

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кафедра «Материаловедение»

«УТВЕРЖДАЮ»
Начальник управления
«Научно-образовательная деятельность»

Д.С. Свириденко

РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА
«Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов»
(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки: 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная/очно-заочная

Трудоемкость дисциплины: 6 з.е./216 ч.

Распределение трудоемкости дисциплины по семестрам и видам учебной работы

Вид учебной работы	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения
	1 семестр	1 семестр
Общий объем работ в учебной аудитории, ч., в том числе:	36	36
Лекции	6	6
Лабораторные работы		
Практические занятия или семинары	30	30
Общий объем самостоятельной работы, ч., в том числе:	144	144
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графические работы		
Реферат	44	44
Контроль самостоятельной работы: тестирование, коллоквиум, контрольная работа		
Другие виды работы	100	100
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен
	36	36
Итого	216	216

Рабочая учебная программа по дисциплине составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Автор (ы)

/ к.т.н., доц. П.В. Панин

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Рабочая программа рассмотрена на заседании Ученого совета (протокол № 5 от 11.10.2022 г.) и признана соответствующей требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и учебного плана по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Зав. кафедрой

/ д.т.н., доц. А.Б. Лаптев

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Содержание дисциплины охватывает большой круг вопросов, связанных с изучением материаловедения конструкционных металлических и неметаллических материалов, а также способов их переработки в изделия и обработки готовых изделий.

1. Цели освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины:

–приобретение и развитие базовых (общекультурных) и специальных (общепрофессиональных) компетенций в научно-исследовательской, производственной, проектно-технологической и организационно-управленческой деятельности;

–ознакомление обучающихся с наиболее актуальными проблемами современного теоретического и экспериментального материаловедения в Российской Федерации, с новыми теоретическими подходами к разработке материалов с заданными свойствами и модификациями промышленных технологий, обеспечивающими получение материалов с улучшенными характеристиками и выход России на мировой рынок изделий для авиастроения, космической и других видов техники.

Для достижения поставленной цели при изучении дисциплины обучающимся необходимо:

–изучить классификации металлических и неметаллических материалов на основе эксплуатационных требований, предъявляемых к деталям конструкций и машин;

–рассмотреть технологии получения и обработки материалов и изучить их влияние на поведение конструкционных материалов в процессе эксплуатации;

–научиться правильно выбирать конструкционные металлические и неметаллические материалы для рационального их использования в авиационно-ракетной технике;

–изучить возможные изменения структуры металлических материалов при нарушениях технологии изготовления деталей, которые могут привести к потере свойств, соответствующих техническим условиям;

–освоить практику оформления технологических карт и методику создания технологических процессов;

–изучить методы оценки технологических, функциональных и эксплуатационных свойств материалов, а также методы оценки работоспособности материала.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов» относится к базовой части Блока 1 (обязательной для изучения).

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

общепрофессиональные:

ОПК-1. Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов

профессиональные:

ПК-1. Владеет знаниями основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: типы и классы современных и перспективных неорганических или органических материалов и технологических процессов их получения, обработки и модификации; современные проблемы теоретического и прикладного материаловедения и технологии материалов применительно к различным областям техники и технологии.

уметь: связывать физические и химические свойства материалов и протекающие в них явления с технологическими процессами производства, обработки и переработки материалов и их эксплуатационной надежностью и долговечностью.

владеть: современными методами анализа и определения физических, химических и механических свойств перспективных материалов.

4. Структура и содержание разделов дисциплины

Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года	Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года	1/1
2	Классификация основных типов современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) материалов	Классификация металлических материалов. Классификация неметаллических материалов.	1/1
3	Конструкционные металлические материалы	Требования к механическим свойствам конструкционных материалов. Пути повышения прочности металлических материалов. Высокопрочные материалы. Долговечность. Классификация сталей по составу, качеству и структурным классам. Конструкционные стали. Цветные металлы и сплавы. Сплавы алюминиевые деформированные и литейные.	2/2
4	Конструкционные неметаллические материалы	Классификация неметаллических материалов. Строение макромолекул и надмолекулярные структуры полимерных тел. Физические (релаксационные) состояния полимеров. Термопласты. Термозластопласты. Олигомеры и реактопласты. Стеклокристаллические материалы. Конструкционные керамические материалы. Углеродные и графитовые материалы. Строение, свойства и применение. Композиционные материалы. Волокнистые, слоистые и дисперсно-упрочненные композиты. Материалы матрицы, виды и механические свойства волокон. Композиционные материалы на металлических матрицах, из керамики, силикатных стекол и углеродных материалов. Перспективы развития композиционных материалов.	2/2
Итого:			6/6

Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Не предусмотрено		
Итого:			0/0

Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Стратегические направления развития материалов и технологий	«Образ будущего» науки о материалах. Основные принципы создания материалов, комплексные научные проблемы создания перспективных	4/4

	их переработки на период до 2030 года	материалов и концептов. Технологическая «дорожная карта». Реализации 18 комплексных направлений развития материалов и технологий их переработки. Потребные инфраструктура, ресурсное обеспечение. Технологии в других научных дисциплинах и отраслях техники	
2	Конструкционные металлические материалы	Высокопрочные стали. Основы теории прочности и пластичности. Состав и структура. Методы термообработки. Строение и свойства сталей. Влияние углерода и постоянных примесей на структуру и свойства стали. Классификация сталей по составу, качеству и структурным классам. Влияние легирующих элементов на структуру и фазовые превращения в стали. Фазовые превращения в сплавах железо - углерод в твердом состоянии. Фазовые превращения при нагреве стали. Рост зерна аустенита. Мелкозернистые и крупнозернистые стали. Понятия о превращениях в переохлажденном аустените (перлитное, бейнитное, мартенситное). Метастабильные структуры. Диаграммы изотермического превращения переохлажденного аустенита. Виды термической обработки материалов. Технология термической обработки стали. Полный и нормализационный отжиг. Отжиг на зернистый перлит. Закалка стали. Способы объемной закалки. Влияние термообработки на механические свойства.	6/6
3	Конструкционные металлические материалы	Литейные и деформируемые алюминиевые, магниевые и титановые сплавы. Диаграммы состояния. Термодинамический анализ диаграмм состояния. Классификация алюминиевых сплавов. Диаграммы структурных превращений. Основные химические и физические свойства магния и деформируемых сплавов на его основе. Базовые системы легирования. Характеристика фазового состава. Технологические свойства магниевых сплавов (способность к различным видам деформации) и термической обработки в зависимости от системы легирования. Классификация и основные эксплуатационные характеристики деформируемых сплавов на основе магния. Диаграммы состояния. Технология термической обработки. Классификация алюминиевых сплавов. Диаграммы структурных превращений. Основные химические и физические свойства магния и деформируемых сплавов на его основе. Базовые системы легирования. Характеристика фазового состава. Технологические свойства магниевых сплавов. Классификация и основные эксплуатационные характеристики деформируемых сплавов на основе магния. Принципы легирования сплавов на основе титана. Влияние химического и фазового состава на структуру и свойства титановых сплавов. Технологии и оборудование для изготовления деформированных полуфабрикатов и отливок из титановых сплавов.	8/8
4	Конструкционные неметаллические материалы	Пластмассы, полимерные композиционные материалы на основе органо-, стекло- и углепластиков. Исходные компоненты и технологии их получения, свойства материалов и области применения деталей и изделий из них. Материалы, применяемые для создания органопластиков (связующие, наполнители, препреги). Основные типы органопластиков и области их применения. Классификация, методы получения, свойства и область их применения в авиационной и	6/6

		других отраслях промышленности. Особенности проведения механических испытаний полимерных композиционных материалов. Керамические, стекло- и металлокерамические материалы. Силикатные и неорганические стекла. Виды, структура и свойства керамических материалов. Виды и свойства стеклокерамических материалов. Виды, свойства и основные характеристики металлокерамических композиционных материалов. Силикатные, кварцевые и высококремнеземные стекла.	
5	Конструкционные неметаллические материалы	Технологии материалов с низкой плотностью и стабильными прогнозируемыми характеристиками для сверхлегких конструкций. Взаимосвязь структуры и свойств получаемых материалов. Выбор исходных компонентов для получения стеклопластиков, синтактных и пеноматериалов и их влияние на комплекс технологических и эксплуатационных свойств. Выбор технологического способа и режима переработки стеклопластиков, синтактных и пеноматериалов. Технологии создания материалов интеллектуальной защиты сложных технических систем. Интеллектуальные полимерные композиционные материалы с функцией адаптации к аэродинамическим и другим нагрузкам, диагностики напряженно-деформируемого состояния и контроля с встроенными оптоволоконными, резисторными, пьезоэлектрическими сенсорами. Технологии создания интегральных конструкций путем соединения материалов. Взаимосвязь структуры и свойств получаемых материалов. Выбор исходных компонентов. Определение технологических и эксплуатационных свойств, область их применения в авиационной и других отраслях промышленности.	6/6
Всего:			30/30

Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма контроля (тестирование, коллоквиум, контрольная работа)	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Не предусмотрено		
Итого:			0/0

Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Материаловедение и технологии конструкционных металлических материалов	Реферат	22/22
2	Материаловедение и технологии конструкционных неметаллических материалов	Реферат	22/22
3	Полимерные и углеродные материалы	Подготовка к практическому занятию	20/20
4	Композиты и гибридные материалы	Подготовка к практическому занятию	20/20
5	Интеллектуальные и наноматериалы	Подготовка к практическому занятию	20/20

6	Основные принципы создания материалов, комплексные научные проблемы создания перспективных материалов и концептов	Подготовка к практическому занятию	20/20
7	Комплексные направления и проблемы развития перспективных материалов и технологий их переработки	Подготовка к практическому занятию	20/20
Итого:			144/144

5. Образовательные технологии

Занятия лекционного типа по дисциплине «Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов» проводятся в аудитории, оснащенной персональным компьютером и проектором для демонстрации учебного материала, включающего основное содержание лекции, изображение диаграмм, графиков, таблиц, что необходимо для более мобильного проведения лекционных занятий.

При реализации учебной работы в рамках дисциплины «Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов» используется интерактивная форма проведения практических занятий: обучающиеся совместно с преподавателем определяют состав фаз и рассчитывают количественное соотношение фаз.

Практические занятия сочетаются с самостоятельной внеаудиторной работой обучающихся, целью которой является обучение обучающихся навыкам, необходимым для понимания вопросов, связанных с формированием структуры и свойств металлических материалов при различных технологических воздействиях.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Экзамен по итогам обучения

В качестве учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется справочная, учебная и монографическая литература, рекомендованная преподавателями.

Изучение дисциплины организуется таким образом, чтобы обучающиеся во время лекционных занятий проявляли активность при освоении предлагаемого материала. Используется диалоговый режим проведения лекций. Для самостоятельной работы обучающимся рекомендуется использовать справочную, учебную и монографическую литературу, Интернет-ресурсы.

Контроль над выполнением самостоятельной работы осуществляется преподавателем в интерактивной форме в виде бесед и дискуссий на практических занятиях.

Примерный перечень тем для рефератов:

1. Состав, свойства и применение углеродистых и легированных сталей.
2. Конструкционные металлические материалы.
3. Свойства и применение органических стекол.
4. Свойства и применение конструкционных углеродных материалов.
5. Выбор метода формования для определенного изделия.
6. Волокнистые наполнители для полимерных материалов.
7. Матрицы для полимерных композиционных материалов.
8. Пластики на основе оксидных волокнистых наполнителей: стеклопластики и базальтопластики.
9. Углепластики: состав, свойства, области применения.
10. Органоволокнистые конструкционного назначения для изготовления крупногабаритных элементов летательных аппаратов.

11. Полимерные материалы радиотехнического назначения.
12. Металлополимерные материалы.
13. Типы, свойства и области применения углерод-углеродных композиционных материалов.
14. Технология получения препрегов и их технологические свойства.
15. Технология изготовления изделий из углерод-углеродных композиционных материалов.

Вопросы к экзамену:

1. Основные направления развития материалов за рубежом на период до 2030 года.
2. Актуальные направления развития материалов в России.
3. «Умные» конструкции.
4. Фундаментально-ориентированные исследования, квалификация материалов, неразрушающий контроль.
5. Компьютерные методы моделирования структуры и свойств материалов при их создании и работе в конструкции.
6. Материалы с эффектом памяти формы.
7. Слоистые металлополимерные, биметаллические и гибридные материалы.
8. Интерметаллидные материалы.
9. Легкие, высокопрочные коррозионностойкие свариваемые сплавы и стали, в том числе с высокой вязкостью разрушения.
10. Монокристаллические, высокожаропрочные суперсплавы, естественные композиты.
11. Энергоэффективные, ресурсосберегающие и аддитивные технологии получения деталей, полуфабрикатов и конструкций.
12. Магнитные материалы.
13. Металломатричные и полиматричные композиционные материалы.
14. Полимерные композиционные материалы.
15. Высокотемпературные керамические, теплозащитные и керамоподобные материалы.
16. Наноструктурированные, аморфные материалы и покрытия.
17. Сверхлегкие пеноматериалы.
18. Комплексная антикоррозионная защита, упрочняющие, износостойкие защитные и теплозащитные покрытия.
19. Климатические испытания для обеспечения безопасности и защиты от коррозии, старения и биоповреждений материалов, конструкций и сложных технических систем в природных средах.
20. Основные принципы создания материалов.
21. Технологическая дорожная карта.
22. Потребные инфраструктура и ресурсное обеспечение с учетом различных сценариев развития.
23. Конструкционные материалы.
24. Классификация конструкционных неметаллических материалов.
25. Классификация конструкционных металлических материалов.
26. Классификация металлов, сплавов и сталей.
27. Легирование коррозионностойких сталей. Правило порогов устойчивости.
28. Легирующие элементы в коррозионностойких сталях. Структурная диаграмма Шеффлера.
29. Легирующие элементы в коррозионностойких сталях. Структурная диаграмма Потака.
30. Классификация коррозионностойких сталей.
31. Хромистые коррозионностойкие стали.

32. Хромо-никелевые коррозионностойкие стали.
33. Коррозионностойкие ферритные стали. Роль легирующих элементов.
34. Основные понятия жаропрочности и жаростойкости.
35. Классификация жаропрочных сталей.
36. Аустенитные жаропрочные стали.
37. Литейные алюминиевые сплавы.
38. Деформируемые алюминиевые сплавы.
39. Литейные магниевые сплавы.
40. Деформируемые магниевые сплавы.
41. Структура и свойства чистого титана.
42. Общая характеристика стабильных фаз в титановых сплавах.
43. Классификация титановых сплавов.
44. Взаимодействие титана с легирующими элементами и примесями.
45. Формирование структуры в $(\alpha+\beta)$ -титановых сплавах при различных видах термической обработки.
46. Взаимосвязь структуры и свойств $(\alpha+\beta)$ -титановых сплавов.
47. Определение композиционных материалов. Классификация армирующих компонентов. Основные технологии получения КМ.
48. Определение границы раздела «матрица-наполнитель» в КМ. Основные типы связи по границе раздела «матрица-наполнитель». Понятие о стабильности этой границы.
49. Понятие о структуре композиционных материалов. Их классификация по структурному признаку.
50. Характеристики весовой эффективности композиционных материалов.
51. Получение композитной порошковой смеси термическим разложением смеси солей (криометод).
52. Получение порошковой композитной смеси методом поверхностного окисления (на примере порошка $Al-Al_2O_3$).
53. Требования к дисперсному наполнителю для наиболее эффективного армирования пластичной металлической матрицы. Агрегатная и дисперсная структура дисперсноупрочненного композиционного материала.
54. Получение композитной порошковой смеси методом внутреннего окисления.
55. Особенности прессования композитной металло-оксидной ($Me-MeO$) порошковой смеси. Основные стадии процесса прессования по мере возрастания приложенного давления.
56. Сущность процесса направленной реакционной пропитки. Механизм миграции расплава в направлении газообразного реагента.
57. Получение композитной порошковой смеси методом водородного восстановления в растворе.
58. Способ получения композитной порошковой смеси, режим спекания и механической обработки.
59. Механизм торможения разрушения в дисперсноупрочненных композиционных материалах «хрупкая матрица – пластичный наполнитель».
60. Получение композитной порошковой смеси методом механического смешивания. Ограничения этого метода.
61. Основные механизмы, обеспечивающие повышенное сопротивление развитию разрушения в волокнистых композиционных материалах.
62. Получение волокнистых композиционных материалов методом капиллярной и вакуумной пропитки. Механизм воздействия ультразвука на расплав при пропитке.
63. Получение нитевидных кристаллов методом осаждения вещества из газовой фазы.
64. Получение нитевидных кристаллов методом восстановления галлоидных солей металлов.

65. Получение волокнистых композиционных материалов методом направленной кристаллизации эвтектического расплава. Преимущества и ограничения метода.
66. Получение волокнистых композиционных материалов методом непрерывного литья.
67. Получение непрерывных металлических волокон (проволок) методом волочения. Особенности метода волочения.
68. Получение непрерывных керамических волокон экструзией металлоорганической суспензии (на примере алюмооксидных волокон).
69. Классификация волокнистых композиционных материалов по структурному признаку. Аналитическое выражение, определяющее эффективность армирования матрицы волокнами.
70. Химизм процесса получения углеродных волокон.
71. Химизм метода получения борных волокон, волокон SiC и «борсик».
72. Получение волокнистых КМ «матрица–непрерывное волокно» намоткой волокна на оправку.
73. Механизм торможения разрушения в композиционном материале Al_2O_3 (матрица)–нитевидные кристаллы SiC. Особенности технологии этого композита.
74. Получение слоев методом прессования порошковой шихты.
75. Получение слоев методом литья органосуспензии на движущуюся ленту-подложку. Технология слоисто-гранульного композиционного материала.
76. Получение слоев и слоистых композитов методом прокатки.
77. Получение слоев и слоистых материалов методом испарения–конденсации на металлическую подложку.
78. Классификация углеродных материалов и способы и их получения (графит, кокс, сажа и др.)
79. Способы армирования углеродными волокнами C/C композиционных материалов.
80. Типы углеродных матриц C/C композиционных материалов и методы их формирования.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Уильям Д. Каллистер Материаловедение. От технологии к применению. Металлы, керамика, полимеры [Электронный ресурс] : учебник / Д.Каллистер Уильям, Дж.Ретвич Дэвид. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Научные основы и технологии, 2011. — 896 с. — 978-5-91703-022-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13216>.- Загл. с экрана.
2. Бондаренко Г.Г. Основы материаловедения / Г.Г. Бондаренко, В.В. Рыбалко; под ред. Г.Г. Бондаренко. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 760 с.
3. Воробьев А.А. Материаловедение: учеб./ Д.А. Жуков, Д.П. Кононов, А.А. Соболев, Н.Ю. Шадрина. – М.: Аргатакс-Медиа: ИНФРА-М, 2014. – 304 с.
4. Петрова А.П., Малышева Г.В. Клеи, клеевые связующие и клеевые препреги: учебное пособие / под общ. ред. Е.Н. Каблова. – М.: ВИАМ, 2017. – 472 с.
5. Белов Н.А., Белов В.Д., Дашкевич Н.И. Фазовый состав многокомпонентных гамма-сплавов на основе алюминидов титана: учебное пособие / под общ. ред. Е.Н. Каблова. – М.: ВИАМ, 2018. – 348 с.
6. Сидоров В.В., Каблов Д.Е., Ригин В.Е. Металлургия литейных жаропрочных сплавов: технология и оборудование / под общ. ред. Е.Н. Каблова. – М.: ВИАМ, 2016. – 368 с.
7. Шаров М.В. Теоретические основы литейного производства: конспект лекций. – 2-е изд., с изм. и доп. – М.: ВИАМ, 2016. – 480 с.

Дополнительная литература

1. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения: учеб. пособие: пер. с англ. – М.: / под ред. В.П. Зломанова.- Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 400 с.
2. Космическая технология и материаловедение: сб. – М.: Наука, 1982. - 186 с.
3. Мельниченко, А.С. Статистический анализ в металлургии и материаловедении [Электронный ресурс] : учебник / А.С. Мельниченко. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2009. — 268 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2066>. — Загл. с экрана.
4. Гини Э.Ч., Зарубин А.М., Рыбкин В.А. Специальные технологии литья. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. - 367 с.
5. Производство изделий из полимерных материалов: учеб. пособие/ В.К. Крыжановский, М.Л. Кербер и др.; под общ. ред. В.К. Крыжановского. - СПб.: Профессия, 2004. - 464 с.
6. Константинов В.В. Материаловедение для гальваников. – М.: Высшая школа, 1984. – 87 с.
7. Садыкова Ф.Х., Садыкова Д.М., Кудряшова Н.И. Текстильное материаловедение и основы текстильных производств. – М.: Легпром, 1989. - 288 с.
8. Химическая технология стекла и ситаллов/под ред. Н.М. Павлушкина. – М.: Стройиздат, 1983. – 432 с.
9. Справочник по микроскопии для нанотехнологии / под ред. Нан Яо, Чжун Лин Ван; пер. с англ.; науч. ред. И.В. Яминский. - М.: Научный мир, 2011. - 712 с.: ил. - (Фундаментальные основы нанотехнологий: справочники). - Парал. тит. л. англ. - ISBN 978-5-91522.
10. Технология изготовления растворов пленкообразующих и лаков. Ознакомление с технологией создания и переработки термопластичных материалов. Клеящие материалы, герметики, резины авиационного назначения [Электронный ресурс]: метод. указания к лабораторной работе по курсу «Функциональные материалы» / Всерос. ин-т авиационных материалов, Каф. материаловедения. - М.: ВИАМ, 2014. - 20 с. - Библиогр.: с. 20
11. Материаловедение : учеб. для вузов / Б. Н. Арзамасов [и др.] ; под общ. ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина. - 8-е изд., стер. - М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. - 648 с.: ил. - Библиогр.: с. 630-631. - ISBN 978-5-7038-1860-2: 220-00.
12. Авиационные материалы и технологии. - Архив журнала с 2008 г. - по н.в. - (печатная версия).
13. Перспективные материалы. - Архив журнала с 2000 г. - по н.в. - (с 2000 г. - июнь 2013 г. – (печатная версия); с июля 2013 г.- по н.в. (электронная версия).
14. Технология легких сплавов. - Архив журнала с 1968 г. - по н.в. - (печатная версия).
15. Технология металлов. - Архив журнала с 2007 г. - №6 2013 г.- (печатная версия). с №7 2013 г. - по н.в. - (электронная версия).
16. Химическая технология. - Архив журнала с 2007 г. - №6 2013 г. - (печатная версия), с №7 2013 г.- по н.в.. - (электронная версия).

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. www.iprbooks.ru Электронно-библиотечная система IPRbooks
2. www.e.lanbook.ru Электронно-библиотечная система «Лань»
3. <https://rd.springer.com> - Springer Link
4. <https://www.nature.com> - Springer Nature
5. <https://materials.springer.com> - Springer Materials
6. www.springerprotocols.com - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний SpringerProtocols
7. <https://zbmath.org> Реферативная база данных по чистой и прикладной математике ZbMATH
8. <https://nano.nature.com> - База данных NANO
9. <https://onlinelibrary.wiley.com> - Журналы издательства Wiley

10. <http://pubs.rsc.org> - Журналы издательства Royal Society of Chemistry (Королевского химического общества)

8. *Материально-техническое обеспечение дисциплины*

Лекционные занятия:

- Комплект электронных презентаций.
- Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы не предусмотрены.

Практические занятия:

- Компьютерный класс;
- Презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук);
- Пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы);
- Оборудование ВИАМ (лаборатории № 605, 608, 624, 634, 611, 625).

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кафедра «Общенаучные дисциплины»

«УТВЕРЖДАЮ»
Начальник управления
«Научно-образовательная деятельность»

Д.С. Свириденко

РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА
«Математическое моделирование материалов и процессов»
(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки: 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Квалификация выпускника: магистр.

Форма обучения: очная/очно-заочная

Трудоемкость дисциплины: 5 з.е./180 ч.

Распределение трудоемкости дисциплины по семестрам и видам учебной работы

Вид учебной работы	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения
	1 семестр	1 семестр
Общий объем работ в учебной аудитории, ч, в том числе:	36	36
Лекции	6	6
Лабораторные работы		
Практические занятия или семинары	30	30
Общий объем самостоятельной работы, ч, в том числе:	108	108
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графические работы		
Реферат	36	36
Контроль самостоятельной работы: тестирование, коллоквиум, контрольная работа		
Другие виды работ	72	72
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен
	36	36
Итого	180	180

Рабочая учебная программа по дисциплине составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Автор (ы)

/ к.т.н. Н.Ю. Подживотов

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Рабочая программа рассмотрена на заседании Ученого совета (протокол № 5 от 11.10.2022 г.) и признана соответствующей требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и учебного плана по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Зав. кафедрой

/ к.т.н. О.Ю. Сорокин

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Математическое моделирование материалов и процессов» является теоретическое изучение методов математического моделирования и оптимизация материалов с использованием компьютера. Знания, полученные при изучении данной дисциплины, используются при изучении других курсов дисциплин, выполнении лабораторных и практических работ, связанных с разработкой новых материалов (в частности сплавов) и технологиями их обработки (штамповкой, прокаткой и термической обработкой), написании выпускной квалификационной работы. Курс дисциплины способствует непрерывной подготовке обучающихся в области прикладной математики и позволяет уменьшить трудоемкость и повысить эффективность разработки технологических процессов и проведения экспериментальных исследований.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 (обязательной для изучения).

Обучающиеся по данному курсу должны знать основы математики, физической химии, кристаллографии, механики материалов и конструирования, теории разрушения материалов, методов контроля свойств материалов, информатики и информационно-коммуникационных технологий.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

профессиональных:

ПК-5. Владеет навыками по использованию принципов прогнозирования свойств, разработки, получения и применения различных групп материалов в т.ч. композитов и наноматериалов.

ПК-8. Способен моделировать процессы термической и иных обработок и прогнозировать результаты их осуществления при различных режимах, в том числе с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

–принципы и методы моделирования структуры материалов и протекающих в них процессов;

–методы изучения структуры, измерения и испытания свойств материалов, особенности поведения материалов в условиях эксплуатации;

–основы пассивных и активных экспериментов, использовать их результаты для построения статистических моделей материалов;

–дисперсионный и регрессионный анализы, кластерный, факторный и дискриминантный анализы, метод конечных элементов.

уметь:

–использовать новые научные подходы и методы математического моделирования при решении проблем разработки и использования материалов с заданными технологическими и функциональными свойствами, процессы их производства, обработки и модификации;

–использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификация для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов.

владеть:

–современными подходами и методами математического моделирования при разработке новых материалов и процессов;

– умениями и навыками самостоятельного использования современных информационно-коммуникационных технологий, глобальных информационных ресурсов в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов.

4. Структура и содержание разделов дисциплины

Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Планирование эксперимента и статистические методы анализа.	Понятие эксперимента, классификация. Численный, научный производственный эксперимент. Точность экспериментальных данных и погрешность измерений. Критерии оценки достоверности экспериментальных данных.	2/2
2	Математические методы расчета фазового состава сплавов.	Фазовые диаграммы состояния многокомпонентных систем. Численные методы построения диаграмм состояния многокомпонентных систем.	2/2
3	Метод конечных элементов.	Введение в задачи механики деформированного твердого тела. Уравнение теплопроводности / диффузии. Упругая деформация. Упругопластическая деформация. Реологические модели материала.	2/2
Итого:			6/6

Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Не предусмотрен		
Итого:			0/0

Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование практических занятий	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1.	Планирование эксперимента и статистические методы	Статистические гипотезы. Виды ошибок. Статистические критерии. Виды критериев и область их применения. Статистические методы анализа. Дисперсионный анализ. Корреляционный анализ. Регрессионный анализ. Методы оптимизации эксперимента. Матрица эксперимента. Методы обработки данных. Методы анализа экспериментальных данных. Факторный эксперимент. Полный факторный эксперимент типа 2 ^k . Полный факторный эксперимент и математическая модель эксперимента. Возможности MS Excel в статистических исследованиях. Факторные планы второго порядка. Дополнение факторных планов	10/10
2.	Математические методы расчета фазового состава сплавов	Правило фаз Гиббса. Физико-химический анализ. Термический анализ. Фазовые диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Химические соединения. Твердые растворы. Роль моделирования в компьютеризации разработки новых материалов, использование моделей для решения оптимизационных задач. Численные методы решения задач оптимизации. Thermocalc. Математическая обработка мнений экспертов, оценка согласованности экспертизы	10/10
3.	Метод конечных элементов	Функционал и методы его минимизации. Основы метода конечных элементов. Виды конечных	10/10

		элементов. Матрица жесткости. Граничные и начальные условия. Симметрия. Численные методы минимизации функционала расчета задач деформации и теплопроводности. Кластеризация данных, анализ качества кластеризации	
Итого:			30/30

Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма контроля (тестирование, коллоквиум, контрольная работа)	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Не предусмотрено		
Итого:			0/0

Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование работ	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1.	Планирование эксперимента и статистические методы	Подготовка к практическому занятию	24/24
2.	Планирование эксперимента и статистические методы	Реферат	36/36
3.	Математические методы расчета фазового состава сплавов	Подготовка к практическому занятию	24/24
4.	Метод конечных элементов	Подготовка к практическому занятию	24/24
Итого:			108/108

5. Образовательные технологии

Практические занятия по дисциплине «Математическое моделирование материалов и процессов» проводятся в аудитории, оснащенной персональными компьютерами с пакетом учебных программ.

При реализации учебной работы в рамках дисциплины «Математическое моделирование материалов и процессов» используется интерактивная форма проведения практических занятий. На практических занятиях обучающиеся, используя руководство пользователя для конкретного программного продукта и консультируясь с преподавателем, изучают принципы работы компьютерных программ.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

В качестве формы аттестации обучающихся по дисциплине «Математическое моделирование материалов и процессов» проводится экзамен.

Примерный перечень тем для рефератов:

1. Модели эксперимента.
2. Факторы и требования к эксперименту.
3. Статистические гипотезы.
4. Дисперсионный анализ.
5. Корреляционный анализ.
6. Регрессионный анализ.
7. Факторный эксперимент.
8. Полный факторный эксперимент типа 2^k .
9. Математическая модель эксперимента.
10. Дробный факторный эксперимент типа 2^{k-p} .
11. Основы метода конечных элементов.

12. Критерии оценки достоверности экспериментальных данных.

Вопросы к экзамену:

1. Понятие эксперимента, классификация.
2. Точность экспериментальных данных и погрешность измерений. Критерии оценки достоверности экспериментальных данных.
3. Статистические гипотезы. Виды ошибок.
4. Статистические критерии. Виды критериев и область их применения.
5. Статистические методы анализа. Дисперсионный анализ.
6. Статистические методы анализа. Корреляционный анализ.
7. Статистические методы анализа. Регрессионный анализ.
8. Методы оптимизации эксперимента. Матрица эксперимента. Методы обработки данных.
9. Методы анализа экспериментальных данных. Возможности MS Excel в статистических исследованиях.
10. Факторный эксперимент. Полный факторный эксперимент типа 2^k . Полный факторный эксперимент и математическая модель эксперимента. Возможности MS Excel в статистических исследованиях.
11. Физико-химический анализ. Термический анализ.
12. Фазовые диаграммы состояния двухкомпонентных систем.
13. Химические соединения. Твердые растворы.
14. Фазовые диаграммы состояния многокомпонентных систем. Численные методы построения диаграмм состояния многокомпонентных систем.
15. Роль моделирования в компьютеризации разработки новых материалов, использование моделей для решения оптимизационных задач. Численные методы решения задач оптимизации.
16. Задачи механики деформированного твердого тела.
17. Упругая деформация. Упруго-пластическая деформация. Реологические модели материала.
18. Уравнение теплопроводности/диффузии. Численные методы минимизации функционала расчета задач деформации и теплопроводности.
19. Функционал и методы его минимизации. Основы метода конечных элементов. Виды конечных элементов.
20. Матрица жесткости. Граничные и начальные условия. Симметрия.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. — Электрон. текстовые данные. — Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012. — 271 с. — 5-89838-126-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7003>.- Загл. с экрана.
2. Юрчук С.Ю., Орлова М. Н. Основы математического моделирования : учеб. пособие . - М. : МИСиС , 2009

Дополнительная литература:

1. Горский В.В., Носатенко П.Я. Математическое моделирование процессов тепло- и массообмена при аэротермохимическом разрушении композиционных теплозащитных материалов на кремнеземной основе. - М.: Научный мир, 2008 - 256 с.
2. Шапкарина, Г.Г. Преобразование и передача технологической информации в системах управления. Ч 1. Преобразование технологической информации в системах управления [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.Г. Шапкарина. — Электрон. дан. — М.: МИСИС, 2004. — 81 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1859>. — Загл. с экрана.

3. Математическое моделирование процессов затвердевания металлов и сплавов: Тезисы докладов семинара. - Новосибирск: СО АН СССР, 1983 -160 с.
4. Иозайтис В.С., Львов Ю.А. Экономико-математическое моделирование производственных систем. - М.: Высшая школа, 1991 -191 с.
5. Беленький А.А. Математическое моделирование и оптимизация процессов литья и прокатки цветных металлов. - М.: Металлургия, 1983 -160 с.
6. Сухоруков В.В. Математическое моделирование электромагнитных полей в проводящих средах. - М.: Энерги, 1975 -152 с.
7. Гуляев Ю.Г., Чукмасов С.А., Губинский А.В. Математическое моделирование процессов обработки металлов давлением. - Киев: Наукова думка, 1986 -238 с.
8. Математическое моделирование. Получение монокристаллов и полупроводниковых структур. - М.: Наука, 1986 -196 с.
9. Математическое моделирование. Физико-химические свойства вещества. - М.: Наука, 1989 -286 с.
10. Математическая энциклопедия: В 5-ти томах. - М.: Советская энциклопедия, 1977 -1152 с.
11. Математическая энциклопедия: В 5-ти томах. - М.: Советская энциклопедия, 1979 -1104 с.
12. Математическая энциклопедия: В 5-ти томах. - М.: Советская энциклопедия, 1982 -1184 с.
13. Математическая энциклопедия: В 5-ти томах. - М.: Советская энциклопедия, 1984 -1216 с.
14. Математическая энциклопедия: В 5-ти томах. - М.: Советская энциклопедия, 1985 -1248 с.
15. Большая политехническая энциклопедия [Электронный ресурс]: более 7000 словарных статей. — Электрон. текстовые данные. — М.: Мир и Образование, 2011. — 704 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73286>.- Загл. с экрана.
16. Каазик Ю.Я. Математический словарь: Ок. 5000 понятий элементарной и высшей математики. - Таллин: Валгус, 1985. -335 с.: ил.

