ресурсы, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные материалы.

По темам 1-8 проводятся интерактивные лекции в форме проблемных лекций в общем количестве 18 часов. В ходе проблемной лекции преподаватель включает в процесс изложения материала серию проблемных вопросов. Как правило, это сложные, ключевые для темы вопросы. Студенты приглашаются для размышлений и поиску ответов на них по мере их постановки. Типовая структура проблемной лекции включает: создание проблемной ситуации через постановку учебной проблемы; конкретизацию этой проблемы, выдвижение гипотез по ее решению; мысленный эксперимент по проверке выдвинутых гипотез; проверку сформулированных гипотез, подбор аргументов и фактов для их подтверждения; формулировку выводов; подведение к новым противоречиям или перспективам изучения последующего материала; вопросы для обратной связи, помогающие корректировать умственную деятельность студентов на лекции. В ходе проблемной лекции проводится дискуссия по актуальным вопросам, в том числе по теме 2 с использованием образовательной технологии – анализ конкретной ситуации на основе решения профессиональных ситуационных задач.

Рассматриваемые в рамках практического занятия примеры и проблемы, проводимые устные опросы и контрольные работы имеют профессиональную направленность и содержат элементы, необходимые для формирования компетенций в рамках подготовки обучающихся.

Практические занятия по дисциплине проводятся в соответствии с учебно-тематическим планом по отдельным группам. Цель практических занятий закрепить теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы, а также приобрести знания в конструкции систем воздушных судов и авиационных двигателей. Практическое занятие предназначено для более глубокого освоения и анализа тем, изучаемых в рамках данной дисциплины.

Практические задания выполняются в целях практического закрепления теоретического материала, излагаемого на лекции, отработки навыков использования пройденного материала. Выполнение практического задания предполагает исследование актуальных проблем в сфере технической эксплуатации и обслуживания систем воздушных судов и авиационных двигателей.

Рассматриваемые в рамках практического занятия примеры и проблемы, проводимые устные опросы и контрольные работы имеют профессиональную направленность и содержат элементы, необходимые для формирования компетенций в рамках подготовки обучающихся.

Практические занятия проводятся с использованием предназначены для закрепления полученных знаний, а также выработки необходимых умений и навыков в ходе решения расчетных и ситуационных задач профессиональной деятельности.

Главной целью практического занятия является индивидуальная, практическая работа каждого обучающегося, направленная на формирование у него компетенций, определенных в рамках дисциплины «Материаловедение радиоэлектронных систем».

Таким образом, лекции и практические занятия по дисциплине «Материаловедение радиоэлектронных систем» являются составляющими практической подготовки обучающихся, так как предусматривают их участие в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Самостоятельная работа студента (обучающегося) является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирование навыка самостоятельного приобретения знаний по некоторым не особо сложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, самостоятельная работа со справочниками, периодическими изданиями и научно-популярной литературой, в том числе находящимися в глобальных компьютерных сетях. Самостоятельная работа подразумевает выполнение учебных заданий. Все задания, выносимые на самостоятельную работу, выполняются студентом либо в конспекте, либо на отдельных листах формата А4 (по указанию преподавателя). Контроль выполнения заданий, выносимых на самостоятельную работу, осуществляет преподаватель.

9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Фонд оценочных средств по дисциплине «Материаловедение радиоэлектронных систем» предназначен для выявления и оценки уровня и качества знаний студентов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде зачета в четвертом и пятом семестрах, также экзамена в шестом семестре.

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает: устные опросы, расчетные задачи, ситуационные задачи, контрольную работу. Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам входного контроля, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде зачёта с оценкой.

Текущий контроль успеваемости обучающихся включает устные опросы.

Устный опрос (контрольная работа) проводится с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся.

Письменная контрольная работа (включает ситуационные и расчетные задачи):

«зачтено»: работа зачитывается в том случае, если задание выполнено полностью, в соответствии с поставленными требованиями и сделаны необходимые выводы;

Аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачёта с оценкой во 2 семестре. Зачёт с оценкой позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины. К моменту сдачи зачёта с оценкой должны быть благополучно пройдены предыдущие формы контроля. Методика формирования результирующей оценки в обязательном порядке учитывает активность студентов на занятиях, посещаемость занятий, оценки за практические работы.