Интернет-ресурсы и программное обеспечение:

- www.iprbooks.ru Электронно-библиотечная система IPRbooks
- www.e.lanbook.ru Электронно-библиотечная система «Лань»
- <https://rd.springer.com> - Springer Link
- <https://www.nature.com> - Springer Nature
- <https://materials.springer.com> - Springer Materials
- www.springerprotocols.com - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний SpringerProtocols
- <https://zbmath.org> Реферативная база данных по чистой и прикладной математике ZbMATH
- <https://nano.nature.com> - База данных NANO
- <https://onlinelibrary.wiley.com> - Журналы издательства Wiley
- <http://pubs.rsc.org> - Журналы издательства Royal Society of Chemistry (Королевского химического общества)

–Microsoft Win Rmt Dscs CAL 2012 Russian Academic OPEN I License Devaice CAL

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные занятия:

- Комплект электронных презентаций.
- Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).
- Маркерная доска.

Лабораторные работы не предусмотрены.

Практические занятия:

- Компьютерный класс.
- Презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук).
- Программное обеспечение: Microsoft Excel, пакет программ общего назначения (текстовые и графические редакторы).

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кафедра «Общенаучные дисциплины»

«УТВЕРЖДАЮ»
Начальник управления
«Научно-образовательная деятельность»

Д.С. Свириденко

РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

«Компьютерные и информационные технологии в материаловедении»
(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки: 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная/очно-заочная

Трудоемкость дисциплины: 5 з.е./180 ч.

Распределение трудоемкости дисциплины по семестрам и видам учебной работы

Вид учебной работы	Очная форма форма обучения	Очно-заочная форма обучения
	2 семестр	2 семестр
Общий объем работ в учебной аудитории, ч., в том числе:	36	36
Лекции	6	6
Лабораторные работы		
Практические занятия или семинары	30	30
Общий объем самостоятельной работы, ч., в том числе:	144	144
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графические работы		
Реферат		
Контроль самостоятельной работы: тестирование, коллоквиум, контрольная работа		
Другие виды работ	144	144
Вид промежуточной аттестации	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой
Итого	180	180

Рабочая учебная программа по дисциплине составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Автор (ы)

/ к.т.н. Е.И. Орешко

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Рабочая программа рассмотрена на заседании Ученого совета (протокол № 5 от 11.10.2022 г.) и признана соответствующей требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и учебного плана по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Зав. кафедрой

/ к.т.н. О.Ю. Сорокин

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Дисциплина посвящена теоретическому изучению основных направлений применения компьютерных технологий в исследовании механического поведения конструкционных материалов, а также получению навыков работы с современными программными продуктами, основанными на решении производственных задач с применением подходов численного решения уравнений, в том числе, с учетом влияния структуры материала на его механическое поведение.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Компьютерные и информационные технологии в материаловедении» является получение знаний о современных программных продуктах математического моделирования поведения материалов при механических испытаниях и эксплуатационных нагрузках, изучение программных комплексов для расчетов напряженно-деформированного состояния материалов и конструкций при воздействии различных физических и механических факторов.

По завершении изучения дисциплины обучающийся должен овладеть знаниями и умениями, необходимыми ему для подготовки конструкторской и технологической документации; для работы с современными САЕ системами; для моделирования поведения современных материалов при различных физических и механических воздействиях с учетом их структурного состояния; для успешной профессиональной работы.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Компьютерные и информационные технологии в материаловедении» относится к вариативной части Блока 1 (обязательной для изучения). Освоение данной дисциплины позволит обучающимся расширить свои практические навыки в профессиональной области.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

профессиональных:

ПК-8. Способен моделировать процессы термической и иных обработок и прогнозировать результаты их осуществления при различных режимах, в том числе с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

–существующие и перспективные и информационные технологии применительно к материаловедению и технологии материалов;

–виды и типы современного программного обеспечения расчетов технологических процессов литья, обработки металлов давлением, термической обработки;

–необходимые данные для постановки задачи моделирования технологических процессов и методы их измерения или расчета;

–особенности процессов адаптации моделей геометрии для программных расчетных комплексов;

–редакторы графической информации и их возможности.

уметь:

–пользоваться методами моделирования и оптимизации материалов и технологических процессов с использованием глобальных информационных ресурсов;

–использовать полученные теоретические знания для создания конструкторской и технологической документации;

–использовать полученные теоретические знания для построения математических моделей с применением средств компьютерного моделирования технологических процессов;

–использовать полученные теоретические знания для построения математических моделей эволюции структуры с применением средств компьютерного моделирования технологических процессов.

–осуществлять подготовку материалов для задания граничных и начальных условий в зависимости от типа технологического процесса;

–анализировать корректность полученного решения, основываясь на фундаментальных знаниях о моделируемых технологических процессах;

–создавать и редактировать конструкторскую и технологическую документацию;

–целенаправленно находить необходимую научно-техническую информацию.

4. Структура и содержание разделов дисциплины

Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Особенности моделирования материалов и их механического поведения.	Физико-механические свойства материалов и способы их экспериментального определения. Изотропное, ортотропное и анизотропное тело. Реологические модели. Источники погрешности. Классы численных методов. Контроль правильности полученной модели. Условие корректно поставленной задачи.	1/1
2	Конечно-элементное моделирование в ANSYS.	Этапы работ в ANSYS. Виды прочностного анализа в ANSYS и модели механического поведения материалов. Особенности построения математических моделей и получения требуемых выходных параметров. Особенности метода конечных элементов.	1/1
3	Интерфейс программы ANSYS. Построение геометрической модели.	Построение точек, линий, плоскостей, объемов и операции с ними. Операции Булевой алгебры. Масштабирование, копирование, перемещение, удаление объектов. Операции экструзии и зеркального отражения. Деление объектов системой координат. Работа с глобальной, рабочей и локальной системами координат. Возможности параметрического программирования в ANSYS. Импорт и экспорт моделей. Работа с визуализацией объектов, компоненты и ансамбли. Определение расстояний между объектами.	2/2
4	Построение сеточной модели. Работа в решателе и постпроцессоре. Типы систем координат. Отбор объектов, компоненты и ансамбли.	Задание типов конечных элементов и их констант. Задание физико-механических свойств материалов. Определение атрибутов объектов. Построение сетки конечных элементов, варианты разбиения объектов. Задание ограничений и нагрузок. Определение контактных пар и решение контактной задачи. Отображение результатов решения. Декартова, цилиндрическая и сферическая системы координат.	2/2
Итого:			6/6

Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Не предусмотрено		
Итого:			0/0

Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Знакомство с интерфейсом программы ANSYS. Работа в препроцессоре.	Построение линий, плоскостей и объемов. Операции Булевой алгебры. Масштабирование, копирование, перемещение, удаление объектов. Операции экструзии и зеркального отражения. Деление объектов системой координат. Работа с глобальной, рабочей и локальной системами координат. Возможности параметрического программирования в ANSYS. Импорт и экспорт моделей. Работа с визуализацией объектов, компоненты и ансамбли. Определение расстояний между объектами.	6/6
2	Работа в решателе и постпроцессоре.	Задание типов конечных элементов и их констант. Задание физико-механических свойств материалов. Определение атрибутов объектов. Построение сетки конечных элементов, варианты разбиения объектов. Задание ограничений и нагрузок. Определение контактных пар и решение контактной задачи. Отображение результатов решения.	8/8
3	Расчеты устойчивости стержней и пластин. Расчет устойчивости многослойных пластин.	Расчет устойчивости стержней с различной геометрией по формуле Эйлера и МКЭ в ANSYS. Расчет устойчивости пластин с различной геометрией аналитическим методом и МКЭ в ANSYS. Расчет устойчивости многослойных пластин с различной геометрией МКЭ в ANSYS. Расчет критических напряжений потери устойчивости в гибридных слоистых пластинах.	8/8
4	Применение системы ANSYS к оценке усталостной долговечности	Основы расчета долговечности при многоцикловой усталости. Определение опасной точки. Определение истории нагружения. Задание свойств материала. Задание характеристик конструкции или ее элемента влияющих на изучаемый процесс. Расчет усталостной долговечности. Основная терминология. Методика оценки степени поврежденности. Расчета элемента конструкции с использованием модуля Fatigue. Последовательность выполняемых команд.	8/8
Итого:			30/30

Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма контроля (тестирование, коллоквиум, контрольная работа)	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Не предусмотрено		
Итого:			0/0

Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1.	Пример статического анализа напряженного состояния	Подготовка к практическим занятиям	12/12
2.	Пример нелинейного анализа остаточной пластической деформации при циклическом нагружении	Подготовка к практическим занятиям	12/12
3.	Пример анализа собственных колебаний	Подготовка к практическим занятиям	12/12

4.	Пример анализа температурных полей и термических напряжений	Подготовка к практическим занятиям	12/12
5.	Пример расчета гармонических вынужденных колебаний	Подготовка к практическим занятиям	12/12
6.	Пример динамического анализа начальной стадии нагружения	Подготовка к практическим занятиям	14/14
7.	Пример определения сейсмической деформации	Подготовка к практическим занятиям	14/14
8.	Пример линейного анализа вертикальной балки под действием изгибающей силы	Подготовка к практическим занятиям	14/14
9.	Расчет элемента конструкции с использованием модуля Fatigue.	Подготовка к практическим занятиям	14/14
10.	Решение контактной задачи	Подготовка к практическим занятиям	14/14
11.	Расчет устойчивости многослойных пластин	Подготовка к контрольной работе	14/14
Итого:			144/144

5. Образовательные технологии

Практические занятия по дисциплине «Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве» проводятся в аудитории, оснащенной персональными компьютерами с пакетом учебных программ.

При реализации учебной работы в рамках дисциплины «Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве» используется интерактивная форма проведения практических занятий. На практических занятиях обучающиеся, используя руководство пользователя для конкретного программного продукта и консультируясь с преподавателем, изучают принципы работы компьютерных программ.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

В качестве форм текущей аттестации обучающихся по дисциплине «Компьютерные и информационные технологии в материаловедении» проводится зачет (с оценкой). При подготовке к зачету, необходимо разобраться с применением различных программных комплексов решения технологических задач и уметь их использовать на практике.

Зачет: выполнение и защита практических работ.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Басов, К.А. Графический интерфейс комплекса ANSYS [Электронный ресурс] / К. А. Басов. - М.: ДМК Пресс, 2007. - 248 с. - Электрон. текстовые данные. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7802>. - Загл. с экрана.

2. Басов, К.А. ANSYS [Электронный ресурс]: справочник пользователя / К. А. Басов. - М.: ДМК Пресс, 2007. - 640 с. - Электрон. текстовые данные. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7819>. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература:

1. Шапкарина Г.Г. Основы цифрового управления. Основные понятия и описание цифровых систем управления. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Г. Шапкарина. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2009. — 63 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56100>. - Загл. с экрана.

2. Мельниченко А.С. Статистический анализ в металлургии и материаловедении [Электронный ресурс] : учебник / А.С. Мельниченко. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2009. — 268 с. — 978-5-87623-258-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56206>. - Загл. с экрана.
3. Новые информационные технологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.П. Дьяконов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009. — 640 с. — 5-98003-170-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65121>.- Загл. с экрана.
4. Внедрение на промышленных предприятиях информационных технологий поддержки жизненного цикла продукции [Электронный ресурс]: методические рекомендации / Л.В. Губич [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская наука, 2012. — 190 с. — 978-985-08-1488-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29432>.- Загл. с экрана.
5. Микропроцессоры и микроЭВМ в системах автоматического управления / Хвощ, С.Т., Варлинский, Н.Н., Попов, Е.А. - Л.: Машиностроение, 1987 - 639 с.
6. Изюмов А.А. Компьютерные технологии в науке и образовании [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Изюмов, В.П. Коцубинский. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2012. — 150 с. — 978-5-4332-0024-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13885>.- Загл. с экрана.
7. Машихина Т.П. Информационные технологии управления [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т.П. Машихина, С.В. Шостенко. — Электрон. текстовые данные. — Волгоград: Волгоградский институт бизнеса, Вузовское образование, 2010. — 278 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11322>. - Загл. с экрана.
8. Граничин О.Н. Информационные технологии в управлении [Электронный ресурс] / О.Н. Граничин, В.И. Кияев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 377 с. — 978-5-94774-986-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57379>. - Загл. с экрана.
9. Информатика. Введение в современные информационные и телекоммуникационные технологии в терминах и фактах / Воройский, Ф.С. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006 - 768 с.

Интернет-ресурсы и программное обеспечение:

- www.autodesk.ru/education/country-gateway Бесплатные онлайн-ресурсы для обучения с использованием программного обеспечения Autodesk.
- <http://autocad-specialist.ru/samouchitel-autocad.html> Бесплатный самоучитель AutoCAD 2015.
- www.iprbooks.ru Электронно-библиотечная система IPRbooks
 - www.e.lanbook.ru Электронно-библиотечная система «Лань»
 - <https://rd.springer.com> - Springer Link
 - <https://www.nature.com> - Springer Nature
 - <https://materials.springer.com> - Springer Materials
 - www.springerprotocols.com - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний SpringerProtocols
 - <https://zbmath.org> Реферативная база данных по чистой и прикладной математике ZbMATH
 - <https://nano.nature.com> - База данных NANO
 - <https://onlinelibrary.wiley.com> - Журналы издательства Wiley
 - <http://pubs.rsc.org> - Журналы издательства Royal Society of Chemistry (Королевского химического общества)
 - Microsoft Win Rmt Dscs CAL 2012 Russian Academic OPEN I License Devaice CAL

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные занятия:

- Комплект электронных презентаций.
- Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук),
- Маркерная доска.

Лабораторные работы не предусмотрены.

Практические занятия, самостоятельная работа обучающихся:

- Компьютерный класс.
- Презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук).
- Программное обеспечение AUTOCAD, 3DS MAX, ANSYS® Student.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кафедра «Материаловедение»

«УТВЕРЖДАЮ»
Начальник управления
«Научно-образовательная деятельность»

Д.С. Свириденко

РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА
«Современные физико-химические методы исследования материалов»
(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки: 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Квалификация выпускника: магистр.

Форма обучения: очная / очно-заочная

Трудоемкость дисциплины: 6 з.е. / 216 ч.

Распределение трудоемкости дисциплины по семестрам и видам учебной работы

Вид учебной работы	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения
	1 семестр	1 семестр
Общий объем работ в учебной аудитории, ч, в том числе:	36	36
Лекции	6	6
Лабораторные работы		
Практические занятия или семинары	30	30
Общий объем самостоятельной работы, ч, в том числе:	144	144
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графические работы		
Реферат	36	36
Контроль самостоятельной работы: тестирование, коллоквиум, контрольная работа	2	2
Другие виды работ	106	106
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен
	36	36
Итого	216	216

Рабочая учебная программа по дисциплине составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Автор (ы)

/ к.т.н. М.С. Алексеева

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Рабочая программа рассмотрена на заседании Ученого совета (протокол № 5 от 11.10.2022 г.) и признана соответствующей требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и учебного плана по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Зав. кафедрой

/ д.т.н., доц. А.Б. Лаптев

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением строения, структуры и физико-химических методов исследований металлических и неметаллических материалов.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является ознакомление с существующими физико-химическими методами исследований материалов, необходимыми для оценки эксплуатационных свойств материалов, а также обучение применению этих методов исследования материалов с демонстрацией на конкретных примерах, применяемых в ВИАМ, с подробным описанием: как правильно выбирать требуемый метод исследования и средства его реализации, строить план эксперимента в соответствии с поставленной целью и особенностями материала, корректно сопоставлять результаты, полученные разными методами исследования.

Для достижения поставленной цели при изучении дисциплины решаются следующие задачи:

- изучить физические принципы, лежащие в основе наиболее общих и распространенных экспериментальных методов в различных отраслях науки и техники;
- изучить основные методы исследования материалов, их испытания и контроля, условия их реализации и границы применения;
- изучить классификации металлических, неметаллических и полимерных композиционных материалов на основе эксплуатационных требований;
- изучить способы обработки экспериментальных данных по результатам выполненных физико-химических исследований;
- получить навыки применения современных методов исследования, контроля и испытания материалов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Современные физико-химические методы исследования материалов» относится к вариативной части Блока 1 (обязательной для изучения). Обучающиеся по данному курсу, должны знать основы математики, неорганической и органической химии, физической химии, общей физики и физики конденсированного состояния, кристаллографии, механики материалов и конструирования, теории упругости, пластичности и разрушения материалов, информатики и информационно-коммуникационных технологий. В результате освоения данной дисциплины приобретаются знания и умения, необходимые в научно-исследовательской работе обучающегося.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

общепрофессиональными:

ОПК-2. Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии.

профессиональными:

ПК-2. Владеет навыками анализа структуры и основными методиками исследования свойств материалов, способен адаптировать существующую методику к потребностям производства и разработать специальную методику. Организовывать проведение анализа новых материалов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать строение и свойства материалов (металлических и неметаллических, композиционных материалов на основе матриц различной природы, материалов с особыми свойствами); основные технологические процессы переработки и обработки материалов при изготовлении из них различных изделий; методы изучения структуры и определения

свойств материалов; особенности поведения материалов в условиях эксплуатации; основы теоретической механики, теории устойчивости конструкций, механики разрушения, теории колебаний, математической статистики, материаловедения; физические и механические характеристики конструкционных материалов; основы метрологии.

уметь выбирать материалы изделий (конструкций) с учетом их физико-механических, термических, технологических и эксплуатационных свойств и технологические процессы переработки и обработки материалов с целью достижения высокой надежности, долговечности и технологичности изделий в сочетании с оптимальной экономичностью. Проводить расчеты на прочность различных типов конструкций. Анализировать состояние поврежденной конструкции.

владеть методами определения физико-механических и других свойств материалов, методикой разработки технологических процессов и технологических карт, а также методами оценки технологических и эксплуатационных свойств материалов, навыками работы с оптическими микроскопами и способами изготовления образцов материалов.

4. Структура и содержание разделов дисциплины

Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Введение.	Структура изучаемого курса. Физическая природа физических свойств: Теоретические предпосылки для создания материалов с заданным уровнем физических свойств. Изучение закономерностей влияния химического состава, структурного состояния, фазового состава, температуры, фазовых и структурных превращений и др. факторов на данное свойство. Физические свойства как основа физических методов исследования фазовых и структурных превращений в металлах и сплавах.	1/1
2	Физика атомов и кристаллических тел.	Электронное строение изолированного атома. Электронное строение металлов.	1/1
3	Электрические свойства металлов и сплавов.	Природа структурной чувствительности электропроводности металлов; основные закономерности изменения удельного электросопротивления металлов и сплавов; влияние химического состава сплавов на их удельное электросопротивление; электро-сопротивление твердых растворов внедрения и замещения; влияние нагрева на удельное электросопротивление металлов и сплавов; температурный коэффициент электро-сопротивления и его структурная чувствительность.	1/1
4	Тепловые свойства металлов и сплавов. Теплопроводность металлов и сплавов.	Теплоемкость металлов и сплавов; представление о теплосодержании, средней и истинной теплоемкости вещества, определения и единицы измерения; физические аспекты теплоемкости кристаллических тел; представление о характеристической температуре. Общие представления о теплопроводности, определение и единицы измерения; физические аспекты теплопроводности кристаллических тел; решеточная и электронная компоненты теплопроводности.	0,5/0,5
5	Магнитные свойства металлов и сплавов.	Основные положения и характеристики; намагниченность, магнитная восприимчивость, магнитная индукция, магнитная проницаемость и взаимосвязь основных характеристик.	0,5/0,5
6	Объемные свойства металлов и сплавов.	Основные объемные свойства; плотность, удельный объем, коэффициент всестороннего сжатия,	0,5/0,5

		термическое расширение; взаимосвязь объемных свойств между собой и с другими физическими свойствами.	
7	Упругие свойства металлов и сплавов.	Техническая потребность в материалах с заданным уровнем упругих свойств; основные характеристики упругости, используемые в инженерной практике, и соотношение между ними.	0,5/0,5
8	Физические методы дефектоскопии.	Области применения неразрушающего контроля в инженерной практике. Физические свойства, используемые для обнаружения несплошностей и включений в металлах; ультразвуковая дефектоскопия; радиационная дефектоскопия; магнитная дефектоскопия; магнитопорошковый, индукционный, магнитографический методы обнаружения полей рассеяния.	0,5/0,5
9	Химический состав металлических материалов.	Методы анализа химического состава металлических материалов. Пробоотбор и пробоподготовка.	0,5/0,5
Итого:			6/6

Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Не предусмотрено		
Итого:			0/0

Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование практических занятий	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Введение.	Системы единиц. Единая система единиц (СИ). Понятие вероятности. Специальные распределения вероятностей и их использование в физике. Определение средних значений измеряемых параметров и их погрешностей в прямых и косвенных измерениях. Средние и вероятные значения переменных. Суммирование результатов различных измерений.	3/3
2.	Физика атомов и кристаллических тел.	Свободные электроны и электроны проводимости. Классификация кристаллических материалов по уровню электропроводности.	3/3
3.	Электрические свойства металлов и сплавов.	Исследование влияния состава сплава на температурный коэффициент электросопротивления. Изучение методом дифференциального термического анализа влияния скорости нагрева и охлаждения на положение температур фазовых превращений. Применение электрических свойств для решения различных задач в практике металловедения; материалы с заданным уровнем электрических свойств.	3/3
4.	Тепловые свойства металлов и сплавов. Теплопроводность металлов и сплавов.	Расчет удельной теплоемкости металлов и промежуточных фаз; правило Неймана-Коппа; изменение теплоемкости металлов и сплавов при фазовых и структурных превращениях, примеры использования термического анализа для решения различных задач в практике металловедения. Определение температур фазовых превращений в углеродистой стали при нагреве и охлаждении с использованием универсального dilatометра. Закон Видемана-Франца; теплопроводность сталей	4/4

		различных классов и ее значение для практики термической обработки.	
5.	Магнитные свойства металлов и сплавов.	Специфика поведения в магнитном поле веществ с различной магнитной восприимчивостью; физические аспекты магнетизма веществ; диамагнетики и особенности их взаимодействия с магнитным; парамагнетики и особенности их взаимодействия с магнитным полем; строение и свойства ферромагнетиков; эксплуатационные свойства и специфика структурного состояния ферромагнитных материалов различного назначения.	3/3
6.	Объемные свойства металлов и сплавов.	Физический аспект термического расширения металлов; основные закономерности изменения объемных свойств металлов и сплавов; плотность металлов и сплавов; применение объемных свойств для решения задач практического металловедения.	3/3
7.	Упругие свойства металлов и сплавов.	Материалы с высоким пределом упругости для статического и циклического нагружения; основные требования к структурному состоянию и свойствам пружинных материалов.	3/3
8.	Физические методы дефектоскопии.	Ультразвуковая дефектоскопия; особенности взаимодействия упругих механических колебаний с кристаллической средой; явления поглощения, рассеивания, отражения и трансформации; основные принципы реализации ультразвуковой дефектоскопии изделий машиностроения; пределы применимости метода. Радиационная дефектоскопия; особенности взаимодействия электромагнитного излучения с кристаллической средой; специфика и пределы применимости рентгеновской и гамма-дефектоскопии. Магнитная дефектоскопия; формирование полей рассеяния вблизи несплошностей и других дефектов. Методы обнаружения полей рассеяния; пределы применимости метода.	5/5
9.	Химический состав металлических материалов.	Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Атомно-абсорбционный анализ. Рентгено-флуоресцентный метод анализа. Масс-спектральный метод анализа. Стандартные образцы. Методы определения газообразующих примесей.	3/3
Итого:			30/30

Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма контроля (тестирование, коллоквиум, контрольная работа)	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Физико-механические исследования и испытания	Контрольная работа	2/2
Итого:			2/2

Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч. Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Введение.	Подготовка к практическим занятиям	8/8

2	Физика атомов и кристаллических тел.	Подготовка к практическим занятиям	10/10
3	Электрические свойства металлов и сплавов.	Подготовка к практическим занятиям	10/10
4	Тепловые свойства металлов и сплавов. Теплопроводность металлов и сплавов.	Подготовка к контрольной работе	14/14
5	Магнитные свойства металлов и сплавов.	Подготовка к практическим занятиям	10/10
6	Объемные свойства металлов и сплавов.	Подготовка к практическим занятиям	8/8
7	Упругие свойства металлов и сплавов.	Подготовка к практическим занятиям	8/8
8	Физические методы дефектоскопии.	Реферат	28/28
9	Химический состав металлических материалов.	Подготовка к практическим занятиям	10/10
Итого:			106/106

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по реализации разностороннего (комплексного) подхода к процессу подготовки специалистов, предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций при выборе материалов или конкретных технологических процессов, аналогичные задания прорабатываются самостоятельно в курсовой работе), что в сочетании с внеаудиторной работой формирует и развивает профессиональные навыки обучающихся. В рамках учебного курса предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, экспертами и специалистами.

При изучении дисциплины «Современные физико-химические методы исследования материалов» используются следующие интерактивные методы:

- «работа в группах» – семинары; каждая группа обучающихся проводит анализ структуры и свойств материалов;
- «кейс-технология» – семинары; каждый обучающийся получает кейс, содержащий электронную версию раздела дисциплины, пакет экспериментальных данных испытаний и исследований материалов;
- «тренинг» – практические занятия; развитие навыков и умения определять параметры структуры образцов и физические свойства материалов, приобретение навыков работы с научным оборудованием;
- «дискуссия группы экспертов» – группы обучающихся-экспертов анализируют преимущества и недостатки каждого из методов контроля материала и определяют оптимальную структуру для каждой композиции.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

По итогам обучения проводится экзамен. Изучение дисциплины «Современные физико-химические методы исследования материалов» организуется таким образом, чтобы обучающиеся во время лекционных занятий проявляли активность при освоении предлагаемого материала, используется диалоговый режим проведения лекций. Для самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать справочную, учебную и монографическую литературу, государственные стандарты и другие нормативные акты, учебные пособия, разработанные на кафедрах, Интернет-ресурсы.

Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется преподавателем в интерактивной форме в виде бесед и тестирования на практических занятиях. При подготовке к семинарам обучающиеся готовят презентации и представляют их на семинаре. Уровень знаний, умений учащегося по всем видам работ оценивается при проведении экзамена по дисциплине.

Вопросы к контрольной работе:

1. Классификация физических методов, применяемых для исследования материалов.
2. На чем основаны физические методы исследования металлов.
3. Область применения неразрушающего контроля.
4. Влияние химического состава сплавов на удельное электросопротивление.
5. Основные принципы реализации ультразвуковой дефектоскопии изделий машиностроения
6. Пределы применимости магнитопорошкового метода
7. Физические методы дефектоскопии.
8. Значение физических свойств для материалов специального машиностроения
9. Магнитные свойства металлов и сплавов. Основные характеристики
10. Примеры использования термического анализа для решения задач в практике материаловедения
11. Основные закономерности изменения объемных свойств
12. Упругие свойства металлов и сплавов. Основные характеристики.
13. Специфика и пределы применимости рентгеновской дефектоскопии
14. Основные методы определения химического состава металлических материалов.
15. Методы обнаружения тепловых эффектов превращений

Примерный перечень тем для рефератов:

1. Определение прочности при сдвиге и сжатии углепластиков методами неразрушающего контроля.
2. Разработка технологии рентгенографического контроля детали, узла и т.п.
3. Разработка технологии ручного контактного ультразвукового контроля металлической детали, полуфабриката.
4. Разработка технологии ручного ультразвукового контроля монолитной плоской панели из углепластика.
5. Разработка технологии акустического контроля агрегата с сотовым заполнителем теневым методом, импедансным, локальным методом свободных колебаний.
6. Разработка технологии капиллярного контроля крупногабаритных деталей люминесцентным методом.
7. Разработка технологии капиллярного контроля крупногабаритных деталей цветным методом.
8. Теплофизические свойства композиционных материалов.
9. Основные методы определения химического состава металлических материалов.
10. Метод эмиссионного спектрального анализа металлов.
11. Метод масс-спектрометрического анализа металлов.
12. Теплофизические свойства стали.
13. Теплофизические свойства композиционных материалов.
14. Особенности теплофизических свойств металлов при высоких температурах.
15. Магнитопласты. Пленочные постоянные магниты.

Вопросы к экзамену:

1. Области применения неразрушающего контроля в инженерной практике.
2. Физические свойства, используемые для обнаружения несплошностей и включений в металлах.

3. Ультразвуковая дефектоскопия.
4. Основные принципы реализации ультразвуковой дефектоскопии изделий машиностроения.
5. Радиационная дефектоскопия.
6. Специфика и пределы применимости рентгеновской и гамма-дефектоскопии.
7. Магнитная дефектоскопия.
8. Магнитная дефектоскопия. Пределы применимости метода.
9. Объемные свойства металлов и сплавов.
10. Основные объемные свойства металлов и сплавов.
11. Физический аспект термического расширения металлов.
12. Основные закономерности изменения объемных свойств металлов и сплавов.
13. Термическое расширение металлов и сплавов при нагреве.
14. Применение объемных свойств для решения задач практического металловедения.
15. Упругие свойства металлов и сплавов.
16. Основные характеристики упругости.
17. Характеристики упругости, используемые в инженерной практике
18. Примеры использования термического анализа и метода калориметрии для решения различных задач в практике металловедения.
19. Физические аспекты теплопроводности кристаллических тел.
20. Тепловые свойства металлов и сплавов.
21. Влияние состава на температурный коэффициент линейного расширения.
22. Теплоемкость и теплопроводность материалов.
23. Термостойкость. Факторы, определяющие термостойкость материалов.
24. Теплоемкость металлов и сплавов.
25. Классификация физических методов, применяемых для исследования материалов: спектральные, дифракционные, магнитные, электрические, масс-спектрометрические.
26. Классификация спектральных методов по способу наблюдения.
27. Техника и методика спектроскопии.
28. Магнитные свойства металлов и сплавов.
29. Магнитные свойства металлов и сплавов. Основные положения и характеристики.
30. Электронный эмиссионный анализ. Измерение интенсивности линий. Методы качественного, полуколичественного и количественного анализа.
31. Техника и методика эксперимента в электронной эмиссионной и абсорбционной спектроскопии.
32. Физические основы радиоспектроскопических методов. Магнитные моменты и характеристики атомных ядер. Условия резонанса. Способы достижения условий резонанса.
33. Физические аспекты магнетизма веществ.
34. Диамагнетики и особенности их взаимодействия с магнитным полем.
35. Парамагнетики и особенности их взаимодействия с магнитным полем.
36. Ферромагнетики и особенности их взаимодействия с магнитным полем.
37. Классификация веществ по степени и характеру магнитной упорядоченности.
38. Строение и свойства ферромагнетиков.
39. Эксплуатационные свойства и специфика структурного состояния ферромагнитных материалов различного назначения.
40. Основные методы определения химического состава металлических материалов.
41. Метод эмиссионного спектрального анализа металлов.
42. Метод масс-спектрометрического анализа металлов.
43. Применение ферромагнитных свойств для решения задач практического металловедения.
44. Свойства ферромагнитных материалов, работающих в переменных магнитных полях

45. Методы обнаружения тепловых эффектов превращений.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Уильям Д. Каллистер Материаловедение. От технологии к применению. Металлы, керамика, полимеры [Электронный ресурс] : учебник / Д.Каллистер Уильям, Дж.Ретвич Дэвид. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Научные основы и технологии, 2011. — 896 с. — 978-5-91703-022-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13216>. - Загл. с экрана.

2. Материаловедение и технология материалов / Фетисов, Г.П., Гарифуллин, Ф.А. - М.: ИНФРА-М, 2014 - 397 с.

Дополнительная литература:

1. Конюхов В.Ю., Гоголадзе И.А., Псху З.В. Методы исследования материалов и процессов: учеб. пособие.- М.: МГУП. 2007. 228 с.

2. Суслов А.Г. Инженерия поверхности деталей: монография. М.: Машиностроение. 2008. 320 с.

3. Ремизов А.Л. Методы неразрушающего контроля.- М.: Машиностроение, 1988.- 56с.

4. Неразрушающий контроль и диагностика: справочник. - М.: Машиностроение, 1995.- 498с.

5. Металловедение тугоплавких металлов и сплавов на их основе / Осинцев, О.Е. - М.: Машиностроение, 2013 - 156 с.

6. Физика и химия обработки материалов. - Архив журнала с 2006 г. - по н.в. - (с 2006 г. - июнь 2013 г. в печатной версии; с июля 2013 г. в электронной версии).

7. Физика металлов и металловедение. - Архив журнала с 2006 г. - по н.в. - (с 2006 г. - июнь 2013 г. в печатной версии; с июля 2013 г. в электронной версии).

8. Физикохимия поверхности и защита материалов. - Архив журнала с 2006 г. - по н.в. - (с 2006 г. - июнь 2013 г. в печатной версии; с июля 2013 г. в электронной версии).

9. Энциклопедия инженера-химика. - Архив журнала с 2010 г. - №6 2013 г., №7 2013 г. - по н.в. - (печатная версия). - (электронная версия).

Интернет-ресурсы и программное обеспечение:

- www.iprbooks.ru Электронно-библиотечная система IPRbooks
- www.e.lanbook.ru Электронно-библиотечная система «Лань»
- <https://rd.springer.com> - Springer Link
- <https://www.nature.com> - Springer Nature
- <https://materials.springer.com> - Springer Materials
- www.springerprotocols.com - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний SpringerProtocols
- <https://zbmath.org> Реферативная база данных по чистой и прикладной математике ZbMATH
- <https://nano.nature.com> - База данных NANO
- <https://onlinelibrary.wiley.com> - Журналы издательства Wiley
- <http://pubs.rsc.org> - Журналы издательства Royal Society of Chemistry (Королевского химического общества)
- Microsoft Win Rmt Dscs CAL 2012 Russian Academic OPEN I License Devaice CAL .

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Современные физико-химические методы исследования материалов» используются материально-технические возможности лабораторий ВИАМ.

Лекционные занятия:

- комплект для электронных презентаций;

– аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы не предусмотрены.

Практические занятия:

- компьютерный класс;
- презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук);
- пакеты ПО общего назначения (текстовые и графические редакторы).

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кафедра «Материаловедение»

«УТВЕРЖДАЮ»
Начальник управления
«Научно-образовательная деятельность»

Д.С. Свириденко

РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА
«Методы определения и исследования свойств материалов»
(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки: 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Квалификация выпускника: магистр

Формы обучения: очная / очно-заочная

Трудоемкость дисциплины: 5 з.е. /180 ч.

Распределение трудоемкости дисциплины по семестрам и видам учебной работы

Вид учебной работы	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения
	2 семестр	2 семестр
Общий объем работ в учебной аудитории, ч., в том числе:	36	36
Лекции	6	6
Лабораторные работы		
Практические занятия или семинары	30	30
Общий объем самостоятельной работы, ч., в том числе:	108	108
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графические работы		
Реферат	36	36
Контроль самостоятельной работы: тестирование, коллоквиум, контрольная работа	4	4
Другие виды работ	68	68
Вид промежуточной аттестации	экзамен	экзамен
	36	36
Итого	180	180

Рабочая учебная программа по дисциплине составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Автор (ы)

/ к.т.н. Е.Б. Чабина

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Рабочая программа рассмотрена на заседании Ученого совета (протокол № 5 от 11.10.2022 г.) и признана соответствующей требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и учебного плана по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Зав. кафедрой

/ д.т.н., доц. А.Б. Лаптев

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением строения и структуры металлических и неметаллических материалов.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является изучение методов спектральных, химико-аналитических исследований, исследований теплофизических свойств, металлофизических исследований, физико-механических испытаний, неразрушающих методов контроля, а также приобретение навыков, необходимых для оценки эксплуатационных свойств материалов, применительно к различным изделиям, изучение физических основ просвечивающей электронной микроскопии и возможностей этого метода при исследовании микроструктуры и фазового состава материала.

Для достижения поставленной цели при изучении дисциплины решаются следующие задачи:

- изучить классификации металлических, неметаллических и полимерных композиционных материалов на основе эксплуатационных требований, предъявляемых к деталям конструкций и машин;
- рассмотреть место технической диагностики металлических, неметаллических и полимерных композиционных материалов в системе технического контроля объектов;
- изучить классификации видов структурных неоднородностей и нарушений сплошности металлических, неметаллических и полимерных композиционных материалов, возникающих в процессе производства и эксплуатации, и влияние структурных аномалий на физико-механические свойства материалов;
- иметь представление о физических основах использования продольных волн и волн Лэмба при контроле деталей и конструкций из полимерных композиционных материалов, об информативности акустических характеристик материала, используемых в качестве параметров диагностики, и о комплексировании параметров диагностики;
- изучить принципы формирования изображения;
- изучить принципы формирования дифракционных картин и особенности работы с обратным пространством;
- изучить основы пробоподготовки, получить навыки работы с установками для изготовления электронно-микроскопических фольг;
- изучить особенности исследования микроструктуры Al и Ti сплавов;
- изучить изменения свойств материала в зависимости от структурно-фазового строения Al и Ti сплавов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Методы определения и исследования свойств материалов» относится к вариативной части Блока 1 (обязательной для изучения). В результате освоения данной дисциплины приобретаются знания и умения, необходимые в научно-исследовательской работе обучающегося при написании магистерской диссертации.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

общепрофессиональными:

ОПК-2. Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии.

профессиональными:

ПК-2. Владеет навыками анализа структуры и основными методиками исследования свойств материалов, способен адаптировать существующую методику к потребностям производства и разработать специальную методику. Организовывать проведение анализа новых материалов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- строение и свойства материалов (металлических и неметаллических композиционных материалов на основе матриц различной природы, материалов с особыми свойствами);
- основные технологические процессы переработки и обработки материалов при изготовлении из них различных изделий;
- методы изучения структуры и определения свойств материалов;
- особенности поведения материалов в условиях эксплуатации, а также основы теоретической механики, математической статистики, материаловедения, метрологии;
- физические и механические характеристики конструкционных материалов;
- способы обработки экспериментальных данных по результатам физико-механических испытаний образцов.

уметь:

- выбирать материалы изделий (конструкций) с учетом их физико-механических, термических, технологических и эксплуатационных свойств и технологические процессы переработки и обработки материалов с целью достижения высокой надежности, долговечности и технологичности изделий в сочетании с оптимальной экономичностью;
- проводить расчеты на прочность различных типов конструкций, анализировать состояние поврежденной конструкции;
- правильно настраивать аппаратуру;

владеть:

- методами определения физико-механических и других свойств материалов,
- методикой разработки технологических процессов и технологических карт, а также методами оценки технологических и эксплуатационных свойств материалов,
- навыками работы с оптическими микроскопами, испытательным оборудованием и способами изготовления образцов материалов.
- практическими навыками работы с обратным пространством: расшифровка дифракционных картин, определение вектора Бюргерса, определение параметров кристаллической решетки.

4. Структура и содержание разделов дисциплины**Лекции**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Введение. Оптическая микроскопия.	Содержание и цели курса. Факторы, определяющие свойства материалов. Оптическая микроскопия. Задачи металлографического анализа.	0,5/0,5
2	Растровая электронная микроскопия	Растровая электронная микроскопия: задачи растровой электронной микроскопии; основные методы пробоподготовки.	0,5/0,5
3	Спектральные методы исследования. Электронная спектроскопия.	Спектральные методы исследования: физические основы микрорентгеноспектрального анализа (МРСА); принципы количественного и качественного анализа; волновые и энергодисперсионные детекторы. Электронная спектроскопия: понятие границ раздела фаз; физические принципы анализа качественного состава поверхности.	1/1
4	Просвечивающая электронная микроскопия	Просвечивающая электронная микроскопия: задачи просвечивающей электронной микроскопии.	0,5/0,5
5	Кристаллография	Кристаллография: изотропные и анизотропные твердые тела; сингонии и трансляционный тип; решетки Браве.	0,5/0,5
6	Рентгеноструктурный анализ	Рентгеноструктурный анализ: физические основы метода рентгеноструктурного анализа; открытие Лауэ;	1/1

		спектр рентгеновской трубки; дифракция рентгеновских лучей на кристаллах; формула Вульфа-Брэгга.	
7	Механические свойства.	Механические свойства: общие понятия и определения. Виды и классификация механических испытаний.	1/1
8	Фрактографический анализ	Механизмы статического разрушения материалов; фрактографический анализ изломов.	1/1
Итого:			6/6

Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	не предусмотрен		
Итого:			0/0

Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Введение. Оптическая микроскопия.	Изучение структуры и определение свойств материалов. Световая микроскопия и специальные методы получения изображений; количественная металлография. Выявление и исследование микроструктуры перспективных жаропрочных никелевых.	2/2
2	Растровая электронная микроскопия	Устройство и принцип работы растрового электронного микроскопа. Применение методов исследования микроструктуры для решения металлургических задач. Примеры структурных исследований различных материалов.	4/4
3	Спектральные методы исследования	Принципиальная схема микрозондового анализатора. Применение МРСА для решения металлургических задач. Примеры исследования локального состава различных материалов. Спектроскопические методы анализа; Оже-электронная спектроскопия (ОЭС); рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС). Экспериментальное исследование теплофизических свойств	4/4
4	Просвечивающая электронная микроскопия	Устройство и принцип работы просвечивающего электронного микроскопа; основные методы пробоподготовки; применение методов исследования микроструктуры для решения металлургических задач. Атомно-эмиссионный анализ.	4/4
5	Кристаллография	Обратная решетка; элементы симметрии и симметрические преобразования; основной закон симметрии кристаллов; основные формулы структурной кристаллографии.	4/4
6	Рентгеноструктурный анализ	Обзор основных методов рентгеноструктурного анализа; рентгеновский фазовый анализ; устройство и принцип работы рентгеновского дифрактометра; основные методы пробоподготовки; применение методов рентгеноструктурного анализа для решения металлургических задач.	4/4
7	Механические свойства.	Статические испытания, усталостные испытания, испытания на трещиностойкость, испытания на длительную прочность и ползучесть, испытания	4/4

		при программном нагружении, испытания при «жестком» цикле. Эксплуатационные свойства. Оценка физико-механических свойств металлических материалов.	
8	Фрактографический анализ.	Виды разрушений. Эксплуатационные разрушения. Фрактографический анализ изломов после механических испытаний. Лазерно-ультразвуковой прибор.	4/4
Итого:			30/30

Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма контроля (тестирование, коллоквиум, контрольная работа)	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Анализ микроэлектроннограмм, обратное пространство	Контрольная работа	2/2
2	Анализ электронно-микроскопических изображений структуры	Контрольная работа	2/2
Итого:			4/4

Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Введение. Оптическая микроскопия.	Подготовка к практическим занятиям	8/8
2	Растровая электронная микроскопия	Реферат.	36/36
3	Растровая электронная микроскопия	Подготовка к контрольной работе.	8/8
4	Спектральные методы исследования	Подготовка к практическим занятиям	8/8
5	Просвечивающая электронная микроскопия	Подготовка к практическим занятиям	8/8
6	Кристаллография	Подготовка к практическим занятиям	8/8
7	Рентгеноструктурный анализ	Подготовка к практическим занятиям	8/8
8	Механические свойства.	Подготовка к практическим занятиям	10/10
9	Фрактографический анализ.	Подготовка к практическим занятиям	10/10
Итого:			104/104

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по реализации разностороннего (комплексного) подхода к процессу подготовки специалистов, предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

Активная и интерактивная формы проведения занятий помогают успешно достичь планируемых результатов освоения дисциплины. К таким формам занятий относятся:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием современного высокотехнологичного оборудования;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Интернет-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- дискуссия как способ закрепления теоретического материала и формирования четко осознаваемой собственной точки зрения;

- IT-методы как способ обучения эффективному оперированию информацией и ее обработки;
- опережающая СРС как форма углубленного изучения и закрепления знаний, а также развития практических умений, заключающаяся в работе обучающихся с лекционным материалом, поиске и анализе литературы и электронных источников информации по заданной проблеме и выбранной теме курсовой работы, выполнении домашних заданий, изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, подготовке к экзамену;
- индивидуальный подход как средство мотивации магистранта к обучению;
- «работа в группах» – каждая группа экспериментально проводит процесс получения микродуговых покрытий и ускоренные коррозионные испытания;
- «тренинг» – практические занятия. Развитие навыков определения возможности возникновения коррозионных повреждений, теоретический анализ и практический расчет скорости коррозионных процессов;
- «case-study» – каждый обучающийся получает кейс, содержащий электронную версию раздела дисциплины, пакет экспериментальных данных испытаний и исследований материалов.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

В качестве оценочных средств используются контрольные работы по разделам дисциплины и защита рефератов в виде презентаций. По итогам обучения проводится экзамен.

В качестве учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется справочная, учебная и монографическая литература, рекомендованная преподавателями, а также методические указания по выполнению и оформлению лабораторных работ, разработанные преподавателями кафедр.

Изучение дисциплины «Методы определения и исследования свойств материалов» организуется таким образом, чтобы обучающиеся во время лекционных занятий проявляли активность при освоении предлагаемого материала, используется диалоговый режим проведения лекций. Для самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать справочную, учебную и монографическую литературу, государственные стандарты и другие нормативные акты, Интернет-ресурсы. При организации лабораторного практикума используется индивидуальный подход с выдачей отдельных – для каждого обучающегося или комплексных – для группы обучающихся заданий экспериментального характера с последующим обсуждением полученных результатов в группе.

Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется преподавателем в интерактивной форме в виде бесед и контрольных работ на практических занятиях. Защита рефератов проводится в виде презентаций.

Вопросы к контрольной работе:

1. Устройство растрового электронного микроскопа.
2. Принцип работы растрового электронного микроскопа.
3. Методы исследования микроструктуры.
4. Применение методов исследования микроструктуры для решения металловедческих задач.
5. Примеры структурных исследований различных материалов.
6. Анализ микроэлектроннограмм.
7. Обратное пространство.
8. Анализ электронно-микроскопических изображений структуры.
9. Задачи растровой электронной микроскопии.
10. Основные методы пробоподготовки.

11. Растровая электронная микроскопия, основные понятия.

Примерный перечень тем для рефератов:

1. История развития микроскопии.
2. Принцип и устройство просвечивающих электронных микроскопов.
3. Методики приготовления электронно-микроскопических объектов.
4. Темнопольные методики исследования.
5. Исследование методом ПЭМ фазового состава сплавов системы Al-Cu-Li.
6. Исследование методом ПЭМ фазового состава сплавов системы Al-Zn-Mg-Cu.
7. Исследование методом ПЭМ фазового состава сплавов системы Al-Cu-Mg-Ag.
8. Исследование методом ПЭМ фазового состава сплавов типа ВТ41, ВТ8-1 и ВТ25У.
9. Исследование методом ПЭМ фазового состава сплавов системы Ni-Ti-Nb.
10. Возможности современной аналитической электронной микроскопии.
11. Определение прочности при сдвиге и сжатии углепластиков методами неразрушающего контроля.
12. Разработка технологии рентгенографического контроля детали, узла и т.п.
13. Определение размера фокусного пятна источника рентгеновского излучения.
14. Определение слоя половинного ослабления рентгеновского излучения материалом с неизвестным составом.
15. Разработка номограмм экспозиций рентгеновского аппарата.
16. Разработка схемы намагничивания, расчет режимов намагничивания для конкретного объекта контроля.
17. Влияние скорости деформации и температуры на прочностные характеристики.
18. Различия в испытаниях на растяжение хрупкого и пластичного материала.
19. Испытания на ударную вязкость (методы Шарпи и Изода).
20. Особенности испытания на глубокую вытяжку.
21. Механические свойства, определяемые при циклических испытаниях материалов.
22. Классификация механических испытаний.
23. Неполная упругость металлов. Эффект Баушингера.

Вопросы к экзамену:

1. Оптическая схема светового микроскопа, задачи и методы исследования.
2. Основные методы количественного металлографического структурного анализа.
3. Методы определения объемной доли и распределения по размерам в полидисперсной системе.
4. Задачи растровой электронной микроскопии; устройство и принцип работы растрового электронного микроскопа.
5. Дополнительные приставки к современному растровому электронному микроскопу и их применение для исследования материалов.
6. Режимы вторичных и обратноотражённых электронов при формировании изображения РЭМ. Отличия и области применения.
7. Задачи, решаемые с применением рентгеноспектрального микроанализа, схема электронно-зондового анализатора.
8. Физические основы метода рентгеноспектрального микроанализа (взаимодействие электронов с мишенью и возбуждение характеристического рентгеновского излучения).
9. Рентгеновские спектрометры с волновой дисперсией и энергодисперсионные. Принципы работы, различия, преимущества и недостатки.
10. Качественный и количественный рентгеноспектральный микроанализ. Физический смысл поправок при количественном анализе.
11. Понятие поверхности раздела фаз. Принципы и методы анализа поверхности.
12. Физические основы, возможности и применение метода Рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии.

13. Физические основы, возможности и применение метода Оже-электронной спектроскопии.
14. Основные понятия в кристаллографии и основные формулы структурной кристаллографии.
15. Дифракция рентгеновских лучей, уравнение Лауэ.
16. Условия формирования дифракционной картины, закон Вульфа-Брэгга.
17. Обратная решетка, понятие сферы Эвальда, геометрическая схема рассеяния.
18. Закон Вульфа-Брэгга – основной закон, описывающий принципы рассеяния волн на кристаллической решетке.
19. Задачи, решаемые с применением рентгеноструктурного анализа, схема дифрактометра, применение различных геометрий съемки
20. Симметрия кристалла, законы погасаний и их практическое использование при расшифровке дифрактограмм
21. Основные понятия в кристаллографии, особенности измерения основных параметров кристаллической решетки методом рентгеноструктурного анализа.
22. Задачи просвечивающей электронной микроскопии; устройство и принцип работы просвечивающего электронного микроскопа.
23. Оптическая схема формирования изображения и дифракционной картины в ПЭМ.
24. Диаграмма растяжения. Основные участки и их особенности.
25. Характеристики, определяющие прочность и пластичность материалов.
26. Модуль Юнга.
27. Коэффициент Пуассона
28. Внешние и внутренние напряжения.
29. Статический и динамический модуль упругости.
30. Пластическая деформация.
31. Статические испытания и усталостные испытания.
32. Испытания на длительную прочность и ползучесть.
33. Механизмы статического разрушения материалов; виды разрушений.
34. Фрактографический анализ изломов. Эксплуатационные разрушения.
35. Типовые структуры литых алюминиевых сплавов. Задачи для исследования структуры методами аналитической микроскопии, рентгеноструктурного анализа и рентгеноспектрального микроанализа.
36. Типовые структуры деформируемых алюминиевых сплавов. Задачи для исследования структуры методами аналитической микроскопии, рентгеноструктурного анализа и рентгеноспектрального микроанализа.
37. Типовые структуры титановых сплавов. Задачи для исследования структуры методами аналитической микроскопии, рентгеноструктурного анализа и рентгеноспектрального микроанализа.
38. Типовые структуры литых никелевых жаропрочных сплавов. Задачи для исследования структуры методами аналитической микроскопии, рентгеноструктурного анализа и рентгеноспектрального микроанализа.
39. Типовые структуры деформируемых никелевых жаропрочных сплавов. Задачи для исследования структуры методами аналитической микроскопии, рентгеноструктурного анализа и рентгеноспектрального микроанализа.
40. Типовые структуры монокристаллических никелевых сплавов. Задачи для исследования структуры методами аналитической микроскопии, рентгеноструктурного анализа и рентгеноспектрального микроанализа.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Гольцев, В.Ю. Методы механических испытаний и механические свойства материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Ю. Гольцев. — Электрон. дан. — М.: НИЯУ МИФИ, 2012. — 228 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/75928>. — Загл. с

экрана. Фульц Б., Хау, Дж. М. Просвечивающая электронная микроскопия и дифрактометрия материалов. - М.: Техносфера, 2011 -904 с.

2. Фульц, Б. Просвечивающая электронная микроскопия и дифрактометрия материалов: пер. с англ. / Б. Фульц, Хау, Дж.М. ; под ред. А.В. Мохова. - М.: Техносфера, 2011. - 904 с.: ил. - Библиогр.: с. 805-820. - Прил.: с. 821-882. - ISBN 978-5-94836-291-5; 1398-00.

2. Яковлев, А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий : учеб. для вузов / А. Д. Яковлев. - 4-е изд., испр. - СПб.: ХИМИЗДАТ, 2010. - 448 с.: ил. - Библиогр.: с. 424-428. - ISBN 978-5-93808-181-9; 1870-00.

Дополнительная литература:

1. Белкин П.Н. Механические свойства, прочность и разрушение твёрдых тел [Электронный ресурс] : учебное пособие / П.Н. Белкин. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2019. — 196 с. — 978-5-4487-0403-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79772>.- Загл. с экрана.

2. Вихров С.П. Механические, электрические и магнитные свойства материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.П. Вихров, Т.А. Холомина. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2004. — 47 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20679>.- Загл. с экрана.

3. Физические свойства материалов. Расчет и методы определения плотности твердых материалов [Электронный ресурс] / Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 24 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17687>.- Загл. с экрана.

4. Атомно-эмиссионный анализ [Электронный ресурс]: метод. указания к лабораторной работе по курсу «Методы определения и исследования свойств материалов» / Всерос. ин-т авиационных материалов, Каф. материаловедения. - М.: ВИАМ, 2014. - 25 с. - Библиогр.: с. 25. - б/ц.

5. Выявление и исследование микроструктуры перспективных жаропрочных никелевых сплавов [Электронный ресурс]: метод. указания к лабораторной работе по курсу «Методы определения и исследования свойств материалов» / Всерос. ин-т авиационных материалов, Каф. материаловедения. - М.: ВИАМ, 2014. - 7 с. - Библиогр.: с. 7. - б/ц.

6. Устройство и принцип работы лазерно-ультразвукового прибора УДЛ-2М [Электронный ресурс]: метод. указания к лабораторной работе по курсу «Методы определения и исследования свойств материалов» / Всерос. ин-т авиационных материалов, Каф. материаловедения. - М.: ВИАМ, 2014. - 23 с. - Библиогр.: с. 23. - б/ц.

7. Оценка физико-механических свойств металлических материалов [Электронный ресурс]: метод. указания к лабораторной работе по курсу «Методы определения и исследования свойств материалов» / Всерос. ин-т авиационных материалов, Каф. материаловедения. - М.: ВИАМ, 2014. - 19 с. - Библиогр.: с. 19. - б/ц.

8. Экспериментальное исследование теплофизических свойств [Электронный ресурс]: метод. указания к лабораторной работе по курсу «Методы определения и исследования свойств материалов»/ Всерос. ин-т авиационных материалов, Каф. материаловедения. - М.: ВИАМ, 2014. - 9 с. - Библиогр.: с. 9. - б/ц.

9. Синдо, Д. Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия: моногр. / Д. Синдо, Т. Оикава; пер. с англ. - М.: Техносфера, 2006. - 256 с.: ил. - Прил.: с.239-253. - ISBN 5-948369-064-4; 149-00.

10. Ньютон Роберт Э. Свойства материалов. Анизотропия, симметрия, структура [Электронный ресурс] / Роберт Э. Ньютон. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2007. — 652 с. — 978-5-93972-634-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16623>.- Загл. с экрана.

11. Сазонов К.Е. Материаловедение. Свойства материалов. Методы испытаний. Лед и снег [Электронный ресурс] / К.Е. Сазонов. — Электрон. текстовые данные. — СПб. :

Российский государственный гидрометеорологический университет, 2007. — 195 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17933>. - Загл. с экрана.

12. Неразрушающий контроль: справочник в 8-ми томах. Т. 3. Ультразвуковой контроль / авт.: И.Н. Ермолов, Ю.В. Ланге; под общ. ред. В.В. Ключева. - 2-е изд., испр. - М.: Машиностроение, Справочник представляет собой наиболее полное пособие, отражающее не только современное состояние, но и новейшие тенденции развития ультразвукового контроля. - 864 с.: ил. - Прил.: 828-839. - Библиогр.: с. 840-859. - ISBN 978-5-94275-411-2: 890-00.

13. Все материалы. Энциклопедический справочник. - Архив журнала с 2006 г. - по июнь 2015 г.- (с 2006 г. - июнь 2013 г. в печатной версии; с июля 2013 г. в электронной версии). - б/ц.

14. Заводская лаборатория. Диагностика материалов. - Архив журнала с 1934 г. - по н.в. - (печатная версия). - б/ц.

15. Микология и фитопатология. - Архив журнала с 2006 г. - по н.в. - (с 2006 г. - июнь 2013 г. в печатной версии; с июля 2013 г. в электронной версии). - б/ц.

16. Микробиология. - Архив журнала с 2006 г. - по н.в. - (с 2006 г. - июнь 2013 г. в печатной версии; с июля 2013 г. в электронной версии). - б/ц.

Интернет-ресурсы и программное обеспечение:

- www.iprbooks.ru Электронно-библиотечная система IPRbooks
- www.e.lanbook.ru Электронно-библиотечная система «Лань»
- <https://rd.springer.com> - Springer Link
- <https://www.nature.com> - Springer Nature
- <https://materials.springer.com> - Springer Materials
- www.springerprotocols.com - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний SpringerProtocols
- <https://zbmath.org> Реферативная база данных по чистой и прикладной математике ZbMATH
- <https://nano.nature.com> - База данных NANO
- <https://onlinelibrary.wiley.com> - Журналы издательства Wiley
- <http://pubs.rsc.org> - Журналы издательства Royal Society of Chemistry (Королевского химического общества)
- Microsoft Win Rmt Dscs CAL 2012 Russian Academic OPEN I License Devaice CAL

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Методы определения и исследования свойств материалов используются материально-технические возможности лаборатории ВИАМ «Металлофизические исследования», оснащенной необходимыми приборами и мультимедийным оборудованием, а также библиотека института ВИАМ.

Лекционные занятия:

- комплект для электронных презентаций;
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы:

- лаборатории ВИАМ;
- компьютерный класс.

Практические занятия:

- компьютерный класс;
- презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук);
- пакеты ПО общего назначения (текстовые и графические редакторы).

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кафедра «Общенаучные дисциплины»

«УТВЕРЖДАЮ»
Начальник управления
«Научно-образовательная деятельность»

Д.С. Свириденко

РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА
«Философские проблемы науки и техники»
(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки: 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная/очно-заочная

Трудоемкость дисциплины: 4 з.е./144 ч.

Распределение трудоемкости дисциплины по семестрам и видам учебной работы

Вид учебной работы	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения
	1 семестр	1 семестр
Общий объем работ в учебной аудитории, ч., в том числе:	28	28
Лекции	24	24
Лабораторные работы		
Практические занятия или семинары	4	4
Общий объем самостоятельной работы, ч., в том числе:	80	80
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графические работы		
Реферат	24	24
Контроль самостоятельной работы: тестирование, коллоквиум, контрольная работа		
Другие виды работ	56	56
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен
	36	36
Итого	144	144

Рабочая учебная программа по дисциплине составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Автор (ы)

/к.ф.н., доц. А.В. Лукьященко

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Рабочая программа рассмотрена на заседании Ученого совета (протокол № 5 от 11.10.2022 г.) и признана соответствующей требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и учебного плана по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Зав. кафедрой

/ к.т.н. О.Ю. Сорокин

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением современных проблем философии науки и техники и овладением основами современных знаний в области взаимоотношений и взаимовлияния философии, науки и техники.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является:

- понимание роли философии в развитии науки;
- анализ ключевых тенденций в развитии философии и науки;
- совершенствование и развитие собственного интеллектуального и общекультурного уровня.

Для достижения поставленной цели при изучении дисциплины решаются следующие **задачи**:

- приобретение навыков междисциплинарного анализа мировоззренческих и методологических проблем, возникающих на современном этапе развития науки и техники;
- приобретение навыков абстрактно-теоретического мышления для объяснения современных научно-технических проблем;
- знание основных принципов философского анализа бытия науки и техники;
- раскрытие сути понятий «наука» и «техника» в историческом контексте;
- анализ специфики технических наук и их соотношения с естественными и общественными науками.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 (обязательной для изучения). При изучении данной дисциплины необходимы знания по дисциплине «Философия» на уровне программ для бакалавра. В результате освоения данной дисциплины приобретаются знания и умения, необходимые в научно-исследовательской работе магистра.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

универсальными:

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;

УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать философские вопросы развития науки и техники; классификацию наук и научных исследований; основные научные школы, направления, концепции; источники знаний и приемы работы с ними; методологию научных исследований; основные особенности научного метода познания; программно-целевые методы решения научных проблем; основы философского понимания научных проблем.

уметь использовать современные научные методы решения профессиональных задач; находить и обобщать аналогии в развитии материалов, техники и технологий с позиции философии; анализировать рассуждения и высказывания; ставить задачи и выбирать методы исследования; интерпретировать и представлять результаты научных исследований.

владеть способностью формировать представление о научной картине мира; способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию, постановке цели и выбору путей ее достижения; философской и методологической основой исследований и разработок в

области материаловедения и технологий материалов для решения поставленных задач; культурой мышления.

4. Структура и содержание разделов дисциплины

Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Предмет и методология философии науки	Проблема соотношения рационального и иррационального в познании. Проблема методологии философского знания. Наука как предмет философской рефлексии. Особенности философского познания.	2/2
2	Возникновение науки и основные стадии ее исторической эволюции	Преднаука и наука. Становление первых форм теоретической мысли. Становление опытной науки в новоевропейской культуре. Формирование технических наук и становление философии техники	2/2
3	Структура научного знания	Классификация наук. Структура эмпирического и теоретического знания. Методология в структуре научного знания	2/2
4	Динамика науки и процесс порождения нового знания	Социокультурные факторы развития науки. Формирование теоретических знаний и их обоснование. Классическая, неклассическая, постнеклассическая теории	2/2
5	Научные традиции и научные революции. Типы научной рациональности	Взаимодействие традиций и возникновение нового знания. Научные революции как точки бифуркации и проблема выбора стратегии научного развития. Глобальные революции и типы научной рациональности. Классическая, неклассическая и постнеклассическая наука	2/2
6	Освоение саморазвивающихся синергетических систем и новые стратегии научного поиска	Понятие синергетики. Научная концепция. Идея синергетики. Самоорганизующиеся системы.	2/2
7	Наука как социальный институт	Институционализация науки и ее философские проблемы. Развитие методов передачи знаний и динамика научного знания. Издержки технического прогресса и проблемы преодоления глобальных кризисов. Проблема социального регулирования науки. Проблемы социальной регуляции научно-технического прогресса. Научно-технический прогресс, общественный контроль и государственное управление	2/2
8	Основные направления философии науки в мире	Герменевтика – философское наследие Х. Г. Гадамера. Философия Мартина Хайдеггера. Метод альтернатив Карла Поппера. Концепция научных парадигм и революций Томаса Куна. Феноменология Эдмунда Гуссерля	2/2
9	Философия техники и методология технических наук	Предмет, содержание и задачи философии техники. Основные направления и закономерности развития философии техники («Орудийная» концепция формирования человека в трудах Людвиг Нугаре. «Трудовая» теория антропосоциогенеза Фридриха Энгельса). Основные этапы и социальные последствия развития техники. Основные направления формирования философии техники (Основные положения философии техники Эрнеста Капп. Технология и праксиология как философия действия Альфреда Эспинаса. Философия техники	4/4

		П. К. Энгельмейера: техника как «реальное творчество». Техника как средство «истинствования» и способ раскрытия «потенциального» (М. Хайдеггер))	
10	Социально-гуманитарное направление в философии техники	Основание гуманитарного направления в философии техники. Попытка отказа от «власти» техники в угоду этике. Революция в технике и эволюция в обществе: технофилософские поиски франкфуртской школы.	2/2
11	Гуманитарно-антропологическое направление в философии техники	Технофилософия Карла Ясперса: господство над природой с помощью самой природы. Технофилософская концепция Льюиса Мэмфорда: учение о «мегамашине». Философия техники Х. Ортеги-и-Гассета: техника как производство избыточного	2/2
Итого:			24/24

Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Не предусмотрено		
Итого:			0/0

Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Технологический детерминизм и технофобия	Понятие детерминизма. Теория технократического преобразования общества. «Постиндустриальное» и «информационное» общество. Технофобия как средство демонизации техники.	1/1
2	Особенности неклассических научно-технических дисциплин	Природа, специфика и сущность современных научно-технических знаний. Социально-философские особенности теоретических исследований в научно-технических дисциплинах. Развитие системных и кибернетических представлений о технике	1/1
3	Социальная оценка техники как прикладная философия техники	Научно-техническая политика и проблема управления научно-техническим прогрессом. Инженерная этика и ответственность ученого. Социальная оценка техники и социально-экологическая экспертиза. Научно-технический прогресс и концепция устойчивого развития	1/1
4	Проблема ответственности в философии науки и техники	Проблема ответственности в философии науки и техники	1/1
Итого:			4/4

Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма контроля (тестирование, коллоквиум, контрольная работа)	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Не предусмотрено		
Итого:			0/0

Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч.
-------	--	--------------------	------------------

			очная/очно- заочная
1	Технологический детерминизм и технофобия	Подготовка к практическим занятиям	14/14
2	Особенности неклассических научно- технических дисциплин	Подготовка к практическим занятиям	14/14
3	Социальная оценка техники как прикладная философия техники	Подготовка к практическим занятиям	14/14
4	Проблема ответственности в философии науки и техники	Подготовка к практическим занятиям	14/14
5	Предмет и методология философии науки	Реферат	24/24
6	Возникновение науки и основные стадии ее исторической эволюции		
7	Структура научного знания		
8	Динамика науки и процесс порождения нового знания		
9	Научные традиции и научные революции. Типы научной рациональности		
Итого:			80/80

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по реализации разностороннего (комплексного) подхода к процессу подготовки специалистов, предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

Активная и интерактивная формы проведения занятий помогают успешно достичь планируемых результатов освоения дисциплины. К таким формам занятий относятся:

– самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Интернет-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;

– дискуссия как способ закрепления теоретического материала и формирования четко осознаваемой собственной точки зрения;

– опережающая СРС как форма углубленного изучения и закрепления знаний, а также развития практических умений, заключающаяся в работе обучающихся с лекционным материалом, поиске и анализе литературы и электронных источников информации по заданной проблеме и выбранной теме реферата, изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, подготовке к экзамену;

– индивидуальный подход как средство мотивации магистранта к обучению.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

В качестве оценочных средств используются защита реферата. По итогам обучения проводится экзамен.

В качестве учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется справочная, учебная и монографическая литература, рекомендованная преподавателями, а также учебные пособия (в том числе в электронной форме), Интернет-ресурсы.

Изучение дисциплины «Философские проблемы науки и техники» организуется таким образом, чтобы обучающиеся во время лекционных занятий проявляли активность

при освоении предлагаемого материала, используется диалоговый режим проведения лекций.

Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется преподавателем в интерактивной форме в виде бесед и контрольных работ на практических занятиях. Защита рефератов проводится в виде презентаций. Результаты защиты используются при проведении экзамена по дисциплине.

Примерный перечень тем для рефератов:

1. Специфика философских проблем.
2. Специфика научных проблем.
3. Философские проблемы современного естествознания.
4. Философские проблемы технических наук.
5. Функции философии в научном познании.
6. Наука как форма мировоззрения и отрасль знания.
7. Наука как объект философского анализа.
8. Этапы развития науки и типы рациональности.
9. Специфика современного этапа развития науки.
10. Специфика естественно-научного знания.
11. Специфика философского знания.
12. Техника как объект философского анализа.
13. Технические науки. Специфика технического знания.
14. Проблемы взаимосвязи науки и техники.
15. Философия и наука: концепции взаимодействия.
16. Классификация наук и ее значение.
17. Онтологические проблемы физики.
18. Квантовая механика и проблема объективности знания.
19. Проблема детерминизма в естествознании.
20. Философские проблемы частных наук (наука – по выбору).
21. Тенденция физикализации химии.
22. Философские методы в научном познании.
23. Проблема бытия и материи в философии и науке.
24. Проблема сознания в философии и науке.
25. Проблема пространства и времени в философии и науке.
26. Роль инженера и ученого в развитии производства в условиях рыночных отношений. Нравственная и социальная ответственность инженера и ученого перед обществом. Гражданская позиция ученого и инженера.
27. Соотношение мнения, веры, понимания, интерпретации и знания.
28. Рациональное и иррациональное в научном познании.
29. Общенаучные и частнонаучные методы познания и исследования.
30. Идеалы и нормы научного познания.

Вопросы к экзамену:

1. Предмет философии науки, ее отличие от социологии науки и науковедения.
2. Оценка техники. Этика и профессиональная ответственность инженера.
3. Роль государства в управлении научно-техническим потенциалом.
4. Основные проблемы философии науки, ее природа и задачи.
5. Сущность и перспективы современной техногенной цивилизации.
6. Понятие истины. Классическая и неклассические концепции истины.
7. Проблема критериев истины.
8. Отличие традиционных обществ от техногенных.
9. Технология, ее связь с техникой.
10. Различные виды знания. Понятие науки.