Зачет с оценкой предполагает устный ответ на 1 теоретический вопрос, решение расчетной/логической задачи и решение ситуационной задачи из перечня типовых вопросов и задач п.9.6.

9.1. Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов

Не применяется.

9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Результаты текущего контроля (устный опрос) оцениваются по двухбалльной системе: «зачтено» / «не зачтено».

Устный опрос (контрольная работа) в начале лекции или практического занятия по теме предыдущего занятия оценивается положительно в том случае, если обучающийся четко и ясно, по существу дает ответ на поставленный вопрос, или же не сразу дал верный ответ, но смог дать его правильно при помощи ответов на наводящие вопросы.

На момент зачёта с оценкой студент должен получить «зачтено» за участие в устных опросах по крайней мере на 50 % лекционных занятий.

Письменная контрольная работа:

«зачтено»: работа зачитывается в том случае, если задание выполнено полностью, в соответствии с поставленными требованиями и сделаны необходимые выводы;

«не зачтено»: работа не зачитывается в том случае, если обучающийся не выполнил задания, или результат выполнения задания не соответствует поставленным требованиям, а в заданиях и (или) ответах имеются существенные ошибки.

Решение расчетных задач оценивается:

«зачтено»: обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, анализирует и дает обоснованную оценку полученных результатов;

«не зачтено»: обучающийся отказывается от выполнения задачи или не способен ее решить самостоятельно, а также с помощью преподавателя.

Решение ситуационных задач оценивается:

«зачтено»: обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку по итогу решения;

«не зачтено»: обучающийся отказывается от выполнения задачи или не способен ее решить самостоятельно, а также с помощью преподавателя, а также проанализировать, обосновать и оценить полученные результаты.

9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине

Учебным планом курсовая работа не предусмотрена.

9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам

Информатика

1. Системное и служебное программное обеспечение
2. Технические средства реализации информационных процессов
3. Кодирование различных типов данных
4. Информатика и информация

Инженерная графика

1. Соединение деталей. Изображение изделий
2. Виды проецирования. Комплексный чертеж точки, прямой, плоскости
3. Проекционные изображения на чертежах. Сечения и разрезы
4. Соединение деталей. Изображение изделий

Высшая математика

1. Теория вероятностей
2. Математическая статистика
3. Элементы линейной алгебры
4. Элементы векторной алгебры

9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
I этап		
ОПК-10	ИД ¹ _{ОПК10} ИД ² _{ОПК10}	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – условия постоянного изменения правовой базы, содержащей нормативные правовые документы в сфере профессиональной деятельности – требования нормативных правовых документов при осуществлении профессиональной деятельности <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Соблюдать требования нормативных правовых документов при осуществлении профессиональной деятельности
II этап		
ОПК-10	ИД ¹ _{ОПК10} ИД ² _{ОПК10}	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ориентироваться в условиях постоянного изменения правовой базы, содержащей нормативные правовые документы в сфере профессиональной деятельности <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Методами и навыками ориентирования в условиях постоянного изменения правовой базы, содержащей нормативные правовые документы в сфере профессиональной деятельности – Навыками соблюдения требований нормативных правовых документов при осуществлении профессиональной деятельности.

Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации.

Для зачета с оценкой в 2 семестре:

«Отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемой компетенции и умение уверенно применять их на практике при решении задач, свободное и правильное обоснование принятых решений. Отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами.

При решении расчетной задачи обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку итогам решения.

При решении ситуационной задачи обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, использует методы имитационного и численного моделирования, дает обоснованную оценку итогам решения и их связи с соответствующим теоретическим материалом.

«Хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задачи некоторые неточности, хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи, но не всегда делает это самостоятельно без помощи преподавателя.

При решении расчетной задачи обучающийся при незначительной помощи преподавателя правильно решает задачу, дает обоснованную оценку итогам решения.

При решении ситуационной задачи обучающийся при незначительной помощи преподавателя правильно решает задачу, использует методы имитационного и численного моделирования, дает достаточно полную оценку итогам решения и их связи с соответствующим теоретическим материалом.

«Удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы в рамках заданной компетенции, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. Отвечает только на конкретный вопрос, соединяет знания из разных разделов курса только при наводящих вопросах преподавателя.

При решении расчетной задачи обучающемуся требуется неоднократная помощь преподавателя, при этом задача решается не полностью.

При решении ситуационной задачи обучающемуся требуется неоднократная помощь преподавателя, методы имитационного и численного моделирования используются неуверенно и только после подсказок преподавателя, оценка итогов решения и их связи с соответствующим теоретическим материалом является неполной.

«Неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины в рамках компетенций, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач. Не раскрыты глубина и полнота при ответах.

Расчетная задача не решена даже при помощи преподавателя.

Ситуационная задача не решена даже при помощи преподавателя.

9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Примерный перечень типовых вопросов для текущего контроля в форме устного опроса

Тема 1 Физические основы радиоэлектронного материаловедения

Вопросы

- 1 Основные типы взаимодействий между атомами.
- 2 Виды химической связи в соединениях.
- 3 Ионная связь.

Тема 2 Проводящие материалы

Вопросы

- 1 Физическая природа электропроводности металлов.
- 2 Зависимость электропроводности металлов от температуры.
- 3 Сопротивление проводников на высоких частотах.

Тема 3 Полупроводники

Вопросы

- 1 Классификация полупроводниковых материалов.
- 2 Собственные и примесные полупроводники.
- 3 Температурная зависимость концентрации носителей заряда.

Тема 4 Диэлектрики

Вопросы

- 1 Классификация и основные свойства диэлектриков.
- 2 Электропроводность диэлектриков.
- 3 Потери в диэлектриках.

Тема 5 Магнитные материалы

Вопросы

- 1 Классификация магнитных материалов.
- 2 Магнитомягкие материалы.
- 3 Магнитотвердые материалы.

Тема 6. Пленочные технологии

Вопросы

- 1 Методы получения тонких пленок.
- 2 Термическое вакуумное напыление.
- 3 Катодное вакуумное распыление.

Тема 7. Технологии подготовки и обработки полупроводниковых материалов

Вопросы

- 1 Химическая обработка поверхности полупроводников.
- 2 Методы очистки поверхности.
- 3 Фотолитография.

Тема 8. Материалы нанoeлектроники: физические принципы, свойства, технологии

Вопросы

- 1 Предпосылки перехода от микро- к нанoeлектронике.
- 2 Понятие наноматериалов и их виды.
- 3 Изменение объемных свойств наноматериалов.

Перечень типовых вопросов для контрольной работы

Ступенчатый сплошной цилиндр из токопроводящего материала растягивается возрастающей силой. Общая длина цилиндра 300мм. Диаметры ступеней 30 и 40мм. До какой величины можно поднять растягивающую силу, чтобы после снятия нагрузки не возникло остаточного удлинения? Как при такой растягивающей силе распределятся по ступеням напряжения? Каким окажется относительное удлинение ступени диаметром 40 мм?

Перечень типовых расчетных задач для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации в форме зачета с оценкой

Задача 1. Алюминиевый цилиндр диаметром 20 мм растягивается до разрыва. При каком уровне разрывного усилия произойдет разрыв?

Задача 2. Медный цилиндр диаметром 20 мм растягивается до потери упругости. При каком удлинении это произойдет?

Задача 3. Две цилиндрических детали одна из алюминия, а другая из меди, имеющие одну горизонтальную геометрическую ось, длиной по 100мм и диаметром по 40 мм, ограничены неподвижными опорами с обеих сторон. Насколько можно эти детали синхронно нагреть, чтобы, напрягаясь при нагревании одна из них вышла за пределы упругого состояния.

Перечень типовых ситуационных задач для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации в форме зачета с оценкой

Задача 1. Стальной стержень длиной 100 м. имеющий явный дефект, подвергают продольному удару создавая в нём продольную волну. Через некоторое время продольная волна, возникшая при ударе и отразившаяся от противоположного конца стержня, возвратится к месту удара. Оценить время задержки прихода отражения. На основании каких данных можно определить положение дефекта и как это сделать. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

Задача 2. Цилиндрическая деталь, прогретая насквозь до высокой температуры, охлаждается в воде и, благодаря возникшей неравномерности распределения температур, разные части детали охлаждаются с разными скоростями. Толщина неравномерно охлаждённого слоя нарастает. Требуется, учитывая температурные удлинения охлаждаемого металла оценить качественную, послойную картину распределения напряжений в материале детали и описать динамику их изменений по мере охлаждения и выравнивания температуры. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