11. Основные фазы формирования технической теории. Эволюционное и революционное развитие технической теории.
12. Соотношение науки и философии.
13. Классификация наук.
14. Структура технической теории: теоретические схемы и абстрактные объекты.
15. Соотношение естественных и технических наук. Специфика технической теории.
16. Функции науки в жизни общества.
17. Условия возникновения науки и проблема периодизации ее истории.
18. Проблема соотношения науки и техники.
19. Объект и предмет философии техники.
20. Миф как предпосылка возникновения научных знаний.
21. Натурфилософские картины мира эпохи античности.
22. Понятия «НТР», «НТП», «техносфера».
23. Техника, история ее становления. Характерные черты современной техники.
24. Особенности современного социального познания. Специфика методов социально-гуманитарных наук.
25. Зарождение и формирование гуманитарных наук. Анализ особенностей социально-гуманитарного знания баденской школой неокантианства.
26. Классическое естествознание и его методология.
27. Революция в естествознании к. 19 - н. 20 вв. и становление идей и методов неклассической науки.
28. Понятие «социальное познание». Науки о природе и науки о духе, понимание и объяснение.
29. Роль науки в преодолении современных глобальных кризисов.
30. Формирование науки как профессиональной деятельности. Возникновение дисциплинарно организованной науки.
31. Технологическое применение науки. Основные этапы развития технического знания.
32. Изменение мировоззренческих ориентаций современной цивилизации. Сциентизм и антисциентизм.
33. Связь социальных и внутринаучных ценностей. Этические проблемы науки.
34. Основные уровни научного познания: проблема их соотношения. Особенности эмпирического уровня познания.
35. Характеристики современной научной картины мира. Концепция глобального (универсального) эволюционизма. Специфика теоретического познания и его формы.
36. Структура научной теории и ее функции.
37. Саморазвивающиеся синергетические системы.
38. Главные характеристики современной, постнеклассической науки.
39. Понятие научного закона, его основные типы и виды.
40. Научная картина мира, ее связь с мировоззрением. Функции научной картины мира.
41. Глобальные революции и смена типов рациональности.
42. Понятие рациональности. Виды и типы научной рациональности.
43. Структура научной картины мира, ее исторические формы и функции. Научные революции как перестройка оснований науки.
44. Подходы к анализу динамики научного знания: кумулятивизм и антикумулятивизм.
45. Понятия «метод» и «методология», их специфические особенности.
46. Взаимодействие традиций и возникновение нового знания. Классификация методов научного познания.
47. Методы теоретического познания.

48. Метафизический и диалектический подходы в решении проблемы соотношения философии и частных наук.
49. Функции философии в научном познании.
50. Основные методы эмпирического исследования.
51. Структура эмпирического знания.
52. Научные революции как точка бифуркации в развитии знания.
53. Наука как познавательная деятельность, система знаний, социальный институт и особая сфера культуры.
54. Классическая наука.
55. Философские проблемы техники.
56. Неклассическая наука.
57. Этика науки.
58. Постнеклассическая наука.
59. Концепция развития науки К. Поппера.
60. Соотношение эмпирии и теории в научном познании.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Батурин В.К. Философия науки [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.К. Батурин. — Электрон. текстовые данные. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2015. — 303 с. — 978-5-238-02215-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52654>. — Загл. с экрана.
2. Беляев Г.Г. История и философия науки [Электронный ресурс]: курс лекций / Г.Г. Беляев, Н.П. Котляр. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2014. — 170 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46464>. — Загл. с экрана.

Дополнительная литература:

- Бариев Р.Х. История и философия науки (общие проблемы философии науки) [Электронный ресурс]: учебное пособие (краткий курс) / Р.Х. Бариев, Г.М. Левин, Ю.В. Манько. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Петрополис, 2009. — 112 с. — 978-5-9676-0217-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27254>. — Загл. с экрана.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <http://philosophy.ru/library/lib2.html> Электронная библиотека сайта Института Философии РАН, раздел «Философия языка, философия науки, философия сознания»
2. <http://journal.iph.ras.ru> / «Эпистемология & философия науки» — научно-теоретический журнал ИФ РАН, есть архив публикаций
3. <http://www.philosophy.ru/pers/stepin/index.htm> Личная страница В.С. Степина на сайте ИФ РАН, в т.ч. избранные работы по философии и методологии науки
4. <http://pine.ict.nsc.ru/PSB/search.phtml?rus+33> Журнал «Философия науки» Сибирского отделения Российской академии наук, есть архив публикаций
5. <http://nrc.edu.ru/est/rl/index.html> Очерк методологии науки
6. <http://alter.sinor.ru/school/> Школа научной мысли: лекции и практикум по методологии современной науки
7. <http://www.friesian.com/science.htm> Философия науки. Книжное обозрение (на англ. яз.)
8. <http://logic.berkeley.edu/> Логика и методология науки. Рабочая группа Калифорнийского университета, Беркли (на англ. яз.)
9. <http://nauka.relis.ru/01/0211/01211002.htm> Что такое синергетика?
10. <http://www.ibmh.msk.su/vivovoco/VV/PAPERS/ECCE/ETHICS/SERG.HTM> Как написать научную статью?
11. <http://www.ibmh.msk.su/vivovoco/VV/PAPERS/SCILANG/JOKE/JOKE2.HTM> Л.Солимар «Как писать научные статьи».
12. <http://www.libertarium.ru/libertarium/contrrev> Ф.А. Хайек «Котрреволюция в науке (Этюды о злоупотреблениях разумом)»

13. <http://credo.osu.ru/archiv.shtml> Теоретический журнал «Кредо». Архив выпусков.
14. <http://www.scienceandapologetics.org/textl/metog.htm> Наука в соотношении с религией. Проблемы космологии, истории, эволюционной теории с религиозной точки зрения.
15. <http://www.biblus.ru/Default.aspx?class-167/168> Электронная библиотека «Библус», раздел «Методология и логика науки».

Интернет-ресурсы и программное обеспечение:

- www.philosophy.ru/library/lib2.html Тематическая библиотека, в которой представлены работы по теме «Философия наук».
- www.gumer.info/ Библиотека гуманитарных наук.
- www.iprbooks.ru Электронно-библиотечная система «IPRbooks»
- www.e.lanbook.ru Электронно-библиотечная система «Лань»
- www.biblioclub.ru Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»
- Microsoft Win Rmt Dscs CAL 2012 Russian Academic OPEN I License Devaice CAL

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Философские проблемы науки и техники» используется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и маркерной доской.

Лекционные занятия:

- комплект электронных презентаций;
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы не предусмотрены.

Практические занятия:

- комплект электронных презентаций;
- аудитория с маркерной доской и презентационной техникой;
- презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук);
- пакеты ПО общего назначения.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кафедра «Общенаучные дисциплины»

«УТВЕРЖДАЮ»
Начальник управления
«Научно-образовательная деятельность»

Д.С. Свириденко

РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

«Управление качеством»
(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки: 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Квалификация выпускника: магистр.

Форма обучения: очная, очно-заочная

Трудоемкость дисциплины: 5 з.е./180 ч.

Распределение трудоемкости дисциплины по семестрам и видам учебной работы

Вид учебной работы	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения
	1 семестр	1 семестр
Общий объем работ в учебной аудитории, ч., в том числе:	54	54
Лекции	6	6
Лабораторные работы		
Практические занятия или семинары	48	48
Общий объем самостоятельной работы, ч., в том числе:	126	126
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графические работы		
Реферат	36	36
Контроль самостоятельной работы: тестирование, коллоквиум, контрольная работа		
Другие виды работ	90	90
Вид промежуточной аттестации	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой
Итого	180	180

Рабочая учебная программа по дисциплине составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Автор (ы)

/ М.Ю. Коневец

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Рабочая программа рассмотрена на заседании Ученого совета (протокол № 5 от 11.10.2022 г.) и признана соответствующей требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и учебного плана по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Зав. кафедрой

/ к.т.н. О.Ю. Сорокин

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с приобретением знаний, умений и навыков, реализуемых в процессе разработки, внедрения и поддержания функционирования различных систем менеджмента, в том числе систем менеджмента качества.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является подготовка выпускника (магистра):

- к работе в производственных и научно-исследовательских подразделениях предприятий;

- к возможному поиску и получению новой информации, необходимой для решения задач менеджера и инженера в сфере интеграции знаний применительно к своей области;

- к активному участию в инновационной деятельности предприятия, к открытому обмену информацией;

- к самообучению и постоянному профессиональному самосовершенствованию.

Для достижения поставленной цели при изучении дисциплины решаются следующие задачи:

- преподать знания теоретических основ в области обеспечения качества и управления качеством;

- научить организовывать работу по обеспечению качества продукции (работ, услуг) путем разработки и внедрения систем качества в соответствии требованиями действующего законодательства и рекомендациями международных и российских стандартов;

- дать практические рекомендации по обеспечению эффективного функционирования систем качества и их совершенствованию;

- ознакомить с современной практикой отношений поставщика и заказчика в области качества, с основными нормативными правовыми и техническими актами, действующими в сфере управления качеством.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 (обязательной для изучения). В результате освоения данной дисциплины приобретаются знания и умения необходимые в научно-исследовательской работе обучающегося.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

общепрофессиональные:

ОПК-3. Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества;

профессиональные:

ПК-7. Способен определять соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам; прогнозировать и описать процесс достижения заданного уровня свойств в материале и составить карту технологических переходов, включая современные способы обработки и контрольные мероприятия.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать основные этапы эволюции управленческой мысли в области управления качеством, развитие управления качеством в России; основные понятия, категории и подходы к управлению качеством; понимать суть социально-экономических явлений, связанных с управлением качеством; модели современных систем управления качеством; международные стандарты серии ИСО 9000; правовые механизмы управления качеством: сертификация продукции, СМК, стандартизация, закон о защите прав потребителей; основные положения квалитетрии;

уметь использовать нормативные правовые документы по управлению качеством; быть способным работать с информацией; находить организационно-управленческие решения по управлению качеством на основе имеющихся данных;

владеть методами анализа и управления качеством; пользоваться специальной литературой по управлению качеством и находить нужную информацию в глобальных компьютерных сетях и корпоративных информационных системах; разрабатывать планы создания системы менеджмента качества на предприятии; проектировать организационную структуру СМК; моделировать процессы СМК; осуществлять распределение полномочий и ответственности за процессы СМК; управлять рисками применительно к системе управления качеством, применять методы управления в соответствии с поставленной задачей и имеющимися ресурсами; использовать в управлении качеством бенчмаркинг и реинжиниринг; владеть практическими навыками работы с текстами нормативной документации: международными стандартами серии ИСО 9000.

4. Структура и содержание разделов дисциплины

Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Основные понятия «Управления качеством»	Категории «качество». Адекватность качества услуг состоянию и потребностям общества и отдельного человека. «Качество жизни». История развития теории и практики управления качеством. Современные подходы к определению содержания категории «качество». Взаимосвязь качества, потребностей и удовлетворенности потребителей	1/1
2	Методологические основы управления качеством. Современная концепция менеджмента качества. TQM	Переход от идеологии «контроля качества» к «управлению качеством». Основные положения теории Э. Деминга. Принципы управления качеством. Методы управления качеством. История и предпосылки возникновения TQM. Взаимосвязь и преемственность TQM и ИСО 9000. Проблемы внедрения концепции TQM в России	1,5/1,5
3	Процессный подход к управлению качеством	Понятие процесса. Графическое изображение процесса. Классификация процессов. Бизнес-процессы. Обеспечивающие процессы. Процессы менеджмента	0,5/0,5
4	Управление рисками применительно к системе управления качеством	Понятие риска. Риск-ориентированное мышление в СМК. Этапы управления рисками. Обзор методов анализа и оценки рисков.	1/1
5	Квалиметрия как наука. Оценка качества. Контроль качества. Мониторинг качества	Квалиметрия как наука, ее роль, методы и область применения. Взаимосвязь квалиметрии и менеджмента качества. Формирование системы показателей качества. Критерии оценки показателей. Удовлетворенность потребителей. Внутренние аудиты и самооценка. Управление несоответствующей продукцией. Улучшение. Корректирующие действия. Предупреждающие действия	1/1
6	Основные направления обеспечения качества лабораторных исследований	Требования к менеджменту лабораторий, технические требования к испытательным и калибровочным лабораториям (ГОСТ ИСО/МЭК 17025)	0,5/0,5
7	Статистические методы и инструменты управления качеством	Инструменты качества. Статистические методы оценки и контроля качества. Диаграмма Парето. Контрольные листки. Гистограммы. Контрольные карты	0,5/0,5
Итого:			6/6

Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч. очная/очно- заочная
1	Не предусмотрено		
Итого:			0/0

Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч. очная/очно- заочная
1	Создание системы менеджмента качества на основе ИСО 9001:2015	История создания стандартов качества. Структура семейства стандартов ИСО 9000. Новая версия стандартов ИСО 9000. Перечень и общая классификация документов и стандартов серии ИСО 9000	6/6
2	Нормативно-документационное обеспечение управления качеством. Документы СМК	Структура документации системы управления качеством. Классификация документов по процессам. Иерархия документов. Основные документы в системе качества: политика и цели в области качества, руководство по качеству (РК).	6/6
3	Правовые механизмы управления качеством. Стандартизация и сертификация в управлении качеством	Сертификация продукции и систем качества. Сущность сертификации. Основные термины и понятия. Виды сертификации. Правовые основы сертификации в РФ. Сертификация систем менеджмента качества. Конкурсы и премии в области качества как механизм управления качеством	6/6
4	Правовые механизмы подтверждения соответствия калибровочных и испытательных лабораторий требованиям ГОСТ ИСО/МЭК 17025	Аккредитация калибровочных и испытательных лабораторий. Критерии аккредитации. Основные документы в области стандартизации для обеспечения соответствия аккредитованных лиц/заявителей критериям аккредитации	8/8
5	Контроль качества. Мониторинг качества	Внутренний аудит СМК предприятий	8/8
6	Методы анализа и оценки рисков	Анализ и оценка рисков	6/6
7	Статистические методы и инструменты управления качеством	Статистическая оценка экспериментальных данных	8/8
Итого:			48/48

Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма контроля (тестирование, коллоквиум, контрольная работа)	Трудоемкость, ч. очная/очно- заочная
1	Не предусмотрено		
Итого:			0/0

Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч. очная/очно- заочная
1	Управление качеством	Реферат	36/36
2	Контроль качества	Подготовка к практическому занятию	9/9

3	Создание системы менеджмента качества на основе ИСО 9001:2015	Подготовка к практическому занятию	9/9
4	Нормативно-документационное обеспечение управления качеством. Документы СМК	Подготовка к практическому занятию	9/9
5	Правовые механизмы управления качеством	Подготовка к практическому занятию	9/9
6	Правовые механизмы подтверждения соответствия калибровочных и испытательных лабораторий требованиям ГОСТ ИСО/МЭК 17025	Подготовка к практическому занятию	9/9
7	Стандартизация и сертификация в управлении качеством	Подготовка к практическому занятию	9/9
8	Контроль и мониторинг качества	Подготовка к практическому занятию	9/9
9	Инструменты управления качеством	Подготовка к практическому занятию	9/9
10	Методы анализа и оценки рисков	Подготовка к практическому занятию	9/9
11	Статистические методы управления качеством	Подготовка к практическому занятию	9/9
Итого:			126/126

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по реализации разностороннего (комплексного) подхода к процессу подготовки специалистов, предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

Активная и интерактивная формы проведения занятий помогают успешно достичь планируемых результатов освоения дисциплины. К таким формам занятий относятся:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Интернет-ресурсов, информационных баз, специальной учебной и научной литературы;
- дискуссия как способ закрепления теоретического материала и формирования четко осознаваемой собственной точки зрения;
- IT-методы как способ обучения эффективному оперированию информацией и ее обработки;
- опережающая СРС как форма углубленного изучения и закрепления знаний, а также развития практических умений, заключающаяся в работе обучающихся с лекционным материалом, поиске и анализе литературы и электронных источников информации по заданной проблеме и выбранной теме курсовой работы, выполнении домашних заданий, изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, подготовке к экзамену;
- индивидуальный подход как средство мотивации магистранта к обучению.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Изучение дисциплины «Управление качеством» организуется таким образом, чтобы обучающиеся во время лекционных занятий проявляли активность при освоении предлагаемого материала, используется диалоговый режим проведения лекций. Для

самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать справочную, учебную и монографическую литературу, государственные стандарты и другие нормативные акты, Интернет-ресурсы.

Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется преподавателем в интерактивной форме в виде бесед на практических занятиях. Защита рефератов проводится в виде презентаций. По итогам изучения дисциплины «Управление качеством» выставляется зачет с оценкой.

Примерный перечень тем для рефератов:

1. История развития теории и практики управления качеством. Эволюция мышления в области управления качеством. Зарубежный и отечественный опыт управления качеством. Японский опыт управления качеством. Российский опыт управления качеством. Российские системы качества (БИП, КАНАРСПИ, НОТПУ, НОРМ, КСУКП).
2. Вклад известных ученых в создание и развитие концепции управления качеством: Э. Деминга, Дж. Джурана, К. Ишикавы, А. Фейгенбаума, Ф. Кросби, Г. Тагутти.
3. Современные подходы к определению содержания категории «качество». Системное, предметное, функциональное, интегральное понимание качества.
4. Контекст организации. Заинтересованные стороны. Потребности и ожидания заинтересованных сторон. SWOT-анализ. Взаимосвязи качества, потребностей и удовлетворенности заинтересованных сторон. Качество с позиции потребителя и качество с позиции производителя. Пирамида качества.
5. Основные положения теории Э. Деминга. Принципы управления качеством. Модели качества. Спираль качества. Петля качества. Круг Деминга. Функции управления качеством. Содержание работ по управлению качеством.
6. Методы управления качеством. Методы контроля качества и методы регулирования качества. Экспертные методы управления качеством.
7. Факторы, влияющие на достижение целей TQM. Системный подход к управлению качеством. Взаимосвязь и преемственность TQM и ИСО 9000. Применение TQM на Российских предприятиях. Преимущества фирмы, внедрившей концепцию TQM. Проблемы внедрения концепции TQM в России.
8. Характеристика ИСО 9004:2009 «СМК: Рекомендации по улучшению деятельности». Область применения ИСО 9001:2009. Требования к системам менеджмента качества. Общие положения. Термины и определения. Модель системы менеджмента качества на основе процессного подхода. Универсальность стандартов серии ИСО 9000. Основные этапы и шаги по созданию СМК на предприятии.
9. Методология классификации рабочих процессов в организации. Методы структуризации и описания рабочих процессов. Характеристики процессов. 10 шагов внедрения процессного подхода в организации. Графическое описание процессов.
10. Миссия организации и обязательства руководства в документах СМК. Программы качества. Матрицы распределения ответственности и полномочий. Информационно-справочные системы СМК. Записи качества.
11. Стандарты организации. Документированные процедуры. Назначение, общая характеристика, структура, требования к оформлению стандартов организации и документированных процедур. Порядок разработки и ввода документов. Движение документов. Совершенствование документов, внесение изменений.
12. Сертификация систем менеджмента качества.
13. Конкурсы и премии в области качества как механизм управления качеством. История премий в области качества. Премия США им. Болдриджа. Премии правительства Российской Федерации в области качества. Применение методики самооценки и самоанализа в управлении качеством.
14. Оценка качества. Контроль качества. Мониторинг качества. Понятие «измерение» и «оценка». Подходы к оценке качества: результативный, процессуальный, системный.

Методы оценки качества. Инструменты и процедуры оценки качества. Сбор, обработка, анализ и интерпретация результатов.

15. Общие принципы построения системы измерения и мониторинга рабочих процессов. Реализация принципа «Принятие решений на основе фактов». Удовлетворенность потребителей. Внутренние аудиты и самооценка. Управление несоответствующей продукцией. Улучшение. Корректирующие действия. Предупреждающие действия.

16. Простые инструменты качества. Статистические методы оценки и контроля качества. Области применения и порядок построения диаграммы Парето. Контрольные листки. Гистограммы. Контрольные карты. Причинно-следственная диаграмма Исикавы. Новые методы управления качеством.

17. Аккредитация калибровочных и испытательных лабораторий.

18. Управление рисками применительно к системе управления качеством. Методы анализа и оценки рисков.

Вопросы к тестированию:

1. Продукция – это: а) нечто, что может быть материальным и нематериальным или их комбинацией; б) результат процесса; в) все, что попадает на прилавки магазинов.

2. Термин «продукция» включает: а) все, в том числе работы и услуги; б) все, кроме работ и услуг; в) сырье, материалы, комплектующие и готовую продукцию.

3. Качество – это: а) тип, класс, сорт, категория, цена и другие присвоенные характеристики; б) степень, с которой совокупность собственных характеристик объекта выполняет требования; в) характеристика совершенства или привлекательности продукта, которая может быть описана только словесно.

4. Система менеджмента качества – это: а) стандарт ИСО 9000, документированные процедуры, Руководство по качеству, инструкции, освещающие мероприятия в отношении качества; б) руководство организации в лице Генерального директора и его заместителей; в) совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов для разработки политик, целей и процессов для достижения этих целей.

5. Поставщик – это: а) организация или лицо, предоставляющие продукцию или услуги; б) только внешняя организация, с которой осуществляются контрактные отношения; в) организация, поставляющая сырье и материалы для основного производства.

6. Потребитель – это: а) клиент, покупатель, заказчик; б) только тот, кто является конечным пользователем продукции; в) организация или лицо, получающие продукцию или услугу, требуемые этим лицом или организацией.

7. Процесс – это: а) определенные действия, приводящие к заранее известному результату; б) разработка программного продукта, обслуживание и ремонт оборудования; в) совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих видов деятельности, использующих входы для получения намеченного результата.

8. Восприятие потребителями степени выполнения их ожиданий – это: а) постоянное улучшение; б) удовлетворенность потребителей; в) обратная связь.

9. Степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов – это: а) результативность; б) организованность; в) эффективность.

10. Продемонстрированная способность применять знания и навыки – это: а) ресурсы; б) компетентность; в) навык.

11. Сочетание внутренних и внешних факторов, которое оказывают влияние на подход организации к постановке и достижению целей – это: а) организация; б) инфраструктура; в) среда организации.

12. Третья сторона – это: а) потребитель, клиент, заказчик; б) посредник при реализации продукции или поиске партнера; в) лицо или орган, признаваемые независимо от участвующих сторон в рассматриваемом вопросе.

13. Верификация (проверка) – это: а) дегустация продукции; б) подтверждение посредством представления объективных свидетельств того, что установленные требования были выполнены; в) визуальный осмотр продукции.

14. Политика в области качества – это: а) декларация о соответствии продукции, подписанная руководством компании; б) общие намерения и направления в области качества, официально сформулированные высшим руководством; в) отношения с Советом директоров, акционерами, поставщиками и потребителями компании.

15. Политику в области качества утверждает: а) коммерческий директор; б) генеральный директор; в) заместитель директора по качеству.

16. Требование – это: а) положение законодательного или нормативного документа; б) потребность или ожидание, которое обычно предполагается или является обязательным; в) приказ, распоряжение, служебная записка.

17. Информация – это: а) значимые данные; б) содержание разговора; в) снимок, публикация.

18. Документ – это: а) требования, существующие только в форме печатного издания; б) информация и ее носитель; в) счет-фактура, накладная, стандарт.

19. Цели в области качества – это: а) то, чего добиваются или к чему стремятся в области качества; б) реклама и пропаганда достижений организации в области качества; в) повторяющаяся деятельность по улучшению способности выполнять требования.

20. Руководство по качеству – это: а) сборник стандартов и инструкций организации; б) пояснительные и справочные документы по созданию и внедрению системы менеджмента качества; в) спецификация на систему менеджмента качества.

21. Запись – это: а) документ, содержащий сведения о достигнутых результатах или свидетельства осуществленной деятельности; б) значимые данные только в электронном виде; в) идентификационные знаки для обозначения статуса продукции.

22. Нормативная и техническая документация – это: а) вся документация, кроме справочной; б) документы, выражающие требования; в) только документы внешнего происхождения.

23. Политика в области качества: а) остается постоянной, чтобы подчеркнуть стабильность организации; б) должна быть выдана каждому сотруднику организации; в) обеспечивает основу для разработки и анализа целей в области качества.

24. Стандарт ИСО 9001:2015 распространяется на: а) требования к продукции; б) требования к производству; в) требования к системе менеджмента качества.

25. В систему менеджмента качества, основанную на процессном подходе, должны войти процессы, относящиеся к: а) менеджменту ресурсов, ответственности руководства, производству или оказанию услуг, измерениям; б) воздействию организации на окружающую среду; в) финансовому менеджменту.

26. Разработку документации системы менеджмента качества курирует: а) рекламная служба; б) служба качества; в) коммерческая служба.

27. Представитель руководства по качеству в организации: а) выбирается путем тайного голосования; б) назначается как отдельная должность в штатном расписании; в) назначается директором из состава руководства, наделяется дополнительными полномочиями и ответственностью, связанными с разработкой, внедрением и совершенствованием системы качества.

28. Анализ системы менеджмента качества со стороны высшего руководства: а) носит конфиденциальный характер и нигде не документируется; б) носит случайный характер, проводится в экстренных случаях при необходимости; в) проводится через запланированные интервалы, чтобы обеспечить ее пригодность, адекватность и результативность, обязательно протоколируется.

29. Анализ системы менеджмента качества со стороны руководства включает: а) окончательные испытания продукции; б) проверку знаний сотрудников; в) оценку

результатов аудитов, оценку функционирования процессов, обратную связь с потребителями.

30. Заинтересованные стороны – а) только потребитель; б) только потребители и поставщики; в) лицо или организация, которые могут воздействовать на осуществление деятельности или принятие решения.

31. Руководство по качеству должно содержать: а) область применения системы качества и ссылки на документированные процедуры; б) методику оценки производства; в) готовую программу обучения персонала.

32. Внутренние аудиты планируются исходя из: а) статуса и важности процессов и участков, подлежащих аудиту, а также результатов предыдущих аудитов; б) проверок органа по сертификации; в) пожеланий потребителя.

33. Документированная информация – а) информация, которая должна управляться и поддерживаться организацией; б) только записи о качестве; в) стандарты организации.

34. Анализ требований, относящихся к продукции, проводится организацией до выполнения заказа для того, чтобы: а) выявить и устранить невыполненные требования; б) обеспечить уверенность в своей способности выполнить требования заказа; в) обеспечить необходимую точность контрольного оборудования.

35. Организация должна предъявлять следующие требования к своему поставщику: а) иметь Руководство по качеству; б) быть способным поставлять продукцию в соответствии с требованиями организации; в) иметь свой транспорт.

36. Управление несоответствующей продукцией необходимо, чтобы: а) предотвратить ее непреднамеренное использование или поставку; б) производить новые виды продукции; в) содержать и пополнять имеющийся парк средств измерений.

37. Для реализации процессного подхода организация должна: а) каждое требование ИСО 9001 назначить процессом и обеспечить его управление; б) назначить ровно шесть процессов и отразить их в виде обязательных документированных процедур; в) определить бизнес-процессы, необходимые для системы менеджмента качества, их последовательность и взаимодействие, обеспечить их ресурсами, осуществлять менеджмент этих процессов в соответствии с требованиями ИСО 9001.

38. Цели в области качества: а) могут быть не измеримыми; б) могут быть не задокументированы, а лишь провозглашены на высшем уровне; в) должны быть согласованными с Политикой в области качества, установлены в соответствующих подразделениях и на соответствующих уровнях организации.

39. Результаты внутренних аудитов должны: а) протоколироваться и доводиться до сведения персонала, ответственного за проверенный участок; б) передаваться клиентам организации; в) оставаться конфиденциальными, особенно для высшего уровня.

40. Корректирующие действия предусматривают реализацию таких требований, как: а) установление причин несоответствий; б) физическое размещение продукции; в) сохранение качества произведенной продукции.

41. Корректирующие действия проводятся с целью: а) предотвращения повторного появления несоответствия; б) обучения персонала; в) оценки результативности процессов.

42. Предупреждающие действия предусматривают: а) установление причин потенциальных несоответствий; б) исправление недостатков; в) поиск виновных.

43. Среда организации – это: а) сочетание внутренних и внешних факторов, которое может оказывать влияние на подход организации к постановке и достижению ее целей; б) территория, на которой находится организация; в) потребители.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Басовский, Л.Е. Управление качеством: учеб. / Л. Е. Басовский, В. Б. Протасьев. - 2-е изд., переаб. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 253 с.: ил. - (Высшее образование: Бакалавриат). - Прил.: с. 243-249. - ISBN 978-5-16-004475-0: 300-00.
2. Разумов, В.А. Управление качеством : учеб. пособие / В. А. Разумов. - М.: ИНФРА-М, 2013. - 208 с.: ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 200-203. - Прил. CD-R. - ISBN 978-5-16-003830-8: 250-00.
3. Лифиц, И.М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия [Текст] : учеб. для бакалавров / И. М. Лифиц; Рос. гос. торгово-экономический ун-т. - 11-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 411 с. : ил. - Прил.: с. 375-408. - Библиогр.: с. 409-411. - ISBN 978-5-9916-3513-4: 349-00.
4. Димов, Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учеб. для вузов / Ю. В. Димов. - 4-е изд. - СПб.: Питер, 2013. - 496 с.: ил. - (Стандарт третьего поколения). - Прил.: с. 479-493. - Библиогр.: с. 494-496. - ISBN 978-5-496-00033-8: 472-20.

Дополнительная литература:

1. Ефимов, В.В. Средства и методы управления качеством: учеб. пособие / В. В. Ефимов. - 3-е изд., стер. - М.: Кнорус, 2014. - 226 с.: ил. - Прил.: с. 193-223. - Библиогр.: с. 224-225. - ISBN 978-5-406-03335-7: 243-00.
2. Тебекин, А.В. Управление качеством : конспект лекций / А. В. Тебекин, П. А. Тебекин. - М. : Юрайт, 2014. - 224 с. : рис.,табл. - (Хочу все сдать!). - Библиогр.: с. 222-223. - ISBN 978-5-9916-1704-8: 111-90.
3. Немогай, Н.В. Управление качеством. Менеджмент качества: ответы на экзаменационные вопросы / Н. В. Немогай. - Минск: Тетра-Системс, 2010. - 176 с. - Библиогр.: с. 167-168. - ISBN 978-985-470-971-0 : 195-00.
4. Беляев, С.Ю. Управление качеством : учеб. пособие для бакалавров / С. Ю. Беляев, Ю. Н. Забродин, В. Д. Шапиро. - 2-е изд., стер. - М. : Омега-Л, 2014. - 381 с. : ил. - (Высшая школа менеджмента). - Прил.: с. 316-379. - Библиогр.: с. 380-381. - ISBN 978-5-370-02899-1: 243-00.
5. Радкевич, Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учеб. для бакалавров / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 813 с. : ил. - (Бакалавр. Базовый курс). - Библиогр.: с. 810-813. - ISBN 978-5-9916-2766-5: 703-00.
6. Гордон, М.Дж. Управление качеством литья под давлением [Электронный ресурс] / Гордон, М.Дж. - СПб.: НОТ, 2012. - Электрон. текстовые данные. - Доступно в ЭБС «IPRbooks».
7. Плинер, Ю.Л. Управление качеством химического анализа в металлургии / Ю. Л. Плинер, Е. А. Свечникова, В. М. Огурцов. - М.: Металлургия, 1979. - 208 с.: ил.
8. Управление предприятием: словарь-справочник. - М.: Профиздат, 1990. - 336 с.
9. Управление качеством в металлургии / под ред. Г.К. Петрова. - М.: Металлургия, 1979. - 136 с.: ил.
10. Стандарты и качество. - Архив журнала с 2006 г. - по н.в. - (с 2006 г. - июнь 2013 г. в печатной версии; с июля 2013 г. в электронной версии).
11. Методы менеджмента качества. - Архив журнала с 2006 г. - по н.в. - (с 2006 г. - июнь 2013 г. в печатной версии; с июля 2013 г. в электронной версии).
12. Журнал «Стандарты и мониторинг в образовании».

Интернет-ресурсы и программное обеспечение:

- <http://quality.eup.ru> - Материалы по ИСО 9001:2000. Материалы по разработке, внедрению и сертификации систем менеджмента качества.
- <http://www.gaulity.edu.ru> – информационный портал поддержки управления качеством в образовании.
- <http://www.eqc.org.ru> – Европейский фонд качества.
- <http://www.deming.ru> – Ассоциация Деминга.

- <http://www.6-sigma.ru> – Ассоциация «6-сигм».
- <http://www.centerprioritet.ru> – центр «Приоритет».
- <http://www.iso9000.ru> – Российский сайт, посвященный ISO 9000, вопросам менеджмента качества и сертификации. Сайт содержит разделы: библиотека, менеджмент качества, инструментарий качества, терминология качества, новости и другие.
- <http://www.stq.ru> – Издательство «Стандарты и качество».
- <http://www.roskachestvo.ru/vok.php> – Программа «Российское качество».
- <http://rc.edu.ru/rc> – Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов.
- <http://www.standard.ru> – Портал о стандартах.
- www.iprbooks.ru Электронно-библиотечная система «IPRbooks».
- www.biblioclub.ru Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»
- www.e.lanbook.ru Электронно-библиотечная система «Лань».
- Microsoft Win Rmt Dscs CAL 2012 Russian Academic OPEN I License Device CAL

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Управление качеством» используется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и маркерной доской.

Лекционные занятия:

- комплект для электронных презентаций;
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы не предусмотрены.

Практические занятия:

- аудитория с маркерной доской и презентационной техникой;
- презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук);
- компьютерная техника с ПО общего назначения (компьютерный класс);
- пакеты ПО общего назначения (текстовые и графические редакторы).

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кафедра «Общенаучные дисциплины»

«УТВЕРЖДАЮ»
Начальник управления
«Научно-образовательная деятельность»

Д.С. Свириденко

РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

«Деловой иностранный язык»
(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки: 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная/очно-заочная

Трудоемкость дисциплины: 5 з.е./180 ч.

Распределение трудоемкости дисциплины по семестрам и видам учебной работы

Вид учебной работы	Очная форма обучения		Очно-заочная Форма обучения	
	1 семестр	2 семестр	1 семестр	2 семестр
Общий объем работ в учебной аудитории, ч., в том числе:	18	18	18	18
Лекции				
Лабораторные работы				
Практические занятия или семинары	18	18	18	18
Общий объем самостоятельной работы, ч., в том числе:	54	54	54	54
Курсовой проект				
Курсовая работа				
Расчетно-графические работы				
Реферат	18		18	
Контроль самостоятельной работы: тестирование, коллоквиум, контрольная работа				
Другие виды работ	36	54	36	54
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Экзамен	Зачет	Экзамен
		36		36
Итого по семестрам	72	108	72	108
Итого	180		180	

Рабочая учебная программа по дисциплине составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Автор (ы)

/ к.т.н. О.Ю. Сорокин

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Рабочая программа рассмотрена на заседании Ученого совета (протокол № 5 от 11.10.2022 г.) и признана соответствующей требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и учебного плана по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Зав. кафедрой

/ к.т.н. О.Ю. Сорокин

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

1. Цели освоения дисциплины

Цель курса – приобретение обучающимися коммуникативных навыков, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволит использовать иностранный язык как в профессиональной (производственной и научной) деятельности, так и в целях самообразования (чтения научной литературы и навыков разговорной речи).

Задачи курса определяются коммуникативными и познавательными потребностями специалистов соответствующего профиля и заключаются:

- в подготовке к профессионально-ориентированному общению на иностранном языке (в виде письменной и устной речи) путем формирования у обучающихся пассивного лексикона, в том числе общенаучной и специальной терминологии, необходимой для работы над типовыми текстами;
- в отработке грамматических тем, типичных для стиля научной речи;
- в формировании базовых навыков перевода.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 (обязательной для изучения). При изучении данной дисциплины необходимы знания по дисциплинам «Иностранный язык» на уровне программ для бакалавра. В результате освоения данной дисциплины обучающиеся приобретают знания и умения, необходимые для проведения научно-исследовательских работ.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

универсальными:

УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия

общепрофессиональных:

ОПК-4. Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности

В результате освоения дисциплины обучающийся должен: знать основную профессиональную терминологию и уметь переводить профессиональные тексты на иностранный язык. Представлять результаты исследований и владеть навыками устной и письменной речи на иностранном языке.

4. Структура и содержание разделов дисциплины

Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела	Трудоемкость, ч. очная/очно- заочная
1	Не предусмотрено		
Итого:			0/0

Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч. очная/очно- заочная
1	Не предусмотрено		
Итого:			0/0

Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч.
-------	--	---	------------------

			очная/очно- заочная
1 семестр			
1	Abstract writing. Написание аннотации	Определение аннотации. Виды аннотации. Структура аннотации. Инструкции по написанию аннотации	2/2
2	International Conferences. Международные конференции	Организация международных конференций. Письма, приглашения на заявленный и приглашенный доклады. Программа конференции. Размещение участников. Типы докладов: заявленный, приглашенный, стендовый. Требования к их оформлению	4/4
3	Business letter writing. Lay out of a business letter. Letter of application Offer, Inquiry, Claim. Написание делового письма. Формат письма. Письмо-заявление о приеме на работу, письмо- предложение своей продукции, письмо-запрос, письмо-претензия	Формат делового письма. Виды деловых писем: письмо-заявление на трудоустройство; письмо- предложение своей продукции; письмо-запрос; письмо-рекламация	2/2
4	Job hunting. Advertisement analyzing. CV writing. Job interview. Поиск работы. Анализ объявлений. Написание резюме.	Анализ предлагаемых вакансий. Составление письма-заявления и резюме. Заполнение формы на трудоустройство, предлагаемой работодателем	2/2
5	Internet surfing for the latest achievements in the speciality. Поиск в Интернете последних достижений в области науки в направлении получаемой специальности	Организация групповой работы по поиску актуальной информации по своей специальности на занятии с последующим самостоятельным (групповым) поиском. Использование найденной информации для подготовки последующей презентации	4/4
6	Presentation. Презентация	Презентация в группе процесса, прибора или установки своей работы. Обсуждение и вопросы	4/4
Итого за семестр:			18/18
2 семестр			
7	Recent Developments in Science & Engineering in XXI century. Достижения науки и техники XXI века	Круглый стол: выступления (в течение 3 мин) и обсуждения находок выдающихся достижений науки XXI века. Последние достижения по получаемой специальности	4/4
8	Contract and its clauses. Контракт и его статьи	Типы контрактов. Основные статьи контрактов. Написание проекта контракта	4/4
9	Art of negotiation. Искусство ведения деловых переговоров	Начало переговоров. Обсуждение цен и условий платежа и поставки	6/6
10	International grants. Участие в международных грантах	Виды международных грантов. Образцы документов, необходимых для участия. Написание заявки на участие в международных грантах	4/4
Итого за семестр:			18/18
Итого:			36/36

Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма контроля (тестирование, коллоквиум, контрольная работа)	Трудоемкость, ч.
-------	---	--	---------------------

			очная/очно-заочная
1	Не предусмотрено		0/0
Итого:			0/0

Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид учебной работы	Грудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1 семестр			
1	Abstract writing. Написание аннотации	Подготовка к практическому занятию	2/2
2	International Conferences. Международные конференции	Подготовка к практическому занятию	8/8
3	Business letter writing. Lay out of a business letter. Letter of application Offer, Inquiry, Claim. Написание делового письма. Формат письма. Письмо-заявление о приеме на работу, письмо-предложение своей продукции, письмо-запрос, письмо-претензия	Подготовка к практическому занятию	8/8
4	Job hunting. Advertisement analyzing. CV writing. Job interview. Поиск работы. Анализ объявлений. Написание резюме. Собеседование	Подготовка к практическому занятию	8/8
5	Internet surfing for the latest achievements in the speciality. Поиск в Интернете последних достижений в области науки в направлении получаемой специальности	Подготовка к практическому занятию.	6/6
6	Presentation. Презентация	Подготовка к практическому занятию	12/12
7	Подготовка реферата к зачету		10/10
Итого за семестр:			54/54
2 семестр			
8	Recent Developments in Science & Engineering in XXI century. Достижения науки и техники XXI века	Подготовка к практическому занятию	14/14
9	Contract and its clauses. Контракт и его статьи	Подготовка к практическому занятию	13/13
10	Art of negotiation. Искусство ведения деловых переговоров	Подготовка к практическому занятию	14/14
11	International grants. Участие в международных грантах	Подготовка к практическому занятию	13/13
Итого за семестр:			54/54
Итого:			108/108

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по реализации разностороннего (комплексного) подхода к процессу подготовки специалистов предусмотрено широкое использование активных и интерактивных форм проведения занятий.

Активная и интерактивная формы проведения занятий помогают успешно достичь планируемых результатов освоения дисциплины. Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на практических занятиях;
- самостоятельное изучение материала дисциплины с использованием Интернет-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление изученного теоретического материала путем проведения деловых игр, выполнения поисковых, творческих заданий;
- индивидуальный подход как средство мотивации магистранта к обучению;
- командная работа в форме тренингов как метод организации и управления совместной деятельности в группе и коллективе.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Оценка успеваемости магистрантов осуществляется в виде:

- анализа подготовленных магистрантами рефератов, аннотаций, деловых писем, проектов контрактов, заявок на гранты;
- устного опроса при сдаче выполненных индивидуальных заданий (для выявления знания и понимания материала дисциплины).

Итоговый контроль проводится по окончании 1 и 2 семестров и направлен на получение информации о владении содержанием курса, изученного к окончанию семестра.

Формы проведения итогового контроля: 1 семестр – зачет, 2 семестр – экзамен.

Зачет: написание реферата (текста презентации) на иностранном языке по выбранной магистрантами теме или проблеме научно-профессиональной направленности объемом от 2500–3000 лексических единиц и более.

Структура реферата:

- титульный лист;
- текст реферата (с указанием ссылок на используемые источники);
- библиография;
- глоссарий терминов (15–20 единиц), используемых в презентации, и перевод к ним.

Защита реферата в форме презентации по выбранной магистрантами теме или проблеме научно-профессиональной направленности.

Данная форма работы включает в себя: презентацию на основе реферата (4–5 мин – выступление, 3 мин – вопросы слушателей); оформление презентации в программе Microsoft Power Point.

Экзамен: написание обзора иностранной литературы по теме или проблеме научно-профессиональной направленности (в форме реферата). Презентация прибора, установки, эксперимента. Написание аннотации к предложенной статье и заявки на участие в гранте.

Требования к реферату: содержание реферата предоставляется на английском языке объемом 6–8 печатных страниц; оформление реферата в программе Microsoft Word, формат – А4, поля – 2 см со всех сторон, шрифт – Times New Roman, размер шрифта – 14, межстрочный интервал – 1,5, ориентация – книжная.

Примерный перечень тем для рефератов:

1. Состав, свойства и применение углеродистых и легированных сталей.
2. Конструкционные металлические материалы.
3. Литье по выплавляемым моделям.
4. Литье под давлением.
5. Прессование металлических материалов.

6. Штамповка крупногабаритных заготовок.
7. Сварка электронным лучом.
8. Конструкционные углеродные материалы. Область применения и свойства.
9. Полимерные материалы радиотехнического назначения.
10. Металлополимерные материалы.
11. Препреги. Технология получения и свойства.
12. Динамические испытания.
13. Усталость металлов, природа усталостного разрушения, характеристики сопротивления усталости, факторы, определяющие сопротивление усталостному разрушению.
14. Ползучесть, природа ползучести, характеристики сопротивления ползучести, испытания на ползучесть, способы повышения сопротивления ползучести.
15. Диаграммы состояния сплавов из компонентов, неограниченно растворимых друг в друге в твердом состоянии.
16. Упрочняемые и неупрочняемые деформируемые сплавы алюминия.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Солнцева, К.В. Практический курс английского языка: для студентов-международников и специалистов в области наукоемких технологий. В 2-х частях. Ч. I: учеб. пособие / К.В. Солнцева, Н.Л. Кудинова; Мин-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследовательский ядерный ун-т «МИФИ». - Электрон. текстовые данные.- М.: МИФИ, 2011. - 264 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76006>. - Загл. с экрана.
2. Солнцев, К.В. Практический курс английского языка: для студентов-международников и специалистов в области наукоемких технологий. В 2-х частях. Ч. II: учеб. пособие / К.В. Солнцева, Н.Л. Кудинова; Мин-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследовательский ядерный ун-т «МИФИ». - Электрон. текстовые данные.- М.: МИФИ, 2011. - 210 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76007>. — Загл. с экрана.
3. Сафроненко, О.И. Learn the English of Science [Электронный ресурс]: учебник английского языка для аспирантов естественнонаучных и инженерных специальностей университетов/ О.И. Сафроненко, Н.П. Деревянкина; Федеральное агентство по образованию Рос. Федерации, Федеральное гос. образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет». - Электрон. текстовые данные.- Ростов-н/Д: Изд-во Южного федерального университета, 2009. - 144 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46912>. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература:

1. Журавлева, В.И. Сборник текстов для подготовки аспирантов-физиков к сдаче кандидатского экзамена [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.И. Журавлева. - Электрон. текстовые данные.- М.: МИФИ, 2011. - 47 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/75998>. — Загл. с экрана.
2. Бедрицкая Л.В. Деловой английский язык = English for Business Studies [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бедрицкая Л.В., Василевская Л.И., Борисенко Д.Л. - Электрон. текстовые данные. - Минск: ТетраСистемс, Тетралит, 2014. - 320 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28071>.- Загл. с экрана.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <https://rd.springer.com> - Springer Link
2. <https://www.nature.com> - Springer Nature
3. <https://materials.springer.com> - Springer Materials
4. www.springerprotocols.com - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний SpringerProtocols
5. <https://zbmath.org> Реферативная база данных по чистой и прикладной математике ZbMATH

6. <https://nano.nature.com> - База данных NANO
7. <https://onlinelibrary.wiley.com> - Журналы издательства Wiley
8. <http://pubs.rsc.org> - Журналы издательства Royal Society of Chemistry
(Королевского химического общества)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные занятия не предусмотрены.

Лабораторные работы не предусмотрены.

Практические занятия:

- аудитория с маркерной доской;
- презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук, колонки);
- пакеты ПО общего назначения (текстовые и графические редакторы).

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кафедра «Материаловедение»

«УТВЕРЖДАЮ»
Начальник управления
«Научно-образовательная деятельность»

Д.С. Свириденко

РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА
«Композиционные керамические и полимерные материалы»
(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки: 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Квалификация выпускника: магистр

Формы обучения: очная / очно-заочная

Трудоемкость дисциплины: 6 з.е./216 ч.

Распределение трудоемкости дисциплины по семестрам и видам учебной работы

Вид учебной работы	Очная форма обучения		Очно-заочная форма обучения	
	1 семестр	2 семестр	1 семестр	2 семестр
Общий объем работ в учебной аудитории, ч., в том числе:	18	18	18	18
Лекции	8		8	
Лабораторные работы				
Практические занятия или семинары	10	18	10	18
Общий объем самостоятельной работы, ч., в том числе:	72	72	72	72
Курсовой проект				
Курсовая работа				
Расчетно-графические работы				
Реферат		36		36
Контроль самостоятельной работы: тестирование, коллоквиум, контрольная работа				
Другие виды работ	72	36	72	36
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Экзамен	Зачет	Экзамен
		36		36
Итого по семестрам	90	126	36	108
Итого:	216		216	

Рабочая учебная программа по дисциплине составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Автор (ы)

/ д.т.н., проф. С.С. Солнцев

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Рабочая программа рассмотрена на заседании Ученого совета (протокол № 5 от 11.10.2022 г.) и признана соответствующей требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и учебного плана по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Зав. кафедрой

/ д.т.н., доц. А.Б. Лаптев

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением современных композиционных керамических и полимерных материалов. При изучении указанной дисциплины формируются знания, умения и опыт, необходимые для успешного освоения данной дисциплины.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование:

- способности понимать физико-химическую сущность процессов получения полимерных композиционных материалов (ПКМ) и использовать основные теоретические закономерности в комплексной производственно-технологической деятельности;
- способности принимать решения в производственных условиях, выбирать оптимальные варианты;
- творческого мышления и навыков использования приобретенных фундаментальных знаний, основных законов и методов при проведении лабораторного или промышленного эксперимента с последующими обработкой и анализом результатов исследований;
- навыков самостоятельного проведения теоретических и экспериментальных исследований, способности прогнозировать характер, свойства и область применения получаемых продуктов.

Для достижения поставленной цели при изучении дисциплины решаются следующие задачи:

- анализ конструкторских, технологических и эксплуатационных требований к новым материалам на основе углеродных, органических и неорганических (стеклянных, кварцевых, керамических и металлических) волокон и их комбинаций;
- изучение эксплуатационных свойств в изделиях современных волокнистых композиционных материалов различного назначения, разработанных технологий производства изделий из них;
- сравнительная характеристика свойств типовых материалов;
- применение физических методов исследования материалов;
- умение правильно определять физические и технологические основы выбора материалов для применения в различных отраслях науки и техники;
- основные методы контроля и испытания новых материалов, используемые в физической лаборатории, условия их реализации и границы применения;
- получение информации о свойствах новых материалов;
- анализ данных о свойствах материалов для их применения на практике;
- применение современных методов исследования, контроля и испытания материалов;
- работа с патентной и научно-технической литературой.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 (обязательной для изучения). Она связана с дисциплинами базовой части, опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения. В результате освоения данной дисциплины приобретаются знания и умения необходимые в научно-исследовательской работе магистра.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

общепрофессиональными:

ОПК-4. Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности

профессиональными:

ПК-6. Владеет навыками рационального выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности, экономичности и экологических последствий их применения, в том числе навыками оптимизации расходования материалов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

–принципы классификации и номенклатуру органических соединений и реакций; строение и свойства основных классов органических соединений; основные методы синтеза органических соединений;

–физико-химические основы получения мономеров и вспомогательных веществ для полимерных материалов;

–физико-химические основы: кинетика, термодинамика и механизм получения важнейших полимеров; взаимосвязь методов синтеза и структуры полимеров;

–физико-химические основы высокотемпературных керамических материалов;

–принципы классификации, физико-химические основы получения металлокерамических и металлополимерных композиционных материалов;

уметь:

–выполнять основные химические операции;

–использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач;

–синтезировать органические соединения;

–проводить качественный и количественный анализ органического соединения с использованием химических и физико-химических методов анализа;

–выбирать метод анализа для заданной аналитической задачи и проводить статистическую обработку результатов аналитических определений;

–прогнозировать влияние различных факторов на равновесие и скорость в химических реакциях;

–определять направленность процесса в заданных условиях; выполнять основные химические операции для получения конструкционного керамического материала и неорганического стекла;

владеть:

–экспериментальными методами синтеза, очистки, определения физико-химических свойств и установления структуры органических соединений;

–основными методами, способами и средствами получения полимерных композиционных материалов;

–методами проведения химического анализа и метрологической оценки его результатов;

–навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций, констант равновесия химических реакций;

–методами определения констант скорости реакций.

4. Структура и содержание разделов дисциплины

Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела	Трудоемкость, ч. очная/очно- заочная
1 семестр			
1	Современные стеклопластики. Современные пеноматериалы.	Исходные компоненты и технологии их получения, свойства материалов и область применения деталей и изделий из них.	0,5/0,5
2	Синтактные материалы.	Исходные компоненты и технологии их получения, свойства материалов и области применения деталей и изделий из них.	0,5/0,5

3	Современные органопластики.	Материалы, применяемые для создания органопластиков (связующие, наполнители, препреги). Основные типы органопластиков и области их применения.	0,5/0,5
4	Углеродные армирующие наполнители.	Классификация, методы получения, свойства и область их применения в авиационной и других отраслях промышленности.	0,5/0,5
5	Термический анализ связующих, препрегов и ПКМ.	Методы исследования и оборудование.	0,5/0,5
6	Механические испытания композиционных материалов.	Особенности проведения механических испытаний ПК.	0,5/0,5
7	Технология получения полуфабрикатов (ткани, преформы, препреги).	Исходные компоненты и технологии их получения, используемое оборудование, свойства полученных материалов и область их применения в авиационной и других отраслях промышленности.	0,5/0,5
8	Технологические процессы и оборудование для пропитки под вакуумом (инфузионный метод), пропитка под давлением (RTM метод), пропитка пленочным связующим (метод RFI). Технология и оборудование для автоклавного и вакуумного формования.	Технологическая схема пропитки жидкими связующими, используемое оборудование, контроль техпроцесса и получаемых изделий. Технологическая схема формования с использованием избыточного давления. Виды автоклавов, используемые величины давлений. Виды вспомогательных материалов.	0,5/0,5
9	Области применения, условия работы, требования к высокотемпературным материалам и покрытиям.	Авиакосмическая техника. Газотурбинные и реактивные двигатели. Машиностроение. Атомная техника. Металлообработка. Электроника.	0,5/0,5
10	Керамические материалы.	Оксидная и бескислородная керамики. Монолитная и композиционная керамики. Структура, свойства, технология керамических материалов, волокон и композитов.	0,5/0,5
11	Материалы на основе неорганических стекол. Методы определения свойств и исследования структуры.	Силикатные, кварцевые, высококремнеземные стекла и волокна. Ситаллы. Структура, свойства. Технология стекол, ситаллов и композитов. Определение твердости. Механические статические и динамические испытания. Испытания материалов при повышенных температурах. Оптическая микроскопия и рентгеноструктурный анализ.	0,5/0,5
12	Высокотемпературные покрытия металлических и неметаллических материалов.	Эмалевые, стеклокерамические, керамические покрытия. Составы, свойства, технология синтеза, приготовления, нанесения покрытий. Реакционное спекание и реакционное отверждение покрытий.	0,5/0,5
13	Исходные компоненты и технологии получения металлокерамических композиционных материалов. Свойства металло-керамических композиционных материалов.	Компоненты, способы получения, основные характеристики. Виды и различия. Основные характеристики. Исходные компоненты. Область применения деталей и изделий из них.	1/1
14	Исходные компоненты и технологии получения металлополимерных композиционных материалов. Свойства и область применения деталей и изделий из них.	Компоненты, способы получения, основные характеристики, оборудование для производства и усовершенствования. Характеристика компонентов, технологического процесса получения. Основные отличия от остальных композиционных материалов.	1/1
Итого:			8/8

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Не предусмотрено		
Итого:			0/0

Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1 семестр			
1	Стеклопластики, синтактные материалы и пеноматериалы.	Взаимосвязь структуры и свойств получаемых материалов. Выбор исходных компонентов для получения стеклопластиков, синтактных и пеноматериалов и их влияние на комплекс технологических и эксплуатационных свойств. Выбор технологического способа и режима переработки стеклопластиков, синтактных и пеноматериалов.	4/4
2	Препреги, полученные по растворной технологии.	Определение массового содержания связующего и летучих веществ. Работа на лабораторном оборудовании.	2/2
3	Подготовка образцов ПКМ к проведению испытаний.	Замер, взвешивание, запись в рабочий журнал, определение плотности пластиков и их пористости	4/4
4	Препреги, полученные по расплавной технологии.	Определение массового содержания связующего. Работа на лабораторном оборудовании.	2/2
5	Полимерные композиционные материалы (ПКМ).	Расчет параметров фазовой структуры ПКМ.	2/2
6	Керамические материалы.	Химическая связь и особенности строения керамических оксидов, карбидов, нитридов, боридов и силицидов. Керамические композиты.	4/4
7	Неорганические стекла и ситаллы.	Особенности аморфного состояния стекол, строение ситаллов, диаграмма «вязкость–температура», наноструктура стекол. Композиты.	2/2
8	Высокотемпературные покрытия.	Классификация покрытий. Покрытия для сталей и сплавов. Покрытия для неметаллических материалов.	2/2
9	Металлокерамические композиционные материалы.	Взаимосвязь структуры и свойств получаемых материалов. Выбор исходных компонентов. Определение технологических и эксплуатационных свойств, область их применения в авиационной и других отраслях промышленности. Отличительные черты, присущие только металлокерамическим композиционным материалам. Виды.	4/4
10	Металлополимерные композиционные материалы.	Взаимосвязь структуры и свойств получаемых материалов. Выбор исходных компонентов. Определение технологических и эксплуатационных свойств, область их применения в авиационной и других отраслях промышленности. Отличительные черты, присущие только металлополимерным композиционным материалам. Виды.	2/2
Итого:			28/28

Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма контроля (тестирование, коллоквиум, контрольная работа)	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Не предусмотрено		
Итого:			0/0

Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Современные стеклопластики.	Подготовка к практическому занятию	6/6
2	Синтактные материалы.	Подготовка к практическому занятию	6/6
3	Современные углепластики.	Подготовка к практическому занятию	8/8
4	Современные органопластики.	Подготовка к практическому занятию	8/8
5	Препреги, полученные по растворной технологии.	Подготовка к практическому занятию	8/8
6	Подготовка образцов ПКМ к проведению испытаний.	Подготовка к практическому занятию	8/8
7	Препреги, полученные по расплавной технологии.	Подготовка к практическому занятию	8/8
8	Полимерные композиционные материалы (ПКМ).	Подготовка к практическому занятию	8/8
5	Современные методы изготовления элементов конструкций летательных аппаратов.	Подготовка к практическому занятию.	8/8
6	Виды механических испытаний композиционных материалов.	Подготовка к практическому занятию.	8/8
7	Неорганические стекла и ситаллы.	Реферат.	18/18
8	Высокотемпературные керамические материалы и покрытия.	Реферат.	18/18
9	Керамические материалы.	Подготовка к практическому занятию.	8/8
10	Композиты на основе неорганических стекол. Высокотемпературные покрытия.	Подготовка к практическому занятию.	8/8
11	Металлокерамические композиционные материалы.	Подготовка к практическому занятию.	8/8
12	Металлополимерные композиционные материалы.	Подготовка к практическому занятию.	8/8
Итого:			144/144

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по реализации разностороннего (комплексного) подхода к процессу подготовки специалистов, предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

Активная и интерактивная формы проведения занятий помогают успешно достичь планируемых результатов освоения дисциплины. К таким формам занятий относятся:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;

- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Интернет-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;

- дискуссия как способ закрепления теоретического материала и формирования четко осознаваемой собственной точки зрения;

- ИТ-методы как способ обучения эффективному оперированию информацией и ее обработке;

–опережающая СРС как форма углубленного изучения и закрепления знаний, а также развития практических умений, заключающаяся в работе обучающихся с лекционным материалом, поиске и анализе литературы и электронных источников информации по заданной проблеме и выбранной теме реферата, выполнении домашних заданий, изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, подготовке к экзамену;

–индивидуальный подход как средство мотивации магистранта к обучению;

–командная работа в форме тренингов как метод организации и управления совместной деятельностью в группе и коллективе.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

В качестве оценочных средств используются защита рефератов в виде презентаций. В первом семестре проводится зачет. По итогам обучения проводится экзамен.

В качестве учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся используется справочная, учебная литература и монографии, рекомендованные преподавателями.

Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется преподавателем в интерактивной форме в виде бесед и контрольных работ на практических занятиях. Защита рефератов проводится в виде презентаций.

Примерный перечень тем для рефератов:

1. Композиционные материалы с матрицей на основе неорганических стекол.
2. Высокотемпературные эрозионностойкие терморегулирующие покрытия для многоразовой плиточной теплозащиты.
3. Жаростойкие эмали для защиты деталей ГТД.
4. Применение золь-гель технологии в авиакосмической технике.
5. Защитные технологические покрытия.
6. Методы испытаний на термостойкость.
7. Процесс приготовления керамических масс, шликера. Обжиг.
8. Стеклопластики – основные типы структур. Свойства. Методы переработки.
9. Синтактные материалы – основные свойства и способы переработки. Современные тенденции развития.
10. Пеноматериалы – особенности и типы структур. Способы получения.
11. Типы наполнителей для армирования органопластиков.
12. Основные типы органопластиков и области их применения.
13. Компоненты ПКМ на основе углепластиков.
14. Основные технологии и аппараты для получения ПКМ на основе углепластиков.

Вопросы к зачету:

1. Основные виды стеклопластиков, их структура и свойства.
2. Современные марки стеклопластиков. Основные методы переработки.
3. Синтактные материалы – особенности структуры. Способы получения.
4. Современные тенденции развития синтактных материалов. Основные области применения.
5. Пеноматериалы – структурные особенности. Выбор технологии переработки в зависимости от типа получаемого материала и исходных компонентов.
6. Область применения пеноматериалов в зависимости от их типа, а также комплекс технологических и эксплуатационных свойств.
7. Основные типы органопластиков.
8. Свойства органопластиков.
9. Область применения органопластиков.

10. Исходные компоненты полимерных композиционных материалов на основе углепластиков.
11. Технология получения полимерных композиционных материалов на основе углепластиков.
12. Свойства материалов полимерных композиционных материалов на основе углепластиков.
13. Область применения деталей и изделий из полимерных композиционных материалов на основе углепластиков.
14. Виды и общие характеристики полуфабрикатов (ткани, преформы, препреги).
15. Технология получения полуфабрикатов (ткани, преформы, препреги).
16. Дать характеристику и описание технологического процесса и оборудования для пропитки препрегов под вакуумом (инфузионный метод).
17. Дать характеристику и описание технологического процесса и оборудования для пропитки препрегов под давлением (метод RTM).
18. Дать характеристику и описание технологического процесса и оборудования для пропитки препрегов пленочным связующим (методом RFI).
19. Технологии и оборудование для автоклавного и вакуумного формования.

Вопросы к экзамену:

1. Какая химическая связь преобладает в неорганических стеклах и керамике?
2. Чем объясняется способность керамических материалов и неорганических стекол выдерживать высокие температуры?
3. Какая химическая связь придает материалам высокие тугоплавкость и твердость?
4. Чем отличается строение неорганических стекол от строения керамики и металлов?
5. Что такое переохлаждение?
6. Почему неорганические стекла называют переохлажденными жидкостями?
7. Какие керамические материалы имеют температуру плавления более 3000°C?
8. Какие покрытия называют реакционно-отверждаемыми?
9. Какие покрытия защищают детали двигателей от возгорания?
10. Что называют возгоранием сплавов?
11. Основные характеристики металлокерамических композиционных материалов.
12. Свойства металлокерамических композиционных материалов.
13. Область применения деталей и изделий из металлокерамических композиционных материалов.
14. Исходные компоненты металлокерамических композиционных материалов.
15. Исходные компоненты металлополимерных композиционных материалов.
16. Основные характеристики металлополимерных композиционных материалов.
17. Свойства металлополимерных композиционных материалов.
18. Область применения деталей и изделий из металлополимерных композиционных материалов.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Технология полимерных материалов : учеб. пособие / А. Ф. Николаев [и др.] ; под общ. ред. В.К. Крыжановского. - СПб.:Профессия, 2011. - 536 с.: ил. - Библиогр.: с. 530-533. - ISBN 978-5-93913-152-0: 1140-00.
2. Михайлин Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.А. Михайлин. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Научные основы и технологии, 2010. — 822 с. — 978-5-91703-003-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13214>.- Загл. с экрана.
3. Михайлин Ю.А. Специальные полимерные композиционные материалы [Электронный ресурс] / Ю.А. Михайлин. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Научные

основы и технологии, 2009. — 664 с. — 978-5-91703-011-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13229>.- Загл. с экрана.

4. Мальцева Л.А. Жидкофазные технологии получения композиционных материалов. Матрицы. Упрочнители [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.А. Мальцева, В.А. Шарапова. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 120 с. — 978-5-7996-1033-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69594>.- Загл. с экрана.

Дополнительная литература:

1. Мийченко И.П. Технология полуфабрикатов полимерных материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.П. Мийченко. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Научные основы и технологии, 2012. — 374 с. — 978-5-91703-031-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13233>. - Загл. с экрана.

2. Липатова И.М. Современные проблемы модификации природных и синтетических волокнистых и других полимерных материалов. Теория и практика [Электронный ресурс]: монография / И.М. Липатова, Л.Н. Никитин. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Научные основы и технологии, 2012. — 446 с. — 978-5-91703-026-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13228>.- Загл. с экрана.

3. Перепелкин К.Е. Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты [Электронный ресурс] : монография / К.Е. Перепелкин. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Научные основы и технологии, 2009. — 380 с. — 978-5-91703-009-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13210>.- Загл. с экрана.

4. Полимерные реагенты и катализаторы / под ред. Уоррена Т.Форда; пер. с англ. В.Л. Рубайло; под. ред. Г. Е. Заикова. - М.: Химия, 1991. - 256 с.: ил. - Библиогр.: с. 232-250. - ISBN 5-7245-0166-X: 8-90.

5. Барашков, Н.Н. Полимерные композиты: получение, свойства, применение / Н.Н. Барашков. - М.: Наука, 1984. - 128 с.: ил.

6. Довгяло, В.А. Композиционные материалы и покрытия на основе дисперсных полимеров. Технологические процессы / В. А. Довгяло, О. Р. Юркевич; Акад. наук Беларуси, Ин-т механики металлополимерных систем. - Минск: Навука і тэхніка, 1992. - 256 с.: ил. - Библиогр.: с. 243-254. - ISBN 5-343-00947-6: 5-20.

7. Николаева, Л.В. Тонкослойные стеклоэмалевые и стеклокерамические покрытия / Л. В. Николаева, А. И. Борисенко. - Л.: Наука, 1980. - 88 с.: ил. - 0-75.

8. Бектуров, Е.А. Полимерные комплексы и катализаторы / Е. А. Бектуров, Л. А. Бимендина, С. Кудайбергенов. - Алма-Ата: Наука, 1982. - 192 с.: ил. - 2-20.

9. Волокнистые композиционные материалы на основе титана / В. Н. Анциферов [и др.]. - М.: Наука, 1990. - 136 с.: ил. - 1-90.

10. Волокнистые композиционные материалы с металлической матрицей : моногр. / кол. авт.; под ред. М.Х. Шоршорова. - М.: Машиностроение, 1981. - 272 с.: ил. - Авт. кол. указан на обороте тит. л. - 1-40.

11. Дейнега, Ю.Ф. Электрофоретические композиционные покрытия / Ю. Ф. Дейнега, З.Р. Ульберг. - М.: Химия, 1989. - 240 с.: ил.

12. Дубяга, В.П. Полимерные мембраны / В.П. Дубяга, Л.П. Перепечкин, Е. Е. Каталевский. - М.: Химия, 1981. - 232 с.: ил. - 0-60.

13. Кардашов, Д.А. Полимерные клеи: Создание и применение / Д.А. Кардашов, А.П. Петрова. - М.: Химия, 1983. - 256 с.: ил. - 1-20.

14. Кацнельсон, М.Ю. Полимерные материалы. Свойства и применение: справочник / М.Ю. Кацнельсон, Г.А. Балаев. - Л.: Химия, 1982. - 317 с.

15. Композиционные материалы на основе полиуретанов: пер. с англ. / под ред. Дж.М. Бюиста. - М.: Химия, 1982. - 240 с.: ил. - 1-40.

16. Композиционные сверхпроводящие материалы волокнистого строения: науч. издание / В.А. Башилов [и др.]. - М.: Металлургия, 1986. - 136 с.: ил. - Библиогр.: с. 130-136. - 1-50.