Контрольные вопросы промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

1. Основные типы взаимодействий между атомами.
2. Виды химической связи в соединениях.
3. Ионная связь.
4. Ковалентная связь.
5. Ван-дер-Ваальсова, или молекулярная, связь.
6. Металлическая связь.
7. Образование в твердом теле объемных разрешенных энергетических зон.
8. Принцип Паули.
9. Элементы зонной теории твердых тел.
10. Влияние агрегатного состояния на электрические свойства веществ.
11. Особенности строения твердых тел.
12. Физическая природа электропроводности металлов.
13. Зависимость электропроводности металлов от температуры.
14. Электрические свойства металлических сплавов.
15. Сопротивление проводников на высоких частотах.
16. Сопротивление тонких металлических пленок.
17. Размерный эффект.
18. Контактные явления в металлах.
19. Сверхпроводящие металлы и сплавы.
20. Специальные сплавы.
21. Сплавы для термопар.
22. Сплавы для корпусов приборов.
23. Припой.
24. Неметаллические проводящие материалы.
25. Классификация полупроводниковых материалов.
26. Собственные и примесные полупроводники.
27. Температурная зависимость концентрации носителей заряда.
28. Подвижность носителей заряда в полупроводниках.
29. Электрофизические явления в полупроводниках.
30. Фотопроводимость.
31. Люминесценция.
32. Термоэлектродвижущая сила.

- 33.Эффект Холла.
- 34.Эффект Ганна.
- 35.Кремний.
- 36.Германий.
- 37.Полупроводниковые соединения.
- 38.Классификация и основные свойства диэлектриков.
- 39.Электропроводность диэлектриков.
- 40.Потери в диэлектриках.
- 41.Пробой диэлектриков.
- 42.Полимеры в электронной технике.
- 43.Композиционные пластмассы и пластики.
- 44.Электроизоляционные компаунды.
- 45.Неорганические стекла.
- 46.Ситаллы.
- 47.Керамики.
- 48.Активные диэлектрики.
- 49.Сегнетоэлектрики.
- 50.Пьезоэлектрики.
- 51.Пироэлектрики.
- 52.Пироэлектрический эффект.
- 53.Электреты.
- 54.Жидкие кристаллы.
- 55.Классификация магнитных материалов.
- 56.Магнитомягкие материалы.
- 57.Магнитотвердые материалы.
- 58.Методы получения тонких пленок.
- 59.Термическое вакуумное напыление.
- 60.Катодное вакуумное распыление.
- 61.Ионно-плазменное распыление.
- 62.Магнетронное распыление.
- 63.Лазерное распыление.
- 64.Эпионные технологии.
- 65.Эпитаксиальные процессы в технологии материалов электронной техники.
- 66.Химические методы осаждения пленок.
- 67.Резка полупроводниковых материалов.
- 68.Шлифование и полирование полупроводниковых пластин.
- 69.Химическая обработка поверхности полупроводников.
- 70.Методы очистки поверхности.
- 71.Фотолитография.
- 72.Предпосылки перехода от микро- к наноэлектронике.
- 73.Понятие наноматериалов и их виды.
- 74.Размерные эффекты.
- 75.Внутренние размерные эффекты и их проявление.

- 76.Изменение объемных свойств наноматериалов.
- 77.Методы получения наноматериалов.
- 78.Методы исследования и аттестации наноматериалов.
- 79.Технологии получения, функциональные свойства и применение изделий наноэлектроники.
- 80.Материалы и устройства молекулярной электроники.

10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины «Материаловедение радиоэлектронных систем» обучающимися организуется в следующих формах: интерактивные лекции, практические занятия под руководством преподавателя и самостоятельная работа студентов.

Изучение каждого раздела рекомендуется начинать с анализа общей его структуры и круга рассматриваемых вопросов, затем перейти к изучению материала по темам.

При изучении всех разделов основное внимание следует уделить выяснению физической сущности явления, нельзя ограничиваться лишь его описанием. Важно обеспечить прикладной характер изучаемых вопросов, обеспечивая непосредственное использование выводов и законов применительно к процессам, протекающим в авиационных двигателях.

Интерактивная лекция – основная форма систематического, последовательного устного изложения учебного материала. Чтение лекций, как правило, осуществляется наиболее профессионально подготовленными преподавателями университета. Основными задачами лекций являются:

- ознакомление обучающихся с целями, задачами и структурой изучаемой дисциплины, ее местом в системе наук и связями с другими дисциплинами;
- краткое, но по существу, изложение комплекса основных научных понятий, подходов, методов, принципов данной дисциплины;
- краткое изложение наиболее существенных положений, раскрытие особенно сложных, актуальных вопросов, освещение дискуссионных проблем;
- определение перспективных направлений дальнейшего развития научного знания в данной области.