17. Кросняну, К. Литье в керамические формы / К. Кросняну, М. Видя. - М.: Машиностроение, 1980. - 200 с.: ил.
18. Лущейкин, Г.А. Полимерные пьезоэлектрики / Г.А. Лущейкин. - М.: Химия, 1990. - 176 с.: ил. - ISBN 5-7245-0563-0: 2-50.
19. Начинкин, О.И. Полимерные микрофильтры / О.И. Начинкин. - М.: Химия, 1985. - 216 с.: ил.
20. Борисенко, А.И. Тонкослойные стеклоэмалевые и стеклокерамические покрытия / А.И. Борисенко, Л.В. Николаева. - Л.: Наука, 1970. - 70 с.: ил. - 0-22.
21. Папков, С.П. Полимерные волокнистые материалы [Текст] / С.П. Папков. - Москва: Химия, 1986. - 224 с.: ил.
22. Платина, ее сплавы и композиционные материалы / под ред. Е.В. Васильевой. - М.: Металлургия, 1980. - 296 с.: ил. - 1-20.
23. Помогайло, А.Д. Полимерные иммобилизованные металлокомплексные катализаторы / А.Д. Помогайло; отв. ред. В.А. Кабанов; Акад. наук СССР, Ин-т химической физики. - М.: Наука, 1988. - 303 с.: ил. - ISBN 5-02-001390-0: 4-20.
24. Попов, К.Н. Полимерные и полимерцементные бетоны, растворы и мастики / К.Н. Попов. - М.: Высшая школа, 1987. - 72 с.: ил. - 0-15.
25. Порошковая металлургия спеченные и композиционные материалы [Текст] / В.Шатта. - М.: Металлургия, 1983. - 518 с.: ил.
26. Портной, К.И. Композиционные материалы на никелевой основе / К. И. Портной, Б.Н. Бабич, И.Л. Светлов. - М.: Металлургия, 1979. - 264 с.: ил. - Библиогр.: с. 253-261. - 3-20.
27. Сайфуллин, Р.С. Неорганические композиционные материалы / Р.С. Сайфуллин. - М.: Химия, 1983. - 304 с.: ил. - 1-30.
28. Тучинский, Л.И. Композиционные материалы, получаемые методом пропитки / Л.И. Тучинский. - М.: Металлургия, 1986. - 208 с.: ил. - 2-10.
29. Удовицкий, В.И. Пористые композиционные покрытия / В.И. Удовицкий. - М.: Машиностроение, 1991. - 144 с.: ил. - 1-90.
30. Федорченко, И.М. Композиционные спеченные антифрикционные материалы / И.М. Федорченко, Л.И. Пугина. - Киев: Наукова думка, 1980. - 404 с.: ил. - 5-70.
31. Фрейдин, А.С. Полимерные водные клеи / А.С. Фрейдин. - М.: Химия, 1985. - 144 с.: ил. - 0-60.
32. Шефтель, В.О. Полимерные материалы [Текст] / В.О. Шефтель; В.О. Шефтель. - Л.: Химия, 1982. - 232 с.
33. Ярославский, Н.Е. Полимерные материалы в энергетике / Н.Е. Ярославский. - М.: Энергия, 1981. - 216 с.: ил. - 0-65.
34. Клёсов, А.А. Древесно-полимерные композиты / А.А. Клёсов ; пер. с англ. - СПб.:НОТ, 2014. - 736 с.: ил. - Парал. тит. л. англ. - ISBN 978-5-91703-017-3 2000-00.
35. Энциклопедия полимеров: В 3-х томах. Т.1. А-К / гл. ред. В.А. Каргин. - М.: Советская энциклопедия, 1972. - 1224 с.: ил. - 4-40.
36. Энциклопедия полимеров: В 3-х томах. Т.2. Л-Полинозные волокна / гл. ред. В.А. Каргин. - М.: Советская энциклопедия, 1974. - 1032 с.: ил. - 4-40.
37. Энциклопедия полимеров: В 3-х томах. Т.3. Полиоксадиазолы-Я / гл. ред. В.А. Каргин. - М.: Советская энциклопедия, 1977. - 1152 с.: ил. - 7-60.
38. Тарнопольский, Ю.М. Пространственно-армированные композиционные материалы: Справочник / Ю.М. Тарнопольский, И. Г. Жигун, В.А. Поляков. - М.: Машиностроение, 1987. - 224 с.: ил. - 1-20.
39. Конструкции из композиционных материалов. - Архив журнала с 2013 г. - по н.в. - (печатная версия). - б/ц.
40. Полимерные материалы: изделия, оборудование, технологии. - Архив журнала с 2010 г. - по н.в. - (печатная версия). - б/ц.

41. Композиты и наноструктуры. - Архив журнала с 2014 г. - по н.в. - (печатная версия). - б/ц.

Интернет-ресурсы:

- www.autodesk.ru/education/country-gateway Бесплатные онлайн-ресурсы для обучения с использованием программного обеспечения Autodesk.
- <http://autocad-specialist.ru/samouchitel-autocad.html> Бесплатный самоучитель AutoCAD 2015.
- www.iprbooks.ru Электронно-библиотечная система IPRbooks
- www.e.lanbook.ru Электронно-библиотечная система «Лань»
- <https://rd.springer.com> - Springer Link
- <https://www.nature.com> - Springer Nature
- <https://materials.springer.com> - Springer Materials
- www.springerprotocols.com - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний SpringerProtocols
- <https://zbmath.org> Реферативная база данных по чистой и прикладной математике ZbMATH
- <https://nano.nature.com> - База данных NANO
- <https://onlinelibrary.wiley.com> - Журналы издательства Wiley
- <http://pubs.rsc.org> - Журналы издательства Royal Society of Chemistry (Королевского химического общества)
- Microsoft Win Rmt Dscs CAL 2012 Russian Academic OPEN I License Devaice CAL

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Композиционные керамические и полимерные материалы» используется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и маркерной доской.

Лекционные занятия:

- комплект для электронных презентаций;
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы:

- лаборатория, оснащенная тематической аппаратурой (согласно теме лекции, на основе которой проводится данная работа);
- комплект веществ, материалов, жидкостей и инструментов для проведения лабораторных работ.

Практические занятия:

- аудитория с маркерной доской и презентационной техникой;
 - презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук);
- пакеты ПО общего назначения (текстовые и графические редакторы).

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кафедра «Материаловедение»

«УТВЕРЖДАЮ»
Начальник управления
«Научно-образовательная деятельность»

Д.С. Свириденко

РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА
«Современные металлы и сплавы»
(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки: 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Квалификация выпускника: магистр

Формы обучения: очная / очно-заочная

Трудоемкость дисциплины: 6 з.е. /216 ч.

Распределение трудоемкости дисциплины по семестрам и видам учебной работы

Вид учебной работы	Очная форма обучения		Очно-заочная форма обучения	
	1 семестр	2 семестр	1 семестр	2 семестр
Общий объем работ в учебной аудитории, ч., в том числе:	36	36	36	36
Лекции	6	6	6	6
Лабораторные работы				
Практические занятия или семинары	30	30	30	30
Общий объем самостоятельной работы, ч., в том числе:	36	72	36	72
Курсовой проект				
Курсовая работа				
Расчетно-графические работы				
Реферат	16		16	
Контроль самостоятельной работы: тестирование, коллоквиум, контрольная работа				
Другие виды работ	20	36	20	36
Вид промежуточной аттестации	зачет	экзамен	зачет	экзамен
		36		36
Итого по семестрам	72	108	72	108
Итого	216		216	

Рабочая учебная программа по дисциплине составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Автор (ы)

/д.т.н. Ночовная Н.А.

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Рабочая программа рассмотрена на заседании Ученого совета (протокол № 5 от 11.10.2022 г.) и признана соответствующей требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и учебного плана по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Зав. кафедрой

/ д.т.н., доц. А.Б. Лаптев

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением современных проблем металловедения, а также современными основами технологии получения полуфабрикатов и готовых изделий из металлов и сплавов.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Современные металлы и сплавы» является изучение строения и физико-химических, физико-механических, теплофизических, электрических, магнитных свойств основных типов конструкционных металлических материалов и сплавов, способов их переработки в изделия и обработки (термической, механической), а также методов определения свойств и исследования структуры металлических материалов, приобретение навыков, необходимых для оценки технологических и эксплуатационных свойств металлических материалов и использования их в различных изделиях.

Для достижения поставленной цели при изучении дисциплины решаются следующие задачи:

- изучить классификации металлических материалов и сплавов на основе эксплуатационных требований, предъявляемых к деталям конструкций и машин;
- рассмотреть технологии получения и обработки металлических материалов и изучить их влияние на поведение металлических материалов в процессе эксплуатации;
- изучить возможные режимы термической обработки и поверхностного упрочнения и уметь выбирать режимы для конкретных изделий;
- уметь правильно выбирать металлические материалы для рационального их использования при получении полуфабрикатов и готовых изделий;
- знать о возможных изменениях структуры металлических материалов при нарушениях технологии изготовления деталей, которые могут привести к потере свойств, предъявляемых техническими условиями;
- владеть практикой оформления технологических карт и методикой создания технологических процессов;
- владеть методами оценки технологических, функциональных и эксплуатационных свойств материалов, а также методами оценки работоспособности материала.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 (обязательной для изучения). Она связана с дисциплинами базовой части, опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения. В результате освоения данной дисциплины приобретаются знания и умения необходимые в научно-исследовательской работе магистра.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

общепрофессиональных:

ОПК-1. Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металловедения и технологии материалов

профессиональных:

ПК-4. Способен разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- строение и свойства металлических материалов (жаропрочных литейных и деформируемых сплавов, сталей, пористо-волокнистых материалов, алюминиевых, магниевых литейных и деформируемых сплавов, титановых сплавов),
- основные технологические процессы термической обработки металлических материалов и сплавов при изготовлении из них различных изделий,

–методы изучения структуры и определения свойств металлических материалов и сплавов, особенности поведения материалов в условиях эксплуатации;

уметь:

–выбирать материалы изделий (конструкций) с учетом их физико-механических, термических, технологических и эксплуатационных свойств;

–выбирать технологические процессы термической обработки с целью достижения высокой надежности, долговечности и технологичности изделий в сочетании с оптимальной экономичностью;

владеть:

–методиками выбора и разработки технологии изготовления полуфабрикатов и деталей с учетом индивидуальных особенностей металлических материалов и сплавов,

–навыками разработки технологических (маршрутных) карт;

–навыками работы на исследовательском и испытательном оборудовании,

–методиками исследований (металлография, механические свойства, МЦУ, МнЦУ, СРТУ, K_{1c} , длительная прочность, коррозионная стойкость).

4. Структура и содержание разделов дисциплины

Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела	Трудоемкость, ч. очная/очно- заочная
1	Литейные жаропрочные никелевые сплавы. Легирование и структурно-фазовые соотношения, основы упрочнения. Основные физико-химические и структурные факторы жаропрочности литейных никелевых сплавов. Фазовые превращения	Ближнее упорядочение в γ -фазе, растворение γ' -фазы, неравновесный солидус, солидус, ликвидус, основные методы определения температур фазовых превращений, стабильность фаз и фазовые реакции, расчетные методы прогнозирования фазовой неустойчивости. Влияние структурных параметров на длительную прочность, основные принципы легирования литейных жаропрочных сплавов, основные методы исследования структуры и определения структурно-фазовых характеристик	1/1
2	Литейные жаропрочные сплавы с поликристаллической, направленной и монокристаллической структурой. Физико-механические свойства. Конструирование литейных жаропрочных никелевых сплавов.	Легирование, структура, фазовый состав, термическая и баротермическая обработка, физико-механические свойства литейных жаропрочных никелевых сплавов. Роль границ зерен в литейных жаропрочных сплавах, особенности легирования литейных жаропрочных никелевых сплавов со столбчатой и монокристаллической структурой. Характеристики ростовой структуры монокристаллов с различной кристаллографической ориентацией, микроструктура. Анизотропия характеристик прочности монокристаллов при статических и динамических нагрузках.	1/1
3	Литейные жаропрочные сплавы с естественно-композиционной структурой. Литейные коррозионностойкие жаропрочные никелевые сплавы. Монокристаллические кобальтовые жаропрочные сплавы, упрочненные γ' -фазой.	Направленная кристаллизация эвтектических сплавов с плоским фронтом роста фаз, химический состав, структура, механические свойства никелевых эвтектических композитов γ/γ' -MeC, высокотемпературные Nb-Si композиты. Влияние легирующих элементов на сопротивление высокотемпературному окислению и горячей коррозии, особенности легирования, структура, фазовая стабильность, коррозионные и механические свойства. Химический состав, структура, физико-химические и механические свойства.	0,5/0,5

4	Высокопрочные конструкционные и коррозионностойкие стали, высокопрочные конструкционные теплостойкие стали.	Классификация, основные физико-механические свойства, основные способы получения полуфабрикатов, назначение и применение.	0,5/0,5
5	Основные направления развития жаропрочных сплавов для дисков газотурбинных двигателей (ГТД). Разработка составов, технологии производства и термической обработки жаропрочных сплавов для дисков ГТД. Технологические пути повышения качества структуры и свойств заготовок дисков из жаропрочных сплавов.	Требования к материалам для дисков турбин. Область применения. Особенности легирования. Особенности и виды технологии производства заготовок дисков турбин. Термическая обработка. Структура, фазовый состав и свойства. Влияние химической, фазовой и структурной неоднородности на свойства. Повышение чистоты и однородности материала с помощью специальных методов выплавки. Оптимизация процесса деформации штамповок дисков.	1/1
6	Ресурс и восстановительная термическая обработка дисков после их эксплуатации.	Структурные и фазовые изменения в материале диска в процессе эксплуатации. Разработка режимов восстановительной термообработки (ВТО) дисков и ее влияние на структуру и эксплуатационные свойства.	1/1
7	Основные направления развития свариваемых жаропрочных сплавов для высокотемпературных деталей ГТД. Разработка и исследование жаропрочных свариваемых сплавов. Технологические пути повышения качества структуры и свойств свариваемых жаропрочных сплавов.	Требования к жаропрочным свариваемым сплавам. Область применения. Жаропрочные свариваемые сплавы для камер сгорания (КС) и других сварных узлов современных и перспективных ГТД. Особенности легирования. Термическая и химико-термическая обработка. Фазовый состав и свойства. Повышение чистоты и однородности материала с помощью специальных методов выплавки и деформации.	1/1
8	Современные истираемые уплотнительные материалы в компрессорах и турбинах ГТД. Звукопоглощающие материалы из металлических волокон.	Основные эксплуатационные свойства уплотнительных материалов, состав, технологии их получения и сравнительные характеристики. Методики определения основных свойств. Особенности уплотнительных материалов из металлических волокон, технологические приемы их изготовления и перспективы использования в технике. Технологические схемы их получения, основные свойства. Сравнение свойств современных металлических звукопоглощающих конструкций (ЗПК) и ПВММ.	1/1
9	Алюминиевые деформируемые и литейные сплавы, их классификация. Технология изготовления и термическая обработка деформируемых и литейных сплавов.	Деформируемые сплавы, термически упрочняемые и неупрочняемые, сверхлегкие алюминиевые сплавы и порошковые материалы. Высокопрочные, жаропрочные, коррозионностойкие, технологичные. Классификация видов термической и термомеханической обработки. Прокатка, прессование, волочение, ковка, объемная и листовая штамповка. Термическая обработка: отжиг, закалка, старение. Термомеханическая обработка. Литейные сплавы. Температурно-временные параметры ведения плавки. Введение легирующих элементов. Обработка расплава. Литье в песчаные формы, кокиль, оболочковые формы, по выплавляемым выжигаемым моделям.	3/3

		Литье под давлением, центробежное литье. Виды и технология термической обработки.	
10	Современные магниевые сплавы, их классификация. Термическая обработка. Пути повышения эксплуатационных характеристик магниевых сплавов. Коррозионная стойкость, свариваемость. Области применения. Техника безопасности при работе с магниевыми сплавами.	Основные принципы легирования и свойства. Классификация магниевых сплавов. Особенности деформации и термической обработки. Принципы повышения коррозионной стойкости. Факторы, улучшающие свариваемость магниевых деформируемых сплавов. Особенности производства деталей и узлов из магниевых деформируемых сплавов. Принципы повышения характеристик жаропрочности магниевых сплавов.	1/1
11	Классификация сплавов на основе титана. Металлургия, методы получения полуфабрикатов из титановых сплавов. Термическая и горячая изостатическая (ГИП) обработки отливок и полуфабрикатов. Методы определения свойств и исследования структуры материалов	Принципы легирования сплавов на основе титана. Влияние химического и фазового состава на структуру и свойства. Технологии и оборудование для изготовления деформированных полуфабрикатов и отливок, проведения термической обработки и ГИП отливок и деталей из сплавов на основе титана. Влияние термической обработки и термической обработки, совмещенной с ГИП, на структуру, микропористость, статические и динамические характеристики	1/1
		Итого:	12/12

Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	не предусмотрен		
		Итого:	0/0

Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Легирование и структурно-фазовые соотношения в никелевых жаропрочных сплавах.	Диаграммы состояния двойных Ni-X (X=Al, Cr, Mo, W, Co, Ta, Nb, Ti, V, Re, Ru, C, B, La) и многокомпонентных γ/γ' -систем.	1/1
2	Фазовые превращения в жаропрочных никелевых сплавах.	Ближнее упорядочение в γ -фазе, растворение γ' -фазы, неравновесный солидус, солидус, ликвидус, основные методы определения температур фазовых превращений, стабильность фаз и фазовые реакции, расчетные методы прогнозирования фазовой нестабильности.	1/1
3	Основные физико-химические и структурные факторы жаропрочности литейных упрочненных никелевых γ/γ' -сплавов.	Объемная доля γ' -фазы, периоды кристаллических решеток γ - и γ' -фаз и их размерное несоответствие, (γ/γ' -мисфит), температуры полного растворения γ' -фазы (γ' -солвус) и солидус, их корреляционные соотношения с длительной прочностью, основные принципы легирования литейных жаропрочных	1/1

		сплавов, основные методы исследования структуры и определения структурно-фазовых характеристик.	
4	Литейные жаропрочные сплавы с поликристаллической структурой.	Легирование, структура, фазовый состав, термическая обработка и механические свойства литейных жаропрочных никелевых сплавов равноосной кристаллизации.	2/2
5	Направленная кристаллизация литейных жаропрочных никелевых сплавов.	Сегрегация легирующих элементов в процессе направленной кристаллизации многокомпонентных никелевых сплавов.	2/2
6	Монокристаллические жаропрочные никелевые сплавы.	Роль ренни и рутения в упрочнении. Анизотропия физических и механических свойств монокристаллов жаропрочных никелевых сплавов.	2/2
7	Конструирование литейных жаропрочных никелевых сплавов.	Основные методы и подходы к конструированию сплавов с заданным уровнем свойств, создание базы экспериментальных данных по структурно-фазовым характеристикам, физико-химическим и механическим свойствам, создание регрессионных моделей.	1/1
8	Монокристаллические кобальтовые жаропрочные сплавы, упрочнённых γ' -фазой.	Фазовая диаграмма Co–Al–W – основа для разработки γ/γ' -сплавов на основе кобальта.	2/2
9	Высокопрочные конструкционные и коррозионностойкие стали.	Принципы легирования, особенности выплавки, деформации и термической обработки, основные эксплуатационные свойства, применение в изделиях машиностроения.	2/2
10	Высокопрочные конструкционные теплостойкие стали.	Принципы легирования, термическая и химико-термическая обработка, основные эксплуатационные свойства, применение в изделиях машиностроения.	1/1
11	Жаропрочные сплавы для дисков ГТД.	Особенности легирования, выплавки, деформации, термообработки; эксплуатационные свойства, применение в изделиях.	2/2
12	Технологические пути повышения качества структуры и свойств жаропрочных дисковых сплавов.	Влияние химической, фазовой и структурной неоднородности на свойства. Повышение чистоты и однородности материала с помощью специальных методов выплавки. Оптимизация процесса деформации штамповок дисков. Влияние технологических факторов на чувствительность материала дисков к концентраторам напряжения. Взаимосвязь структуры и свойств. Ресурс и восстановительная термообработка дисков.	2/2
13	Жаропрочные свариваемые сплавы для высоко-температурных узлов ГТД.	Особенности легирования, выплавки, деформации, сварки, термообработки. Эксплуатационные свойства, применение в изделиях.	1/1
14	Технологические пути повышения качества структуры и свойств свариваемых жаропрочных сплавов.	Повышение чистоты и однородности материала с помощью специальных методов выплавки и деформации. Взаимосвязь структуры и свойств.	2/2
15	Современные истираемые уплотнительные материалы в компрессорах и турбинах ГТД.	Основные эксплуатационные свойства уплотнительных материалов, состав, технологии их получения и сравнительные характеристики. Методики определения основных свойств. Особенности уплотнительных материалов из металлических волокон, технологические приемы их изготовления и перспективы использования в технике.	2/2

16	Материалы из металлических волокон.	Особенности уплотнительных материалов из металлических волокон, технологические приемы их изготовления и перспективы использования в технике. Сравнение свойств современных металлических звукопоглощающих конструкций (ЗПК) и ПВММ.	1/1
17	Плавка литейных алюминиевых сплавов.	Расчет шихты, ведение плавки.	1/1
18	Литейные алюминиевые сплавы. Диаграммы состояния.	Диаграммы состояния. Термодинамический анализ диаграмм состояния.	1/1
19	Термическая обработка литейных алюминиевых сплавов.	Виды термической обработки. Технология термической обработки.	1/1
20	Применение литейных алюминиевых сплавов в авиации.	Плавка, оборудование, термическая обработка.	2/2
21	Литье, кристаллизация.	Диаграмма состояния эвтектического и перетектического типа.	1/1
22	Алюминиевые деформируемые сплавы.	Классификация алюминиевых сплавов.	1/1
23	Термическая обработка.	Диаграммы структурных превращений.	1/1
24	Введение в курс металловедения магния и его сплавов. Взаимодействие магния с другими химическими элементами.	Основные химические и физические свойства магния и деформируемых сплавов на его основе. Достоинства и недостатки. Распространение в земной коре. Уровень мирового потребления, известные мировые производители. Промышленные способы получения магния. Принципы легирования магниевых сплавов, сформулированные Г.В. Рейнором. Особенности легирования деформируемых магниевых сплавов. Предпочтительные легирующие элементы с учетом деформационных особенностей магниевых сплавов. РЗМ – перспективные легирующие компоненты. Базовые системы легирования. Характеристика фазового состава.	1/1
25	Современные магниевые деформируемые сплавы.	Технологические свойства магниевых сплавов (способность к различным видам деформации) и термической обработки в зависимости от системы легирования. Общие принципы теории жаропрочности применительно к магниевым сплавам. Классификация и основные эксплуатационные характеристики деформируемых сплавов на основе магния.	1/1
26	Коррозионная стойкость и свариваемость магниевых сплавов.	Факторы, влияющие на коррозионную стойкость магниевых сплавов. Элементы, улучшающие коррозионные свойства. Методы оценки коррозионной стойкости магниевых деформируемых сплавов и способы защиты. Основные технологии соединения магниевых сплавов. Характеристики свариваемости магниевых деформируемых сплавов.	1/1
27	Пути повышения эксплуатационных характеристик магниевых сплавов.	Выбор и оптимизация легирующих компонентов при разработке новых сплавов. Особая роль РЗЭ. Обоснование и выбор технологии изготовления, включая термическую обработку и обработку давлением с целью получения деформированных полуфабрикатов или деталей.	1/1

28	Области применения магниевых сплавов.	Традиционные области применения деталей и узлов из магниевых деформируемых сплавов в изделиях авиационной, ракетно-космической техники, автомобильной, электронной промышленности. Современное состояние проблемы применения у нас и за рубежом. Перспективы роста применения.	1/1
29	Техника безопасности при работе с магниевыми сплавами.	Природа магниевых сплавов, в том числе деформируемых, обусловившая их склонность к воспламенению при температурах $\geq 400-550^{\circ}\text{C}$. Факторы, влияющие на воспламеняемость сплавов на основе магния. Новые защитные меры от воспламенения. Меры предосторожности и правила техники безопасности при работе с магниевыми деформируемыми сплавами.	1/1
30	Исследование микроструктуры литейных магниевых сплавов.	Структуры литейных магниевых сплавов исходя из диаграмм состояния систем на основе магния.	1/1
31	Влияние легирующих элементов на структуру и свойства литейных магниевых сплавов.	Принципы легирования магниевых сплавов; основные системы легирующих элементов.	1/1
32	Роль магниевых-циркониевой лигатуры как основной составляющей при получении заданной структуры высокопрочных магниевых сплавов. Наноструктурное упрочнение.	Влияние магниевых-циркониевой лигатуры на структуру и свойства высокопрочных магниевых сплавов. Особенности наноструктурного упрочнения магниевых сплавов.	1/1
33	Химический, фазовый состав и структура α -, ($\alpha+\beta$)- и β -титановых сплавов.	Принципы легирования сплавов на основе титана. Влияние химического и фазового состава на структуру и свойства титановых сплавов.	2/2
34	Металлургия титановых сплавов, особенности плавки титановых сплавов.	Расчет шихты для выплавки титановых сплавов с учетом баланса легирования.	2/2
35	Методы получения полуфабрикатов из титановых сплавов.	Технологии и оборудование для изготовления деформированных полуфабрикатов и отливок из титановых сплавов.	1/1
36	Термическая и горячая изостатическая (ГИП) обработки отливок и полуфабрикатов из интерметаллидных сплавов	Технологии и оборудование для проведения термической обработки и горячего изостатического прессования отливок и деталей из сплавов на основе титана. Влияние термической обработки и термической обработки, совмещенной с ГИП, на структуру, микропористость, статические и динамические характеристики титановых сплавов различных классов	1/1
Итого:			48/48

Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма контроля (тестирование, коллоквиум, контрольная работа)	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Термическая обработка литейных алюминиевых сплавов.	Контрольная работа	2/2
2	Взаимодействие магния химическими элементами.	Контрольная работа	2/2
Итого:			4/4

Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
<i>Литейные жаропрочные монокристаллические и поликристаллические сплавы для лопаток газотурбинных двигателей и установок</i>			
1	Литейные жаропрочные сплавы с поликристаллической структурой.	Реферат.	16/16
2	Фазовые превращения в жаропрочных никелевых сплавах.	Подготовка к практическим занятиям.	1/1
3	Монокристаллические жаропрочные никелевые сплавы.	Подготовка к практическому занятию.	1/1
4	Легирование и структурно-фазовые соотношения в никелевых жаропрочных сплавах.	Подготовка к практическому занятию.	1/1
5	Основы упрочнения никелевых жаропрочных сплавов.	Подготовка к практическим занятиям.	1/1
6	Механические свойства литейных жаропрочных сплавов.	Подготовка к практическим занятиям.	1/1
7	Монокристаллические жаропрочные никелевые сплавы.	Подготовка к практическим занятиям.	1/1
8	Механические свойства литейных жаропрочных сплавов.	Подготовка к практическим занятиям.	1/1
9	Длительные статические и циклические механические свойства монокристаллических жаропрочных никелевых сплавов.	Подготовка к практическим занятиям.	1/1
10	Теплофизические свойства литейных жаропрочных никелевых сплавов.	Подготовка к практическим занятиям.	1/1
11	Литейные коррозионно-стойкие жаропрочные никелевые сплавы.	Подготовка к практическим занятиям.	1/1
12	Монокристаллические кобальтовые жаропрочные сплавы, упрочненные γ' -фазой.	Подготовка к практическим занятиям.	1/1
<i>Высокопрочные конструкционные и коррозионностойкие стали, высокопрочные конструкционные теплостойкие стали.</i>			
1	Структура и свойства высокопрочных конструкционных и коррозионностойких сталей	Подготовка к практическому занятию.	1/1
2	Структура и свойства высокопрочных конструкционных теплостойких сталей .	Подготовка к практическому занятию.	1/1
3	Способы получения полуфабрикатов (отливки,	Подготовка к практическим занятиям.	1/1

	прутки, поковки, листы) из высокопрочных конструкционных и коррозионностойких сталей.		
4	Способы термической и химико-термической обработки высокопрочных конструкционных теплостойких сталей	Подготовка к практическим занятиям.	1/1
5	Контроль качества полуфабрикатов и деталей из высокопрочных конструкционных и коррозионностойких сталей, высокопрочных конструкционных теплостойких сталей..	Подготовка к практическим занятиям.	1/1
6	Определение основных эксплуатационных свойств сталей (механические свойства, коррозионная стойкость).	Подготовка к практическим занятиям.	1/1
<i>Деформируемые жаропрочные сплавы</i>			
1	Способы получения полуфабрикатов (прутки, поковки, штамповки) из деформируемых жаропрочных сплавов.	Подготовка к практическому занятию.	1/1
2	Способы получения полуфабрикатов (листы, прутки, поковки) из свариваемых жаропрочных сплавов.	Подготовка к практическим занятиям.	1/1
3	Определение основных механических и эксплуатационных свойств жаропрочных сплавов (растяжение, МЦУ, МнЦУ, СРТУ, длительная прочность, коррозионная стойкость). Контроль качества при получении полуфабрикатов в металлургическом производстве.	Подготовка к практическим занятиям.	1/1
<i>Пористо-волоконистые истираемые уплотнительные и шумозащитные материалы</i>			
2	Пористо-волоконистые истираемые уплотнительные и шумозащитные материалы.	Подготовка к практическому занятию.	5/5
<i>Современные алюминиевые сплавы</i>			
<i>Литейные алюминиевые сплавы</i>			
1	Состав, свойства и применение литейных алюминиевых сплавов.	Подготовка к практическому занятию.	1/1
2	Способы литья фасонных отливок из алюминиевых сплавов.	Подготовка к практическому занятию.	1/1

3	Термическая обработка литейных алюминиевых сплавов. Стандартная микроструктура отливок (литье в песчаные формы).	Подготовка к контрольной работе.	4/4
4	Структура и термическая обработка литейных алюминиевых сплавов.	Подготовка к практическому занятию.	1/1
5	Плавка литейных алюминиевых сплавов.	Подготовка к практическому занятию.	1/1
6	Литейные алюминиевые сплавы. Диаграммы состояния.	Подготовка к практическому занятию.	1/1
<i>Деформируемые алюминиевые сплавы</i>			
7	Материаловедение и технологии обработки алюминиевых деформируемых сплавов.	Подготовка к практическому занятию.	1/1
8	Материаловедение и алюминиевых деформируемых сплавов.	Подготовка к практическому занятию.	1/1
9	технологии обработки алюминиевых деформируемых сплавов.	Подготовка к практическому занятию.	1/1
<i>Современные магниевые сплавы</i>			
<i>Литейные магниевые сплавы</i>			
1	Коррозионная стойкость литейных магниевых сплавов, пути ее повышения.	Подготовка к практическому занятию.	1/1
2	Исследование магниевых сплавов с редко-земельными металлами.	Подготовка к практическому занятию.	1/1
<i>Деформируемые магниевые сплавы</i>			
3	Введение в курс металловедения магния и его сплавов.	Подготовка к практическому занятию.	1/1
4	Взаимодействие магния химическими элементами.	Подготовка к контрольной работе.	1/1
5	Современные магниевые деформируемые сплавы и перспектива их развития. Области применения.	Подготовка к практическому занятию.	1/1
6	Коррозионная стойкость и свариваемость магниевых сплавов.	Подготовка к практическому занятию.	1/1
7	Пути повышения эксплуатационных характеристик магниевых сплавов.	Подготовка к практическому занятию.	1/1
8	Особенности технологии деформации и термической обработки магниевых сплавов.	Подготовка к практическому занятию.	1/1
9	Техника безопасности при работе с магниевыми сплавами.	Подготовка к практическому занятию.	1/1
<i>Современные титановые сплавы</i>			
1	Классификация сплавов на основе титана.	Подготовка к практическому занятию	1/1

	Принципы легирования сплавов на основе титана.		
2	Методы получения полуфабрикатов из титановых сплавов: металлургия, термическая обработка и ГИП.	Подготовка к практическому занятию.	1/1
3	Классификация сплавов на основе титана. Принципы легирования сплавов на основе титана.	Подготовка к практическому занятию.	1/1
4	Методы получения полуфабрикатов из титановых сплавов: металлургия, термическая обработка и ГИП.	Подготовка к практическому занятию.	1/1
<i>Реферат</i>			
1	Литейные жаропрочные монокристаллические и поликристаллические сплавы для лопаток газотурбинных двигателей и установок. Высокопрочные конструкционные и коррозионностойкие стали, высокопрочные конструкционные теплостойкие стали. Деформируемые жаропрочные сплавы. Пористо-волоконистые истираемые уплотнительные и шумозащитные материалы. Современные алюминиевые сплавы. Современные магниевые сплавы. Современные титановые сплавы.	Реферат	36/36
Итого:			102/102

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по реализации разностороннего (комплексного) подхода к процессу подготовки специалистов, предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (разбор конкретных ситуаций при выборе материалов или конкретных технологических процессов), что в сочетании с внеаудиторной работой формирует и развивает профессиональные навыки обучающихся.

При изучении дисциплины «Современные металлы и сплавы» используются следующие интерактивные методы:

–«тренинг» – практические занятия: развитие навыков и умения определять по микроструктуре вид термической обработки углеродистых, легированных, жаростойких, коррозионностойких и жаропрочных сталей; развитие навыков и умения определять процесс кристаллизации сплавов и количество структурных составляющих для литейного алюминиевого сплава с использованием термодинамических кривых, записанных при нагреве; выбор режима термической обработки для отливки с определенными свойствами;

принципы построения диаграммы технологической пластичности сплавов; развитие навыков и умения определять по микроструктуре примерное состояние сплава (после рекристаллизационного отжига, закалки, старения и т.д.);

–«case-study» – анализ конкретных практических ситуаций (case-study – англ. яз., Fallstudie – нем. яз.) – практические занятия: каждый обучающийся получает задание выбрать вид термической обработки для сплава определенного состава, оценить его прочностные и пластические характеристики в зависимости от предложенного режима, что требует от обучающегося умения и навыков анализировать информацию об особенностях химического и фазового состава сталей, выявлять ключевые проблемы, выбирать альтернативные пути решения, находить оптимальный вариант;

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

В качестве оценочных средств используются контрольные работы и защита рефератов работ в виде презентаций. По итогам обучения проводится экзамен.

В качестве учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется справочная, учебная и научно-техническая литература, рекомендованная преподавателями, а также методические указания по выполнению и оформлению лабораторных работ, учебные пособия (в том числе в электронной форме), разработанные преподавателями кафедр.

Изучение дисциплины организуется таким образом, чтобы обучающиеся во время лекционных занятий проявляли активность при освоении предлагаемого материала, используется диалоговый режим проведения лекций. Для самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать справочную, учебную и научно-техническую литературу, патенты, государственные стандарты и другие нормативные акты, учебные пособия, изданные на кафедрах, Интернет-ресурсы.

Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется преподавателем в интерактивной форме в виде бесед на практических занятиях. Защита рефератов проводится в виде презентаций. Уровень знаний, умений учащегося по всем видам работ оценивается при проведении зачета и экзамена по дисциплине.

Примерный перечень тем для рефератов:

1. Литейные жаропрочные сплавы низкой плотности.
2. Карбиды в литейных жаропрочных никелевых сплавах.
3. Рений и рутений в монокристаллических жаропрочных никелевых сплавах.
4. Химический состав, свойства и применение коррозионностойких жаропрочных никелевых сплавов.
5. Мисфит γ/γ' – основной фактор жаропрочности монокристаллических никелевых сплавов.
6. Разработка моделей для расчета физико-химических свойств литейных жаропрочных никелевых сплавов.
7. Методы прогнозирования длительной прочности жаропрочных никелевых сплавов.
8. Особенности химического состава, физико-химические свойства, кратковременная и длительная прочность монокристаллических жаропрочных никелевых сплавов.
9. Термическая и баротермическая обработка литейных жаропрочных никелевых сплавов.
10. Химический состав, структура и механические свойства жаропрочных никелевых сплавов с естественно-композиционной структурой.
11. Методы оптимизации химического состава жаропрочных никелевых сплавов.

12. Химический состав, свойства и применение монокристаллических жаропрочных кобальтовых сплавов.