Интерактивные лекции проводятся в форме проблемных лекций. В ходе проблемной лекции преподаватель включает в процесс изложения материала серию проблемных вопросов. Как правило, это сложные, ключевые для темы вопросы. Студенты приглашаются для размышлений и поиску ответов на них по мере их постановки. Типовая структура проблемной лекции включает: создание проблемной ситуации через постановку учебной проблемы; конкретизацию этой проблемы, выдвижение гипотез по ее решению; мысленный эксперимент по проверке выдвинутых гипотез; проверку сформулированных гипотез, подбор аргументов и фактов для их

подтверждения; формулировку выводов; подведение к новым противоречиям или перспективам изучения последующего материала; вопросы для обратной связи, помогающие корректировать умственную деятельность студентов на лекции. В ходе проблемной лекции проводится дискуссия по актуальным вопросам.

На лекциях рассматриваются наиболее важные вопросы, фундаментальные законы, требующие глубокой проработки вопросов, связанных с изучением на уровне современных знаний.

Практические занятия проводятся в целях изучения нового материала, а также в целях углубления и закрепления студентами полученных знаний на лекциях, увязки теории с практикой.

Практические занятия по дисциплине «Материаловедение радиоэлектронных систем» проводятся в соответствии с учебно-тематическим планом по отдельным группам. Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные студентами на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы, а также приобрести практические навыки в области мониторинга, устранения неисправностей и технического обслуживания систем воздушных судов и авиационных двигателей.

Темы практических занятий заранее сообщаются обучающимся для того, чтобы они имели возможность подготовиться и проработать соответствующие теоретические вопросы дисциплины. В начале каждого практического занятия преподаватель кратко доводит до обучающихся цель и задачи занятия и обращает внимание обучающихся на наиболее сложные вопросы, относящиеся к изучаемой теме.

В рамках практического занятия обучающиеся обсуждают дискуссионные вопросы. Преподаватель, как правило, выступает в роли консультанта при разборе конкретных ситуаций, осуществляет контроль полученных обучающимися результатов.

На практических занятиях отрабатываются решения расчетных/логических задач и ситуационных по материалу изучаемой дисциплины. Осваиваются методы аналитического решения расчетных/логических задач и вырабатываются навыки использования имитационного и численного моделирования ситуационных задач.

В процессе самостоятельной работы обучающийся должен воспринимать, осмысливать и углублять получаемую информацию, решать практические задачи, анализировать ситуации, овладевать профессионально необходимыми навыками. Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает следующие виды занятий:

– самостоятельный подбор, изучение, конспектирование, анализ учебно-методической и научной литературы, периодических научных изданий, нормативно-правовых документов, статистической информации, учетно-отчетной информации, содержащейся в документах организаций;

– индивидуальная творческая работа по осмыслению собранной информации, проведению сравнительного анализа и синтеза материалов, полученных из разных источников, интерпретации информации, выполнение домашних заданий;

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется для оценки уровня остаточных знаний путём проведения устных опросов и контрольных работ.

Итоговый контроль знаний студентов по темам дисциплины проводится в форме выполнения заданий практических занятий, а в семестре – в виде зачета с оценкой. Примерный перечень вопросов и заданий для зачета с оценкой по дисциплине «Материаловедение радиоэлектронных систем» приведен в п. 9.6.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 25.05.05 «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения» специализации «Организация радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 24 «Авиационной техники и диагностики» «15» 04 2021 года, протокол № 10.

Разработчик:

К.Т.Н., доц.



Иванов Д.А.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

И.о.заведующего кафедрой № 24 «Авиационной техники и диагностики»

К.Т.Н.



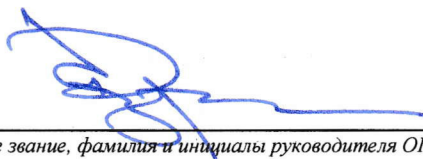
Петрова Т.В.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

Д.Т.Н., с.н.с.



Кудряков С.А.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «16» июня 2021 года, протокол № 7.