Вопросы к зачету:

1. Принципы легирования литейных жаропрочных сплавов на никелевой основе.
2. Принципы легирования деформируемых жаропрочных сплавов на никелевой основе.
3. Влияние рения и рутения на свойства монокристаллических жаропрочных никелевых сплавов.
4. Классификация высокопрочных конструкционных и коррозионностойких сталей.
5. Классификация высокопрочных конструкционных теплостойких сталей.
6. Принципы легирования высокопрочных конструкционных и коррозионностойких сталей.
7. Принципы легирования высокопрочных конструкционных теплостойких сталей.
8. Выплавка высокопрочных конструкционных и коррозионностойких сталей.
9. Термическая и химико-термическая обработка высокопрочных конструкционных теплостойких сталей.
10. Особенности легирования жаропрочных сплавов для дисков.
11. Технологические пути повышения качества структуры и свойств жаропрочных дисковых сплавов.
12. Структурные и фазовые изменения в материале диска в процессе эксплуатации.
13. Особенности легирования жаропрочных свариваемых сплавов.
14. Технологические пути повышения качества структуры и свойств свариваемых жаропрочных сплавов.
15. Определение теоретической и практической плотности и пористости материалов из металлических волокон.
16. Основные эксплуатационные свойства уплотнительных материалов. Методики проведения испытаний и исследований.
17. Определение жаростойкости материалов из металлических волокон.
18. Требования, предъявляемые к волокнам для изготовления уплотнительных и звукопоглощающих пористых материалов.
19. Коэффициент звукопоглощения и акустическая эффективность пористо-волоконистых металлических материалов.
20. Какой из основных типов решетки металлов имеет максимальную пластичность?
21. Какая из структур соответствует рекристаллизованному состоянию?
22. Что такое степень переохлаждения?
23. Чем объясняется перегиб на С-образных кривых?
24. При какой температуре изотермической выдержки получают максимальные значения твердости.
25. Термически не упрочняемые алюминиевые сплавы.
26. К какой группе алюминиевых сплавов не применяют закалку.
27. Особенности кристаллического строения магния и его сплавов.
28. Физические и химические свойства магния.
29. Каковы основные принципы легирования магния.
30. Каковы основные легирующие элементы, используемые для разработки магниевых сплавов, их роль в сплавах.
31. Каковы основные виды термической обработки серийных деформируемых магниевых сплавов.
32. Какие новые технологии позволяют значительно улучшить эксплуатационные свойства деформируемых магниевых сплавов.
33. Каковы особенности сплавов магния на основе системы Mg–Zn–Zr? Назвать основные марки серийных сплавов, указать свойства.

34. Каковы основные базовые системы легирующих элементов для магниевых сплавов? Примеры. Уровень свойств.
35. Каковы основные требования техники безопасности при работе с магниевыми сплавами (в процессе проведения плавки, литья, деформации, термической обработки)?
36. Каковы преимущества магниевых деформируемых сплавов как конструкционного материала и области их применения?
37. α -титановые сплавы: химический и фазовый состав, структура и свойства.
38. $(\alpha+\beta)$ -титановые сплавы: химический и фазовый состав, структура и свойства.
39. β -титановые сплавы: химический и фазовый состав, структура и свойства.
40. Особенности плавки титановых сплавов.
41. Методы определения свойств и исследования структуры материалов.

Вопросы к контрольной работе:

1. Диаграммы состояния литейных алюминиевых сплавов.
2. Термодинамический анализ диаграмм состояния.
3. Виды термической обработки литейных алюминиевых сплавов.
4. Технология термической обработки литейных алюминиевых сплавов.
5. Основные химические и физические свойства магния и деформируемых сплавов на его основе.
6. Промышленные способы получения магния.
7. Принципы легирования магниевых сплавов, сформулированные Г.В. Рейнором.
8. Особенности легирования деформируемых магниевых сплавов.
9. Предпочтительные легирующие элементы с учетом деформационных особенностей магниевых сплавов.
10. РЗМ – перспективные легирующие компоненты.
11. Базовые системы легирования.
12. Характеристика фазового состава магниевых сплавов.
13. Технологические свойства магниевых сплавов (способность к различным видам деформации) и термической обработки в зависимости от системы легирования.
14. Общие принципы теории жаропрочности применительно к магниевым сплавам.
15. Классификация и основные эксплуатационные характеристики деформируемых сплавов на основе магния.

Вопросы к экзамену:

1. Классификация жаропрочных никелевых сплавов.
2. Отличия литейных жаропрочных сплавов от деформируемых жаропрочных сплавов.
3. Общая классификация сталей.
4. Высокопрочные конструкционные и коррозионностойкие стали. Классификация. Принципы легирования. Основные физико-механические свойства.
5. Высокопрочные конструкционные теплостойкие стали. Классификация. Принципы легирования. Основные физико-механические свойства.
6. Способы получения полуфабрикатов из высокопрочных конструкционных и коррозионностойких сталей.
7. Способы получения полуфабрикатов из высокопрочных конструкционных теплостойких сталей.
8. Термическая обработка высокопрочных конструкционных и коррозионностойких сталей.
9. Термическая и химико-термическая обработка высокопрочных конструкционных теплостойких сталей.
10. Основные направления развития деформируемых жаропрочных сплавов для деталей ГТД.

11. Деформируемые жаропрочные сплавы для дисков ГТД. Особенности легирования, выплавки, деформации и термообработки.
12. Свариваемые жаропрочные сплавы для высокотемпературных узлов ГТД. Особенности легирования, выплавки, деформации, сварки и термообработки.
13. Взаимосвязь структуры и свойств деформируемых жаропрочных сплавов.
14. Методы испытаний и контроля жаропрочных деформируемых сплавов.
15. Технологические приемы получения металлических волокон и изделий из них.
16. Сплавы, применяемые для изготовления уплотнительных и звукопоглощающих ПВММ.
17. Исследование основных эксплуатационных свойств истираемых уплотнительных материалов.
18. Основные эксплуатационные свойства ПВММ для ЗПК авиационных ГТД.
19. Какой из основных типов решетки металлов имеет максимальную пластичность?
20. Температура термодинамического равновесия на диаграмме.
21. Разница между силуминами и сплавами типа твердого раствора.
22. Что такое степень переохлаждения?
23. От чего зависит критический размер зародыша?
24. Термическая обработка литейных алюминиевых сплавов.
25. Технология термической обработки, оборудование.
26. Термически не упрочняемые алюминиевые сплавы.
27. Способы получения фасонных отливок из алюминиевых сплавов.
28. Контроль качества отливок.
29. Алюминий и его сплавы. Основные легирующие элементы.
30. Вредные примеси в алюминиевых сплавах и их влияние на структуру и свойства.
31. Особенности плавки алюминиевых сплавов.
32. Термическая обработка алюминиевых деформируемых сплавов.
33. Свойства и применение алюминиевых деформируемых сплавов.
34. Структура алюминиевых деформируемых сплавов.
35. Технология изготовления полуфабрикатов из алюминиевых деформируемых сплавов.
36. Основные технологические процессы при изготовлении полуфабрикатов из алюминиевых деформируемых сплавов.
37. Каково влияние циркония на свойства магниевых сплавов?
38. Термическая обработка литейных магниевых сплавов (Т4, Т6, Т61). Ее влияние на структуру и свойства сплавов систем Mg–Al–Zn, Mg–Zn–Zr, Mg–PЗМ–Zr.
39. Элемент магний. Кем, когда открыт и изучен?
40. Распространение магния в земной коре. Основные минералы, содержащие магний; промышленные способы получения магния.
41. Современные направления повышения эксплуатационных характеристик магниевых сплавов.
42. Мировой объем производства и потребления первичного магния в мире. Марки отечественного первичного магния.
43. Основные принципы легирования магниевых сплавов. Примеры осуществления.
44. Распространение магния в земной коре. Основные минералы, содержащие магний; промышленные способы получения магния. Техника как объект философского анализа.
45. Области применения магния в отраслях современной промышленности.
46. Влияние атомных характеристик элементов (в частности, величины атомного диаметра) на растворимость в магнии.
47. Диаграмма состояния Mg–Zn. Влияние цинка на свойства магния. Серийные сплавы, содержащие цинк.

48. Основные легирующие элементы, используемые для разработки магниевых сплавов. Обосновать их роль в сплавах.
49. Применение магниевых сплавов в авиационной технике и космическом ракетостроении.
50. Классификация деформируемых магниевых сплавов.
51. Диаграмма состояния Mg–Zr. Влияние циркония на свойства магниевых сплавов, объяснить модифицирующий эффект.
52. Области применения магния в отраслях современной промышленности.
53. Диаграмма состояния Mg–Al. Примеры сплавов на основе системы легирующих элементов, включающих алюминий.
54. Диаграмма состояния Mg–Ce. Для каких серийных сплавов применяется церий в качестве легирующего элемента и почему?
55. Диаграмма состояния Mg–Al. Примеры сплавов на основе системы легирующих элементов, включающих алюминий.
56. Современные технологии деформации магниевых сплавов.
57. Общая характеристика РЗЭ. Влияние РЗЭ на свойства магниевых деформируемых сплавов.
58. Диаграмма состояния Mg–Y. Особенности сплавов магния с иттрием.
59. Характеристики жаропрочных деформируемых магниевых сплавов; марки, системы легирования, максимальные температуры эксплуатации.
60. Диаграмма состояния Mg–Zn–Zr. Особенности сплавов магния на основе системы Mg–Zn–Zr. Назвать основные марки серийных сплавов, указать свойства.
61. Технология быстрой кристаллизации. Принципы разработки СБК-сплавов.
62. Основные виды термической обработки серийных деформируемых магниевых сплавов.
63. Влияние марганца на свойства магния. Примеры серийных деформируемых магниевых сплавов, содержащих марганец, уровень их свойств.
64. Основные принципы теории жаропрочности применительно к магниевым сплавам.
65. Деформируемые магниевые-литиевые сплавы. Основные свойства и особенности. Меры безопасности при работе с этими сплавами.
66. Роль примесей в формировании фазового состава серийных магниевых сплавов, содержащих цирконий.
67. Техника безопасности при работе с магниевыми сплавами (в процессе проведения плавки, литья, деформации, термической обработки).
68. Принципы легирования титановых сплавов.
69. Влияние химического и фазового состава на структуру и свойства титановых сплавов.
70. Особенности плавки титановых сплавов.
71. Технологии для изготовления деформированных полуфабрикатов и отливок из титановых сплавов.
72. Влияние термической обработки на структуру, микропористость, статические и динамические характеристики титановых сплавов.
73. Влияние термической обработки, совмещенной с ГИП, на структуру, микропористость, статические и динамические характеристики титановых сплавов.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Марукович Е.И. Литейные сплавы и технологии [Электронный ресурс] / Е.И. Марукович, М.И. Карпенко. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская наука, 2012. — 443 с. — 978-985-08-1499-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29469.-> Загл. с экрана.

2. Гини, Э.Ч. Специальные технологии литья / Э. Ч. Гини, А. М. Зарубин, В. А. Рыбкин. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. - 367 с.: ил. - Прил.: с. 346-365. - Библиогр.: с. 366-367. - ISBN 978-5-7038-3383-4: 710-00.

3. Ночовная Н.А., Базылева О.А., Каблов Д.Е., Панин П.В. Интерметаллидные сплавы на основе титана и никеля/ под общ. ред. Е.Н. Каблова. – М.: ВИАМ, 2018. – 308с.

Дополнительная литература:

1. Некрасов Г.Б. Основы технологии литейного производства. Плавка, заливка металла, кокильное литье [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Б. Некрасов, И.Б. Одарченко. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2013. — 224 с. — 978-985-06-2365-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35521>. - Загл. с экрана.

2. Осинцев, О.Е. Металловедение тугоплавких металлов и сплавов на их основе: учеб. пособие для вузов / О.Е. Осинцев. - М.: Машиностроение, 2013. - 156 с.: ил. - Библиогр.: с. 154-155. - ISBN 978-5-94275-720-5: 603-00.

3. Структура и свойства углеродистых и легированных конструкционных сталей, структура и свойства жаростойких, коррозионностойких и жаропрочных сталей [Электронный ресурс] : метод. указания к лабораторной работе по курсу «Современные металлы и сплавы» / Всерос. ин-т авиационных материалов, Каф. материаловедения. - М.: ВИАМ, 2014. - 12 с. - б/ц.

4. Структура и термическая обработка литейных алюминиевых сплавов [Электронный ресурс] : метод. указания к лабораторной работе по курсу «Современные металлы и сплавы» / Всерос. ин-т авиационных материалов, Каф. материаловедения. - М.: ВИАМ, 2014. - 9 с. - Библиогр.: с.9. - б/ц.

5. Термическая обработка в вакууме литейных жаропрочных сплавов с поликристаллической структурой и монокристаллических жаропрочных никелевых сплавов [Электронный ресурс]: метод. указания к лабораторной работе по курсу «Современные металлы и сплавы» / Всерос. ин-т авиационных материалов, Каф. материаловедения. - М.: ВИАМ, 2014. - 29 с. - Библиогр.: с. 29. - б/ц.

6. Тугоплавкие металлы и сплавы / под ред. Г.С. Бурханова, Ю.В. Ефимова. - М.: Металлургия, 1986. - 352 с.: ил. - Библиогр.: с. 340-352. - 4-50.

7. Прусаков Б.А. Терминологический словарь-справочник. Инженерия поверхности [Электронный ресурс] / Б.А. Прусаков. — Электрон. текстовые данные. — М.: Машиностроение, 2005. — 368 с. — 5-217-03326-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/5215>. - Загл. с экрана.

8. Мровец, С. Современные жаростойкие материалы: справочник / С. Мровец, Т. Вербер. - пер. с польского. - М.: Металлургия, 1986. - 360 с.: ил.

9. Металлы и сплавы атомной техники : сб. науч. трудов / под ред. В.С. Емельянова; Мин-во высш. и сред. спец. образования СССР, Мос. инженерно-физический ин-т. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 67 с. - 0-70.

10. Металлы и сплавы для атомной техники сб. науч. трудов/ под ред. В.С. Емельянов; Мин-во высш. и среднего спец. образования СССР, Инженерно-физический ин-т. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 92 с. - 0-90.

11. Редкие металлы и сплавы с монокристаллической структурой/ Акад. наук СССР, Ин-т металлургии им. А. А. Байкова. - М.: Наука, 1981. - 311 с.: ил. - 2-90.

12. Савицкий, Е.М. Редкие металлы и сплавы. Физико-химический анализ и металловедение / Е.М. Савицкий, Г.С. Бурханов; Акад. наук СССР, Ин-т металлургии им. А.А. Байкова. - М.: Наука, 1980. - 255 с.: ил. - Библиогр.: с. 236-253. - 2-70.

13. Металлы. - Архив журнала с 1988 г. - по н.в. - (печатная версия).

14. Сталь. - Архив журнала с 2002 г. - по 2013г., 2015г.-н.в. - (печатная версия). -

15. Титан. - Архив журнала с 2014 г. - по н.в. - (печатная версия).

16. Цветные металлы. - Архив журнала с 2006 г. - по н.в. - (с 2006 г. - июнь 2013 г. в печатной версии; с июля 2013 г. в электронной версии).

Интернет-ресурсы и программное обеспечение:

- www.autodesk.ru/education/country-gateway Бесплатные онлайн-ресурсы для обучения с использованием программного обеспечения Autodesk.
- <http://autocad-specialist.ru/samouchitel-autocad.html> Бесплатный самоучитель AutoCAD 2015.
- www.iprbooks.ru Электронно-библиотечная система IPRbooks
- www.e.lanbook.ru Электронно-библиотечная система «Лань»
- <https://rd.springer.com> - Springer Link
- <https://www.nature.com> - Springer Nature
- <https://materials.springer.com> - Springer Materials
- www.springerprotocols.com - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний SpringerProtocols
- <https://zbmath.org> Реферативная база данных по чистой и прикладной математике ZbMATH
- <https://nano.nature.com> - База данных NANO
- <https://onlinelibrary.wiley.com> - Журналы издательства Wiley
- <http://pubs.rsc.org> - Журналы издательства Royal Society of Chemistry (Королевского химического общества)
- Microsoft Win Rmt Dscs CAL 2012 Russian Academic OPEN I License Devaice CAL

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Современные металлические материалы и сплавы» используются: лаборатории ВИАМ, оснащенные необходимым оборудованием и приборами, аудитории и библиотеки института.

Лекционные занятия:

- комплект для электронных презентаций;
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер).

Лабораторные работы:

- металлографические микроскопы,
- микротвердомер,
- универсальный твердомер.

Практические занятия:

- аудитория с маркерной доской и презентационной техникой;
 - презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук);
- пакеты ПО общего назначения (текстовые и графические редакторы).

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

**«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»**

**Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Кафедра «Материаловедение»

«УТВЕРЖДАЮ»

Начальник управления
«Научно-образовательная деятельность»

Д.С. Свириденко

РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА
«Аддитивные технологии в современном производстве»
(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки: 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная / очно-заочная

Трудоемкость дисциплины: 6 з.е./216 ч.

Распределение трудоемкости дисциплины по семестрам и видам учебной работы

Вид учебной работы	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения
	3 семестр	4 семестр
Общий объем работ в учебной аудитории, ч., в том числе:	36	36
Лекции	6	6
Лабораторные работы		
Практические занятия или семинары	30	30
Общий объем самостоятельной работы, ч., в том числе:	144	144
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графические работы		
Реферат		
Контроль самостоятельной работы: тестирование, коллоквиум, контрольная работа		
Другие виды работ	144	144
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен
	36	36
Итого	216	216

Рабочая учебная программа по дисциплине составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Автор (ы)

/ к.т.н. Д.И. Сухов

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Рабочая программа рассмотрена на заседании Ученого совета (протокол № 5 от 11.10.2022 г.) и признана соответствующей требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и учебного плана по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Зав. кафедрой

/ д.т.н., доц. А.Б. Лаптев

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с аддитивными технологиями, которые дают возможность реализации основных принципов создания материалов нового поколения.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является приобретение и формирование профессиональных компетенций научных работников и специалистов инженерного профиля в области аддитивных технологий, современных требований и тенденций их развития, приобретение навыков, необходимых для оценки технологических и эксплуатационных свойств материалов при использовании их в различных изделиях.

Для достижения поставленной задачи при изучении дисциплины решаются следующие задачи:

- изучить основные понятия и определения в области аддитивных технологий;
- изучить актуальные проблемы в области аддитивных технологий;
- изучить основные физико-химические процессы, протекающие при производстве деталей с применением аддитивных технологий;
- изучить типы систем бесконтактной оцифровки и области их применения, принципы действия различных систем бесконтактной оцифровки и требования, предъявляемые к моделям, технологиям, оборудованию и самим деталям;
- изучить основные понятия об используемом металлическом/неметаллическом материале, о технических параметрах, характеристиках и особенностях различных видов установок для выполнения аддитивных технологических процессов; о последующей финишной обработке изделий, полученных аддитивным методом;
- изучить основные понятия о структуре и свойствах материалов для аддитивных технологических процессов, о современных методах их исследования;
- овладеть навыками моделирования необходимых объектов в компьютерных программах, предназначенных для последующего производства, опираясь на чертежи, технические задания или оцифрованные модели; осуществлять оценку точности оцифровки посредством сопоставления с оцифровываемым объектом;
- овладеть навыками выполнения работ по выбору исходного металлического/неметаллического материала (порошка) и определения его оптимальных пропорций; выполнения работ по проверке соответствия готовых изделий техническому заданию с применением ручного измерительного инструмента и систем бесконтактной оцифровки;
- овладеть навыками проведения исследований и испытаний материалов для аддитивных технологических процессов, а также изделий на их основе.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 (обязательной для изучения). В результате освоения данной дисциплины приобретаются знания и умения необходимые в научно-исследовательской работе обучающегося.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

общепрофессиональные:

ОПК-5. Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях.

профессиональные:

ПК-7. Способен определять соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам; прогнозировать и описать процесс достижения

заданного уровня свойств в материале и составить карту технологических переходов, включая современные способы обработки и контрольные мероприятия

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать основные понятия и определения в области аддитивных технологий; материалы для аддитивных технологических процессов, их структуру и свойства;

уметь анализировать результаты научно-исследовательских работ, научной и технической информации в области аддитивных технологий; применять современные методы разработки технологических процессов изготовления деталей с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования; проводить анализ, обоснование и выполнение технических проектов по рациональному применению материалов для аддитивных технологических процессов в соответствии с заданными условиями.

владеть знаниями по созданию компьютерных моделей посредством бесконтактной оцифровки реальных объектов и их подготовки к производству; освоения новых технологических процессов производства опытных и серийных образцов изделий на основе комплексного использования аддитивных технологий; навыками профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов; навыками проведения исследований причин брака в производстве и разработки предложений по их предупреждению и устранению, разработки мероприятий по комплексному использованию материалов для аддитивных технологических процессов.

4. Структура и содержание разделов дисциплины

Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела	Трудоемкость, ч. очная/очно- заочная
1	Аддитивные технологии. Введение. Общие понятия	Классификация аддитивных технологий. Основные термины и определения. Назначение, история и перспективы развития. Исходные материалы для аддитивных технологий. Требования, предъявляемые к материалам. Условия и методы их получения.	0,5/0,5
2	Создание 3D-моделей и процесс построения деталей	Построение CAD модели. Требования, предъявляемые к моделям, технологиям, оборудованию и самим деталям. Генерация поддерживающих элементов. Выбор ориентации детали при синтезе в зависимости от технологических особенностей оборудования. Принципы топологической оптимизации.	0,5/0,5
3	Аддитивные технологии при получении деталей из металлических материалов.	Синтез порошка на подложке, селективное лазерное сплавление. Оборудование, особенности метода и принципы работы. Номенклатура изготавливаемых изделий. Основные параметры процесса синтеза. Пост-обработка деталей, изготавливаемых методами аддитивных технологий. Дополнительные операции. Горячее изостатическая обработка деталей, принцип процесса, установки, основные параметры процесса. Лазерная газопорошковая наплавка металлических порошков, прямое лазерное выращивание. Сущность метода. Основное оборудование, параметры оборудования. Номенклатура изготавливаемых и ремонтируемых изделий.	2/2
4	Аддитивные технологии при получении деталей из неметаллических материалов	Стереолитография. Метод наплавления. Основные категории технологий 3Д-печати для неметаллических материалов. Технология методом наплавления FDM. Основные преимущества. Принцип работы принтера для 3-Д печати FDM аддитивной технологии. Расходные полимерные материалы для моделирования	1/1

		методом послойного наплавления. Их преимущества и недостатки. Требования к свойствам.	
5	Современные методы исследования материалов в аддитивных технологиях	Анализ структуры на растровом электронном микроскопе. Анализ структуры материалов, полученных с применением аддитивных технологий, на просвечивающем микроскопе. Рентгеноструктурный анализ порошковых материалов. Взаимодействие рентгеновского излучения с поликристаллическими веществами. Дифракционная картина поликристаллического вещества. Метод порошков (метод Дебая). Рентгеновский качественный фазовый анализ. Идентификация фаз. Чувствительность фазового анализа. Рентгеновский количественный фазовый анализ. Атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Газовый анализ. Метод неразрушающего контроля при производстве изделий с применением аддитивных технологий. Контроль качества металлических деталей полученных по аддитивным технологиям.	2/2
Итого за семестр:			6/6

Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
	Не предусмотрено		
Итого:			0/0

Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Создание 3D-моделей и процесс построения деталей	Построение CAD модели. Требования, предъявляемые к моделям, технологиям, оборудованию и самим деталям. Генерация поддерживающих элементов. Выбор ориентации детали при синтезе в зависимости от технологических особенностей оборудования. Принципы топологической оптимизации.	6/6
2	Аддитивные технологии при получении деталей из металлических материалов.	Синтез порошка на подложке, селективное лазерное сплавление. Оборудование, особенности метода и принципы работы. Номенклатура изготавливаемых изделий. Основные параметры процесса синтеза. Пост-обработка деталей, изготавливаемых методами аддитивных технологий. Дополнительные операции. Горячее изостатическая обработка деталей, принцип процесса, установки, основные параметры процесса. Лазерная газопорошковая наплавка металлических порошков, прямое лазерное выращивание. Сущность метода. Основное оборудование, параметры оборудования. Номенклатура изготавливаемых и ремонтируемых изделий.	10/10
3	Аддитивные технологии при получении деталей из неметаллических материалов	Стереолитография. Метод наплавления. Основные категории технологий 3Д-печати для неметаллических материалов. Технология методом наплавления FDM. Основные преимущества. Принцип работы принтера для 3-Д печати FDM аддитивной технологии. Расходные полимерные материалы для моделирования методом послойного наплавления. Их преимущества и недостатки. Требования к свойствам.	7/7

4	Современные методы исследования материалов в аддитивных технологиях	Анализ структуры на растровом электронном микроскопе. Анализ структуры материалов, полученных с применением аддитивных технологий, на просвечивающем микроскопе. Рентгеноструктурный анализ порошковых материалов. Взаимодействие рентгеновского излучения с поликристаллическими веществами. Дифракционная картина поликристаллического вещества. Метод порошков (метод Дебая). Рентгеновский качественный фазовый анализ. Идентификация фаз. Чувствительность фазового анализа. Рентгеновский количественный фазовый анализ. Атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Газовый анализ. Метод неразрушающего контроля при производстве изделий с применением аддитивных технологий. Контроль качества металлических деталей полученных по аддитивным технологиям.	7/7
Итого за семестр:			30/30

Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма контроля (тестирование, коллоквиум, контрольная работа)	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	не предусмотрен		
Итого:			

Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Аддитивные технологии. Введение. Общие понятия	Самостоятельное освоение лекционных материалов	14
2	Создание 3D-моделей и процесс построения деталей	Подготовка к практическим занятиям	30
3	Аддитивные технологии при получении деталей из металлических материалов.	Подготовка к практическим занятиям	34
4	Аддитивные технологии при получении деталей из неметаллических материалов	Подготовка к практическим занятиям	33
5	Современные методы исследования материалов в аддитивных технологиях	Подготовка к практическим занятиям	33
Итого за семестр:			144/144

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по реализации разностороннего (комплексного) подхода к процессу подготовки специалистов, предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

Активная и интерактивная формы проведения занятий помогают успешно достичь планируемых результатов освоения дисциплины. К таким формам занятий относятся:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;

– самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Интернет-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;

– дискуссия как способ закрепления теоретического материала и формирования четко осознаваемой собственной точки зрения;

– IT-методы как способ обучения эффективному оперированию информацией и ее обработки;

– опережающая СРО как форма углубленного изучения и закрепления знаний, а также развития практических умений, заключающаяся в работе обучающихся с лекционным материалом, поиске и анализе литературы и электронных источников информации по заданной проблеме и выбранной теме курсовой работы, выполнении домашних заданий, изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, подготовке к экзамену;

– индивидуальный подход как средство мотивации магистранта к обучению;

– командная работа в форме тренингов как метод организации и управления совместной деятельностью в группе и коллективе.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

По итогам обучения проводится экзамен.

В качестве учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся используется справочная, учебная литература и монографии, рекомендованные преподавателями, а также учебные пособия (в том числе в электронной форме), подготовленные преподавателями кафедр.

Изучение дисциплины организуется таким образом, чтобы обучающиеся во время лекционных занятий проявляли активность при освоении предлагаемого материала, используется диалоговый режим проведения лекций. Для самостоятельной работы обучающимся рекомендуется использовать справочную, учебную литературу и монографии, государственные стандарты и другие нормативные акты, Интернет-ресурсы.

Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется преподавателем в интерактивной форме в виде бесед и контрольных работ на практических занятиях.

Вопросы к экзамену:

1. История развития и современная классификация аддитивных технологий.
2. Определение и особенности аддитивных технологий. Основные разновидности аддитивных технологий для изготовления металлических изделий, принципы их работы.
3. Основные материалы для аддитивных технологий и методы их получения. Чистые металлы и сплавы, применяемые в аддитивных технологиях.
4. Металлопорошковые композиции как сырье для аддитивных технологий. Требования, предъявляемые к ним. Способы их получения.
5. Особенности построения CAD модели для аддитивных технологий. Требования, предъявляемые к моделям, технологиям, оборудованию и деталям.
6. Виды и генерация поддерживающих элементов. Выбор ориентации детали при синтезе в зависимости от технологических особенностей оборудования. Принципы топологической оптимизации.
7. Селективное лазерное сплавление. Принцип метода, основные его преимущества. Основные параметры процесса, особенности структуры синтезированного материала.
8. Прямое лазерное выращивание/газопорошковая наплавка. Принцип метода, основные его преимущества. Основные параметры процесса, особенности структуры синтезированного материала.

9. Горячее изостатическое прессование и термическая обработка синтезированного материала сплавов на основе никеля и титана. Особенности их структуры и свойств.

10. Основные разновидности методов аддитивных технологий для неметаллических материалов и их особенности.

11. Стереолитография. Основные особенности метода. Основные параметры процесса. Материалы, применяемые в стереолитографии.

12. Технология методом наплавления FDM. Основные преимущества. Принцип метода.

13. Расходные полимерные материалы для моделирования методом послойного наплавления. Их преимущества и недостатки. Требования к свойствам.

14. Метод растровой электронной микроскопии применительно к синтезированному материалу. Основные структурные и фазовые составляющие, выявляемые методом.

15. Метод просвечивающей электронной микроскопии применительно к синтезированному материалу. Основные структурные и фазовые составляющие, выявляемые методом.

16. Основные методы анализа химического состава синтезированных материалов. Принципы и особенности.

17. Рентгеновский качественный и количественный фазовый анализ. Идентификация фаз. Чувствительность фазового анализа.

18. Контроль качества металлических деталей полученных по аддитивным технологиям. Основные параметры контроля.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Каменев, С.В. Технологии аддитивного производства [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. В. Каменев, К. С. Романенко. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 145 с. — 978-5-7410-1696-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71339.html>

2. Валетов, В.А. Аддитивные технологии (состояние и перспективы) [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Валетов. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2015. — 58 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65766.html>

3. Бондаренко Г.Г. Основы материаловедения / Г.Г. Бондаренко, В.В. Рыбалко; под ред. Г.Г. Бондаренко. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. — 760 с.

Дополнительная литература:

1. Симонян, Л.М. Современные методы и технологии специальной электрометаллургии и аддитивного производства. Теория и технология спецэлектрометаллургии [Электронный ресурс] : курс лекций / Л. М. Симонян, А. Е. Семин, А. И. Кочетов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2017. — 182 с. — 978-5-906846-96-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71682.html>

2. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения: учеб. пособие: пер. с англ. — М.: / под ред. В.П. Зломанова.- Бином. Лаборатория знаний, 2014. — 400 с.

3. Мельниченко, А.С. Статистический анализ в металлургии и материаловедении [Электронный ресурс] : учебник / А.С. Мельниченко. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2009. — 268 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2066>. — Загл. с экрана.

4. Уильям Д. Каллистер Материаловедение. От технологии к применению. Металлы, керамика, полимеры [Электронный ресурс] : учебник / Д.Каллистер Уильям, Дж.Ретвич Дэвид. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Научные основы и технологии, 2011. —

896 с. — 978-5-91703-022-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13216>.- Загл. с экрана.

Интернет-ресурсы и программное обеспечение:

- www.iprbooks.ru Электронно-библиотечная система IPRbooks
- www.e.lanbook.ru Электронно-библиотечная система «Лань»
- <https://rd.springer.com> - Springer Link
- <https://www.nature.com> - Springer Nature
- <https://materials.springer.com> - Springer Materials
- www.springerprotocols.com - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний SpringerProtocols
- <https://zbmath.org> Реферативная база данных по чистой и прикладной математике ZbMATH
- <https://nano.nature.com> - База данных NANO
- <https://onlinelibrary.wiley.com> - Журналы издательства Wiley
- <http://pubs.rsc.org> - Журналы издательства Royal Society of Chemistry (Королевского химического общества)
- Microsoft Win Rmt Dscs CAL 2012 Russian Academic OPEN I License Devaice CAL

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для материально-технического обеспечения дисциплины используется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и маркерной доской.

Лекционные занятия:

- комплект для электронных презентаций;
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы не предусмотрены.

Практические занятия:

- аудитория с маркерной доской и презентационной техникой;
- презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук);
- пакеты ПО общего назначения (текстовые и графические редакторы);
- оборудование лаборатории № 606.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кафедра «Материаловедение»

«УТВЕРЖДАЮ»
Начальник управления
«Научно-образовательная деятельность»

Д.С. Свириденко

РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА
«Интерметаллиды, приборные магнитотвердые материалы»
(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки: 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная/очно-заочная

Трудоемкость дисциплины: 5 з.е./180 ч.

Распределение трудоемкости дисциплины по семестрам и видам учебной работы

Вид учебной работы	Очная форма	Очно-заочная форма
	3 семестр	3 семестр
Общий объем работ в учебной аудитории, ч., в том числе:	36	36
Лекции	6	6
Лабораторные работы		
Практические занятия или семинары	36	36
Общий объем самостоятельной работы, ч., в том числе:	108	108
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графические работы		
Реферат	36	36
Контроль самостоятельной работы: тестирование, коллоквиум, контрольная работа	2	2
Другие виды работ	70	70
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен
	36	36
Итого	180	180

Рабочая учебная программа по дисциплине составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Автор (ы)

/ д.т.н. Н.А. Ночовная

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Рабочая программа рассмотрена на заседании Ученого совета (протокол № 5 от 11.10.2022 г.) и признана соответствующей требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и учебного плана по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Зав. кафедрой

/ д.т.н., доц. А.Б. Лаптев

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением строения и физических, химических, механических, теплофизических, электрических, магнитных свойств основных типов конструкционных металлических и неметаллических материалов, а также способов их переработки в изделия и обработки готовых изделий.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является изучение строения и физико-химических, механических, теплофизических, электрических, магнитных свойств основных типов конструкционных металлических и неметаллических материалов, способов их переработки в изделия и обработки (термической, механической), а также методов определения свойств, исследования структуры материалов, приобретение навыков, необходимых для оценки технологических и эксплуатационных свойств материалов и использование их в различных изделиях.

Для достижения поставленной цели, при освоении дисциплины решаются следующие задачи:

- изучить классификации металлических и неметаллических материалов на основе эксплуатационных требований, предъявляемых к деталям конструкций и машин;
- рассмотреть технологии получения и обработки материалов и изучить их влияние на поведение конструкционных материалов в процессе эксплуатации;
- изучить возможные режимы термической обработки и поверхностного упрочнения и уметь выбирать режимы для конкретных изделий;
- уметь правильно выбрать конструкционные металлические материалы для рационального их использования в авиационно-ракетной технике;
- знать о возможных изменениях структуры металлических материалов при нарушениях технологии изготовления деталей, которые могут привести к потере свойств, предъявляемых техническими условиями;
- уметь оформлять технологические карты и владеть методикой создания технологических процессов;
- владеть методами оценки технологических, функциональных и эксплуатационных свойств материалов, а также работоспособности материала.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1. В результате освоения данной дисциплины приобретаются знания и умения, необходимые в научно-исследовательской работе магистра.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

общепрофессиональными:

ОПК-1. Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов

профессиональными:

ПК-4. Способен разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать строение и свойства материалов (металлических и неметаллических, композиционных материалов на основе матриц различной природы, материалов с особыми свойствами), основные технологические процессы переработки и обработки материалов при изготовлении из них различных изделий, методы изучения структуры и определения свойств материалов, поведение материалов в условиях эксплуатации;

уметь выбирать материалы изделий (конструкций) с учетом их физико-механических, термических, технологических и эксплуатационных свойств и технологические процессы

переработки и обработки материалов с целью достижения высокой надежности, долговечности и технологичности изделий в сочетании с оптимальной экономичностью;

владеть методами определения физико-механических и других свойств материалов, методикой разработки технологических процессов и технологических карт, а также, методами оценки технологических и эксплуатационных свойств материалов, навыками работы с оптическими микроскопами и способами изготовления образцов материалов.

4. Структура и содержание разделов дисциплины

Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
Основы получения и применения интерметаллидных никелевых сплавов			
1	Принципы классификации сплавов на основе интерметаллидов никеля. Химический и фазовый составы, структура интерметаллидных сплавов серии ВКНА	Классификация сплавов на основе интерметаллидов никеля. Принципы легирования сплавов на основе интерметаллидов никеля. Влияние химического и фазового составов на структуру и свойства интерметаллидных сплавов на основе никеля	0,5/0,5
2	Принципы и возможности повышения технологической пластичности интерметаллидных никелевых сплавов. Моделирование интерметаллидных сплавов на основе никеля. Литейные сплавы на основе γ' -фазы (Ni_3Al)	Роль комплексного легирования при повышении технологической пластичности сплавов на основе интерметаллидного соединения Ni_3Al . Правило баланса легирования сплавов. Расчёт химического состава интерметаллидных сплавов на основе Ni_3Al с учетом баланса легирования Технология выплавки прутковых (шихтовых) заготовок. Технологии и оборудование для изготовления отливок и полуфабрикатов из литейных интерметаллидных сплавов на основе Ni_3Al	0,5/0,5
3	Термическая обработка (ТО) и горячее изостатическое прессование (ГИП) отливок и полуфабрикатов из интерметаллидных сплавов	Технологии и оборудование для проведения термической обработки и горячего изостатического прессования отливок из литейных интерметаллидных сплавов на основе никеля. Влияние ТО и ТО+ГИП на структуру, микропористость, статические и динамические характеристики литейных интерметаллидных сплавов	0,5/0,5
4	Методы исследования структуры и свойств материалов. Назначение и практическое применение деталей из интерметаллидных никелевых сплавов	Определение твердости. Механические статические и динамические испытания. Циклические испытания. Испытания материалов при повышенных температурах. Оптическая микроскопия и рентгеноструктурный анализ. Детали газотурбинных двигателей. Комплекс эксплуатационных характеристик, обеспечивающих заданный ресурс и безопасность полетов	0,5/0,5
Основы получения и применения интерметаллидных сплавов на основе орто- и γ'-фаз титана			
5	Принципы классификации интерметаллидных сплавов на основе орто- и γ' -фаз титана. Химический, фазовый состав и структура интерметаллидных сплавов на основе орто- и γ' -фаз алюминидов титана.	Классификация сплавов на основе интерметаллидов титана. Принципы легирования сплавов на основе интерметаллидов титана. Влияние химического и фазового состава на структуру и свойства интерметаллидных сплавов на основе титана	0,5/0,5

6	Принципы и возможности повышения технологической пластичности интерметаллидных титановых сплавов. Моделирование интерметаллидных сплавов на основе титана	Роль комплексного легирования интерметаллидного соединения TiAl и Ti ₂ AlNb в процессе повышении технологической пластичности сплавов на их основе. Правило баланса легирования сплавов. Расчет химического состава интерметаллидных сплавов на основе орто- и γ'-фаз алюминидов титана с учетом баланса легирования	0,5/0,5
7	Литейные сплавы на основе орто- и γ'-фаз алюминидов титана	Технология выплавки прутковых (шихтовых) заготовок. Технологии и оборудование для изготовления отливок и полуфабрикатов из литейных интерметаллидных сплавов на основе TiAl и Ti ₂ AlNb	0,5/0,5
8	Термическая обработка и горячее изостатическое прессование (ГИП) отливок и полуфабрикатов из интерметаллидных сплавов	Технологии и оборудование для проведения термической обработки и горячего изостатического прессования отливок из литейных интерметаллидных сплавов на основе TiAl. Влияние ТО и ТО+ГИП на структуру, микропористость, статические и динамические характеристики литейных интерметаллидных сплавов	0,5/0,5
9	Методы определения свойств и исследования структуры материалов. Назначение и практическое применение деталей из интерметаллидных никелевых сплавов	Определение твердости. Механические статические и динамические испытания. Циклические испытания. Испытания материалов при повышенных температурах. Оптическая микроскопия и рентгеноструктурный анализ. Детали газотурбинных двигателей. Комплекс эксплуатационных характеристик, обеспечивающих заданный ресурс и безопасность полетов	0,5/0,5
Основы получения магнитотвердых материалов (МТМ)			
10	Классификации МТМ на основе интерметаллидов РЗМ. Важнейшие характеристики МТМ. Термостабильные МТМ на основе интерметаллидов РЗМ с тетрагональной структурой	Классификация МТМ на основе интерметаллидов РЗМ. Важнейшие характеристики МТМ (B_R , $(BH)_{\max}$, ТКИ, T_c и т. д.). Их физический смысл. Связь характеристик со структурой и фазовым составом. Роль механизмов формирования доменной структуры. Принципы легирования тяжелыми и легкими РЗМ, Со и В. Роль основной магнитной фазы. Формирование высококоэрцитивного состояния. Роль бора. Принципы повышения содержания основной магнитной фазы. Кольцевые магниты с радиальной структурой	0,5/0,5
11	Расчет температурных характеристик МТМ на основе интерметаллидов РЗМ с тетрагональной структурой	Приближение среднего (молекулярного) поля. Принцип расчета температурной зависимости намагниченности, исходя из состава МТМ	0,5/0,5
12	Порошковая технология получения магнитов на основе РЗМ	Технология и оборудование для производства магнитов на основе РЗМ. Методы легирования (при выплавке сплавов, при порошковом переделе)	0,5/0,5
Итого:			6/6

Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	не предусмотрен		
Итого:			0/0

Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная

Основы получения и применения интерметаллидных никелевых сплавов			
1	Правило баланса легирования сплавов	Расчет химического состава интерметаллидных сплавов на основе Ni ₃ Al с учетом баланса легирования.	4/4
2	Выплавка, кристаллизация	Расчет шихты для выплавки слитков. Кристаллизация. Определение химического состава сплава. Ликвационная неоднородность по высоте слитка.	4/4
3	Керамические формы	Керамические формы, используемые для отливки методом точного литья по выплавляемым моделям. Состав масс и конструкции литниково-питающих систем.	4/4
4	Отливка заготовок под образцы методом точного литья по выплавляемым моделям	Отливка заготовок под образцы методом равноосной кристаллизации. Отливка заготовок под образцы методом направленной кристаллизации и монокристаллического литья. Исследование макро- и микроструктур интерметаллидного сплава на основе Ni ₃ Al.	4/4
5	Термическая обработка и ГИП заготовок интерметаллидного сплава на основе никеля	Термическая обработки и ГИП заготовок из интерметаллидного сплава на основе никеля с полидендритной столбчатой и монокристаллической структурами. Исследование влияния термической обработки и ГИП заготовок на микроструктуру интерметаллидного сплава на основе Ni ₃ Al.	4/4
6	Определение статических и динамических характеристик	Исследование влияния микроструктуры заготовок (исходной литой и после термообработки) на предел прочности и длительную прочность и усталостные характеристики интерметаллидного сплава при комнатной и повышенных температурах.	4/4
Основы получения и применения интерметаллидных сплавов на основе орто- и γ'-фаз титана			
7	Выплавка, кристаллизация	Расчет шихты для выплавки слитков. Кристаллизация. Определение химического состава сплава. Ликвационная неоднородность по высоте слитка	4/4
8	Керамические формы	Керамические формы, используемые для отливки методом точного литья по выплавляемым моделям. Состав масс и конструкции литниково-питающих систем	4/4
9	Измерение микротвердости на образцах (темплетах) слитков на основе интерметаллидов титана	Замер микротвердости на темплетах литого материала, построение регрессионных зависимостей	4/4
10	Деформационная обработка интерметаллидов на основе орто-фазы титана	Получение деформированной заготовки в условиях изотермического прессования	4/4
11	Исследование макро- и микроструктур деформированной заготовки	Металлографические исследования макро- и микроструктур деформированной заготовки из интерметаллидов на основе орто-фазы титана	4/4
12	Отливка заготовок под образцы методом точного литья по выплавляемым моделям	Отливка заготовок под образцы методом центробежного литья. Исследование макро- и микроструктур отливок из интерметаллидного сплава на основе TiAl	4/4
13	Определение статических и динамических характеристик	Исследование влияния термической обработки и ГИП заготовок на статические и динамические характеристики интерметаллидного сплава на основе орто- и γ'-фаз титана	4/4
Основы получения магнитотвердых материалов (МТМ)			
14	Классификации МТМ на основе интерметаллидов РЗМ. Важнейшие характеристики МТМ	Классификация МТМ на основе интерметаллидов РЗМ. Важнейшие характеристики МТМ (B_R , $(BH)_{max}$, ТКИ, T_c и т. д.). Их физический смысл. Связь характеристик со структурой и фазовым составом. Роль механизмов формирования доменной структуры	4/4

15	Термостабильные МТМ на основе интерметаллидов РЗМ с тетрагональной структурой	Принципы легирования тяжелыми и легкими РЗМ, Со и В. Роль основной магнитной фазы. Формирование высококоэрцитивного состояния. Роль бора. Принципы повышения содержания основной магнитной фазы. Кольцевые магниты с радиальной структурой	4/4
16	Расчет температурных характеристик МТМ на основе интерметаллидов РЗМ с тетрагональной структурой	Приближение среднего (молекулярного) поля. Принцип расчета температурной зависимости намагниченности, исходя из состава МТМ.	4/4
17	Порошковая технология получения магнитов на основе РЗМ	Технология и оборудование для производства редкоземельных магнитов. Методы легирования (при выплавке сплавов, порошковом переделе).	6/6
Итого:			70/70

Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма контроля (тестирование, коллоквиум, контрольная работа)	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Основы получения и применения интерметаллидных никелевых сплавов	Контрольная работа	0,5/0,5
2	Основы получения и применения интерметаллидных сплавов на основе орто- и γ' -фаз титана	Контрольная работа	0,5/0,5
3	Основы получения магнито-твердых материалов	Контрольная работа	1/1
Итого:			2/2

Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела Дисциплины (модуля)	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Основы получения и применения интерметаллидных никелевых сплавов	Подготовка к практическому занятию Подготовка к контрольной работе	4/4
	Основы получения и применения интерметаллидных никелевых сплавов	Подготовка к контрольной работе	10/10
	Основы получения и применения интерметаллидных сплавов на основе орто- и γ' -фаз титана	Подготовка к практическому занятию	4/4
2	Основы получения и применения интерметаллидных сплавов на основе орто- и γ' -фаз титана	Подготовка к контрольной работе	10/10
	Основы получения магнито-твердых материалов	Подготовка к практическому занятию	4/4
3	Основы получения магнито-твердых материалов	Подготовка к контрольной работе	10/10

	Основы получения и применения интерметаллидных никелевых сплавов/ Основы получения и применения интерметаллидных сплавов на основе орто- и γ' -фаз титана / Основы получения магнито-твердых материалов	Реферат	36/36
4	Измерение микротвердости на образцах (темплетах) слитков на основе интерметаллидов титана	Подготовка к практическому занятию	6/6
5	Деформационная обработка интерметаллидов на основе орто-фазы титана	Подготовка к практическому занятию	4/4
6	Исследование макро- и микроструктур деформированной заготовки	Подготовка к практическому занятию	4/4
7	Расчет температурных характеристик МТМ на основе интерметаллидов РЗМ с тетрагональной структурой	Подготовка к практическому занятию	4/4
8	Порошковая технология получения магнитов на основе РЗМ	Подготовка к практическому занятию	6/6
9	Магниты для навигационных приборов	Подготовка к практическому занятию	4/4
Итого:			106/106

5. *Образовательные технологии*

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по реализации разностороннего (комплексного) подхода к процессу подготовки специалистов, предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий, что в сочетании с внеаудиторной работой формирует и развивает профессиональные навыки обучающихся. В рамках учебного курса предусмотрены встречи с представителями российских компаний, экспертами и специалистами.

При изучении дисциплины «Интерметаллиды, приборные магнитотвердые материалы» используются интерактивные методы (работа в группах, кейс-технология, тренинг, дискуссия группы экспертов, Case-study).

6. *Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.*

В качестве оценочных средств используются контрольная работа по разделам дисциплины и защита рефератов в виде презентаций. По итогам обучения проводится экзамен.

В качестве учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы используется справочная, учебная литература и монографии, рекомендованные преподавателями, а также методические указания по выполнению лабораторных работ, подготовленные преподавателями кафедр.

Изучение дисциплины «Интерметаллиды, приборные магнитотвердые материалы» организуется таким образом, чтобы обучающиеся во время лекционных занятий проявляли активность при освоении предлагаемого материала, используется диалоговый режим проведения лекций. Для самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать справочную, учебную литературу и монографии, государственные стандарты и другие

нормативные акты, Интернет-ресурсы. При организации лабораторного практикума используется индивидуальный подход с выдачей отдельных (для каждого обучающегося) или комплексных (для двух-трех обучающихся) заданий экспериментального характера с последующим обсуждением полученных результатов в группе.

Контроль за выполнением самостоятельной работы осуществляется преподавателем в интерактивной форме: в виде бесед и контрольных работ на практических занятиях. Защиты рефератов проводятся в виде презентаций.

Вопросы к контрольной работе:

1. Расчет химического состава интерметаллидных сплавов на основе Ni_3Al с учетом баланса легирования.
2. Расчет шихты для выплавки слитков.
3. Определение химического состава сплава.
4. Ликвационная неоднородность по высоте слитка.
5. Состав масс и конструкции литниково-питающих систем.
6. Исследование макро- и микроструктур интерметаллидного сплава на основе Ni_3Al .
7. Исследование влияния термической обработки и ГИП заготовок на микроструктуру интерметаллидного сплава на основе Ni_3Al .
8. Исследование влияния микроструктуры заготовок (исходной литой и после термообработки) на предел прочности и длительную прочность и усталостные характеристики интерметаллидного сплава при комнатной и повышенных температурах.
9. Получение деформированной заготовки в условиях изотермического прессования.
10. Металлографические исследования макро- и микроструктур деформированной заготовки из интерметаллидов на основе орто-фазы титана.
11. Исследование макро- и микроструктур отливок из интерметаллидного сплава на основе TiAl .
12. Исследование влияния термической обработки и ГИП заготовок на статические и динамические характеристики интерметаллидного сплава на основе орто- и γ' -фаз титана.
13. Классификация МТМ на основе интерметаллидов РЗМ.
14. Важнейшие характеристики МТМ (B_R , $(BH)_{\max}$, ТКИ, T_c и т. д.).
15. Роль механизмов формирования доменной структуры
16. Принципы легирования тяжелыми и легкими РЗМ, Со и В.
17. Роль основной магнитной фазы.
18. Принципы повышения содержания основной магнитной фазы.
19. Принцип расчета температурной зависимости намагниченности, исходя из состава МТМ.
20. Методы легирования (при выплавке сплавов, порошковом переделе).
21. Требования к магнитам для навигационных приборов.
22. Кольцевые магниты с радиальной структурой для гироскопов.

Примерный перечень тем для рефератов:

1. Состав, свойства и изготовление интерметаллидных никелевых сплавов.
2. Конструкционные металлические материалы с особыми магнитными свойствами.
3. Состав, свойства и изготовление интерметаллидных сплавов на основе орто-фазы титана.
4. Состав, свойства и изготовление интерметаллидных сплавов на основе γ' -фазы титана.
5. Литье по выплавляемым моделям.
6. Исследование макро- и микроструктур отливок из интерметаллидного сплава на основе TiAl , полученных методом центробежного литья.

7. Исследование влияния термической обработки и ГИП заготовок на микроструктуру и статические свойства интерметаллидного сплава на основе Ni_3Al .
8. Особенности структуры полуфабрикатов из интерметаллидов на основе орто-фазы титана.
9. Исследование макро- и микроструктур отливок из интерметаллидного сплава на основе Ni_3Al , полученных методами направленной кристаллизации и монокристаллического литья.
10. Особенности магнитных свойств МТМ на основе интерметаллидов с тетрагональной структурой в зависимости от содержания бора.
11. Свойства МТМ на основе интерметаллидов с тетрагональной структурой в зависимости от условий термообработки.

Вопросы к экзамену:

1. Какой тип решетки имеет интерметаллид Ni_3Al ?
2. Какой тип решетки имеют интерметаллидные сплавы на основе орто- и γ' -фаз титана?
3. Какой тип решетки обеспечивает пластические свойства сплавам на основе интерметаллидов титана?
4. Что называется интерметаллидом и какими особенностями он обладает?
5. Научные основы создания конструкционных интерметаллидных сплавов.
6. Механизм твердорастворного упрочнения, интерметаллидный сплав ВКНА-1ЛК, разработанный по этому принципу.
7. Влияние различных систем легирования на микротвердость и жаростойкость сплавов.
8. Влияние содержания углерода на физико-механические свойства и жаростойкость интерметаллида.
9. Влияние содержания бора на физико-механические свойства и жаростойкость интерметаллида.
10. Особенности гетерофазной структуры, интерметаллидные сплавы с гетерофазной структурой.
11. Электронный расчет концентрации элементов для создания оптимального структурно-фазового состава в интерметаллидных сплавах.
12. Влияние технологии получения полуфабрикатов из интерметаллидных сплавов на жаропрочность.
13. Специальная технология и оборудование для производства интерметаллидных никелевых сплавов, какие преимущества обеспечивает?
14. Влияние термообработки и высокотемпературной выдержки на микроструктуру и фазовый состав интерметаллидных сплавов.
15. Влияние скорости отливки полуфабрикатов из интерметаллидных сплавов на жаропрочность.
16. Влияние градиента кристаллизации отливок полуфабрикатов из интерметаллидных сплавов на жаропрочность.
17. Каким методом выплавляют интерметаллидные никелевые сплавы, порядок загрузки шихтовых материалов.
18. Метод отливки сплавов ВКНА-1В и ВКНА-4У.
19. Преимущества интерметаллидных сплавов перед применяемыми в настоящее время жаропрочными сплавами на никелевой основе для деталей газотурбинных двигателей.
20. Классификации магнитотвердых материалов из интерметаллидов на основе РЗМ.
21. Связь характеристик магнитотвердых материалов со структурой и фазовым составом. Роль механизмов формирования доменной структуры.
22. Принципы повышения содержания основной магнитной фазы.

23. Ликвационная неоднородность по высоте слитка из интерметаллидных сплавов на основе титана.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Ночовная Н.А., Базылева О.А., Каблов Д.Е., Панин П.В. Интерметаллидные сплавы на основе титана и никеля/ под общ. ред. Е.Н. Каблова. – М.: ВИАМ, 2018. – 308с.

2. Гини, Э.Ч. Специальные технологии литья / Э. Ч. Гини, А. М. Зарубин, В. А. Рыбкин. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. - 367 с.: ил. - Прил.: с. 346-365. - Библиогр.: с. 366-367. - ISBN 978-5-7038-3383-4: 710-00.

3. Крупин, Ю.А. Материаловедение спецсплавов. Коррозионностойкие материалы / Ю. А. Крупин, В. Б. Филиппова. - М.: МИСиС, 2008. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1839>. — Загл. с экрана.

Дополнительная литература:

1. Перминов, А.С. Сертификация магнитных материалов / А.С. Перминов, В.Ю. Введенский, А.С. Лилеев. - М.: МИСиС, 2006. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1854>. — Загл. с экрана.

2. Интерметаллидные сплавы на основе орто- и гамма фазы алюминидов титана [Электронный ресурс] : метод. указания к лабораторной работе по курсу «Интерметаллиды, приборные магнитотвердые материалы» / Всерос. ин-т авиационных материалов, Каф. материаловедения. - М.: ВИАМ, 2014. - 20 с. - Библиогр.: с. 20. - б/ц.

3. Микроструктура литейных интерметаллидных сплавов на основе Ni3Al с поли- и монокристаллической структурой [Электронный ресурс] : метод. указания к лабораторной работе по курсу «Интерметаллиды, приборные магнитотвердые материалы» /Всерос. ин-т авиационных материалов, Каф. материаловедения. - М.: ВИАМ, 2014. - 15 с. - Библиогр.: с. 15. - б/ц.

4. Спекание и термическая обработка магнитотвердых материалов [Электронный ресурс]: метод. указания к лабораторной работе по курсу «Интерметаллиды, приборные магнитотвердые материалы»/ Всерос. ин-т авиационных материалов, Каф. материаловедения. - М.: ВИАМ, 2014. - 12 с. - Библиогр.: с. 12. - б/ц.

5. Интерметаллические соединения: пер. с англ. /под ред. И.И. Корнилова. - М.: Металлургия, 1970. - 440 с.: ил.

6. Власов, В.Н. Обработка, структура и свойства некоторых магнитотвердых сплавов /В.Н. Власов, С.А. Головин, И.А. Гончаренко. - Л.: ЛДНТП, 1975. - 24 с.: ил. - (Прогрессивное формообразование, металловедение и термообработка).

7. Поволоцкий, Е.Г. Термомагнитная обработка магнитотвердых сплавов /Е.Г. Поволоцкий; Е.Г. Поволоцкий. - Саратов: Изд-во саратовского ун-та., 1986. - 168 с.: ил.

8. Ягола, Г.К. Измерение магнитных характеристик современных магнитотвердых материалов [Текст] / Г.К. Ягола, Р.Я. Спиридонов; Г.К. Ягола, Р.Я. Спиридонов. – М.: Изд-во стандартов, 1989. - 196 с.: ил.

9. Литейное производство. - Архив журнала с 2006 г. - по н.в. - (с 2006 г. - июнь 2013 г. в печатной версии; с июля 2013 г. в электронной версии).

10. Технология легких сплавов. - Архив журнала с 1968 г. - по н.в. - (печатная версия).

Интернет-ресурсы и программное обеспечение:

- www.autodesk.ru/education/country-gateway Бесплатные онлайн-ресурсы для обучения с использованием программного обеспечения Autodesk.
- <http://autocad-specialist.ru/samouchitel-autocad.html> Бесплатный самоучитель AutoCAD 2015.
- www.iprbooks.ru Электронно-библиотечная система IPRbooks
- www.e.lanbook.ru Электронно-библиотечная система «Лань»
- [https://rd.springer.com](http://rd.springer.com) - Springer Link

- <https://www.nature.com> - Springer Nature
- <https://materials.springer.com> - Springer Materials
- www.springerprotocols.com - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний SpringerProtocols
- <https://zbmath.org> Реферативная база данных по чистой и прикладной математике ZbMATH
- <https://nano.nature.com> - База данных NANO
- <https://onlinelibrary.wiley.com> - Журналы издательства Wiley
- <http://pubs.rsc.org> - Журналы издательства Royal Society of Chemistry (Королевского химического общества)
- Microsoft Win Rmt Dscs CAL 2012 Russian Academic OPEN I License Devaice CAL

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Интерметаллиды, приборные магнитотвердые материалы» используются: лаборатории ВИАМ, оснащенные необходимыми оборудованием и приборами; аудитории, оснащенные презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и маркерной доской, и библиотека института.

Лекционные занятия:

- комплект электронных презентаций;
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы:

- металлографические микроскопы,
- микротвердомер,
- универсальный твердомер,
- вакуумная электропечь.

Практические занятия:

- аудитория с маркерной доской и презентационной техникой;
- презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук);
- пакеты ПО общего назначения (текстовые и графические редакторы).

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кафедра «Материаловедение»

«УТВЕРЖДАЮ»
Начальник управления
«Научно-образовательная деятельность»

Д.С. Свириденко

РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА
«Коррозия, старение, биоповреждение и пожаробезопасность материалов»
(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки: 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Квалификация выпускника: магистр

Формы обучения: очная / очно-заочная

Трудоемкость дисциплины: 5 з.е. /180 ч.

Распределение трудоемкости дисциплины по семестрам и видам учебной работы

Вид учебной работы	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения
	3 семестр	3 семестр
Общий объем работ в учебной аудитории, ч., в том числе:	36	36
Лекции	6	6
Лабораторные работы		
Практические занятия или семинары	30	30
Общий объем самостоятельной работы, ч., в том числе:	108	108
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графические работы		
Реферат		
Контроль самостоятельной работы: тестирование, коллоквиум, контрольная работа		
Другие виды работ	108	108
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен
	36	36
Итого	180	180

Рабочая учебная программа по дисциплине составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Автор (ы)

/ д.т.н. А.Б. Лаптев

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Рабочая программа рассмотрена на заседании Ученого совета (протокол № 5 от 11.10.2022 г.) и признана соответствующей требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и учебного плана по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Зав. кафедрой

/ д.т.н., доц. А.Б. Лаптев

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением процессов коррозии, старения, микробиологической стойкости и пожарной опасности и овладением основами современных знаний в области защиты от коррозии, старения, биоповреждений и пожарной опасности современных материалов.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является: приобретение обучающимся базовых знаний, связанных с пониманием процессов коррозии, старения, биоповреждений и горения материалов, понимание основ организации комплексной антикоррозионной защиты и защиты от старения и биоповреждений, а также методов снижения пожарной опасности материалов.

Изучение дисциплины позволит обучающимся иметь представление о методиках проведения ускоренных и натурных климатических испытаний материалов на коррозию, старение и биоповреждения, а также на пожарную опасность материалов и конструкций.

Для достижения цели решаются следующие задачи:

- изучение физико-химических процессов, происходящих при коррозии и старении;
- ознакомление обучающихся с основными методами защиты от коррозии, старения, биоповреждений и снижения пожарной опасности материалов;
- характеристика материалов с точки зрения коррозионной и микробиологической стойкости, стойкости к старению и пожарной опасности;
- изучение методов ускоренных и натурных испытаний на коррозию, старение и микробиологическую стойкость, а также на пожарную опасность материалов и конструкций.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1. В результате освоения данной дисциплины приобретаются знания и умения необходимые в научно-исследовательской работе магистра.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

общепрофессиональных:

готовностью применять принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды при решении профессиональных задач (ОПК-5);

профессиональными:

ПК-5. Владеет навыками по использованию принципов прогнозирования свойств, разработки, получения и применения различных групп материалов в т.ч. композитов и наноматериалов.

ПК-6. Владеет навыками рационального выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности, экономичности и экологических последствий их применения, в том числе навыками оптимизации расходования материалов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать основные виды процессов коррозии и старения, механизмы их протекания; основные способы защиты от коррозии и старения; основы теории коррозионностойкого легирования и классификацию основных коррозионностойких материалов; виды биоповреждений и методики их оценки; основные понятия теории горения и пожароопасные свойства полимерных материалов;

уметь оценивать возможность возникновения коррозионных повреждений материалов; деградацию механических и других свойств полимеров; применять наиболее эффективные методы защиты от коррозии; выбирать коррозионностойкие конструкционные материалы с учетом агрессивности среды и условий эксплуатации;

владеть методами оценки коррозионной и микробиологической стойкости, пожарной опасности материалов; методами защиты от коррозии и биоповреждений материалов и конструкций; методами прогнозирования старения путем снижения пожарной опасности материалов.

4. Структура и содержание разделов дисциплины **Лекции**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Характеристики и сущность коррозионных процессов.	Определение термина «коррозия металлов». Технические, экономические и экологические аспекты коррозии металлов. Классификация коррозионных процессов по механизму, условиям протекания и характеру коррозионного процесса. Показатели коррозии. Термодинамика и кинетика газовой коррозии. Процессы диффузии при окислении металлических материалов. Принцип жаростойкого легирования.	0,5/0,5
2	Термодинамика и кинетика коррозионных процессов.	Обратимые электродные потенциалы металлов. Уравнение Нернста. Необратимые электродные потенциалы. Термодинамическая возможность электрохимической коррозии. Коррозионные гальванические элементы и причины их возникновения. Поляризация электродных процессов, ее причины и влияние на скорость коррозии. Механизм влияния катодных процессов на скорость коррозии. Кислородная и водородная деполяризации. Диффузионный и кинетический контроль.	0,5/0,5
3	Пассивность металлов. Локальное коррозионное разрушение металлов.	Теории пассивного состояния. Особенности пассивации материалов. Пассиваторы и депассиваторы. Перепассивация металлов. Межкристаллитная коррозия (МКК), питтинговая и щелевая коррозия: условия возникновения, механизмы, способы предотвращения и устранения. Основные представления о коррозионном растрескивании (КР) металлов и сплавов, закономерности развития КР и меры борьбы с ним.	1/1
4	Атмосферная коррозия металлов Коррозионная стойкость авиационных материалов	Механизм и характерные особенности атмосферной коррозии. Факторы, влияющие на атмосферную коррозию. Натурные коррозионные испытания. Климатические коррозионные станции. Основные математические модели коррозионного поведения материалов Коррозионная стойкость алюминиевых, магниевых, титановых сплавов и нержавеющей сталей	1/1
6	Методы ускоренных коррозионных испытаний	Основные принципы и классификация коррозионных испытаний металлов. Ускоренные испытания алюминиевых, магниевых и титановых сплавов нержавеющей сталей. Испытания металлических и неметаллических покрытий. Электрохимические и импедансные методы ускоренных испытаний.	1/1
7	Физико-химические основы климатического старения полимеров и полимерных композиционных материалов (ПКМ)	Физико-химические превращения и накопление повреждений в армирующих волокнах, полимерной матрице и на границе раздела «полимер–наполнитель». Значимые факторы старения, влияющие на свойства ПКМ. Влияние механических нагрузок и термоциклов	1/1

		эксплуатационного уровня на старение ПКМ. Роль исходной структурной неравновесности. Обратимые и необратимые изменения свойств при старении. Повреждение поверхности и формирование градиента свойств по толщине ПКМ.	
8	Биоповреждения	Виды биоповреждений. Организмы, вызывающие биоповреждения. Биокоррозия. Методы диагностики и оценки степени биоповреждения. Методики отбора образцов. Микробиологические методы. Биохимические методы.	1/1
Итого:			6/6

Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	не предусмотрено		
Итого:			0/0

Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Методы защиты от коррозии	Основные направления защиты от коррозии. Классификация методов защиты	1/1
2	Защита металлов металлическими покрытиями	Термодиффузионные покрытия (в жидкой фазе и в порошках). Покрытия, нанесенные методом напыления (напыление плазменное, газопламенное, электродуговое, высокоскоростное газопламенное (HVOF), вакуумное ионно-плазменное (дуговое и магнетронное), холодное газодинамическое (ХГН) высокого (High Pressure Cold Spray) и низкого давления (Low Pressure Cold Spray). Гальванические покрытия.	1/1
3	Защита металлов неметаллическими покрытиями	Неорганические неметаллические покрытия. Анодирование. Микродуговое оксидирование. Лакокрасочные и эмалевые покрытия.	2/2
4	Защита металлов композиционными покрытиями	Цинк-ламельные покрытия, силикоцинк, шликерные покрытия.	2/2
5	Электрохимические методы противокоррозионной защиты металлов	Катодная и анодная защита металлов. Применение электрохимической защиты.	2/2
6	Методы испытаний ПКМ и элементов конструкций из ПКМ на климатическую стойкость	Нормативная база климатических испытаний ПКМ в РФ. Нормативная база климатических испытаний ПКМ (зарубежный опыт). Ускоренные и натурные климатические испытания. Климатические испытания с наложением механических нагрузок, термоциклов и других факторов эксплуатации. Этапы развития климатических испытаний авиационных ПКМ (опыт ВИАМ). Климатическая квалификация материалов и конструкций.	4/4
7	Чувствительность к старению механических и других показателей свойств полимеров и ПКМ	Прочность и модули упругости при растяжении, сжатии, сдвиге, изгибе. Термическое расширение и усадка. Теплостойкость. Сорбция и диффузия	2/2

		влаги. Термическое расширение. Циклическая прочность и долговечность.	
8	Математическое моделирование и прогнозирование свойств ПКМ при их климатическом старении.	Сравнение концепций последовательного и одновременного воздействия климатических факторов, синергизм. Методы прогнозирования, основанные на многофакторном анализе. Перспективы прогнозирования механических свойств по анализу повреждений на поверхности ПКМ. Моделирование климатической стойкости ПКМ по характеристикам сорбции и диффузии влаги. Аппроксимация результатов и математические модели для прогнозирования климатической стойкости ПКМ	4/4
9	Оценка материалов на микробиологическую стойкость	Методы испытаний различных материалов, в том числе ГСМ. Сравнение российских и зарубежных стандартов. Натурные испытания	2/2
10	Методы защиты от биоповреждений и биокоррозии	Профилактика. Методы обработки поврежденных материалов	2/2
11	Воздействие на окружающую среду и перспективы защиты от биокоррозии	Влияние на окружающую среду. Общее направление развития защитных мероприятий. Перспективные разработки	2/2
12	Горение и пожароопасные свойства полимерных материалов	Основные понятия теории горения. Гомогенное, гетерогенное и диффузионное горение. Химические процессы при горении. Цепные реакции. Горение углеводов. Горение углерода. Возникновение процессов горения. Развитие горения. Прекращение горения.	2/2
13	Поражающие факторы пожара. Методы оценки пожарной опасности материалов авиационного назначения и определяемые характеристики.	Повышенная температура, пламя, пониженная видимость, токсичные газы, пониженная концентрация кислорода, обрушение конструкций. Методы оценки воспламеняемости, распространения пламени, критических условий погасания (тепловых и концентрационных). Методы определения теплотворной способности. Методы определения дымообразования. Методы оценки токсичности продуктов горения. Другие методы (огнестойкость, стойкость к тепловому потоку).	2/2
14	Способы снижения пожарной опасности материалов.	Влияние химической матрицы и наполнителя. Влияние структуры материала. Влияние толщины (поверхностной массы). Антипирены, в том числе наноразмерные.	2/2
Итого:			30/30

Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма контроля (тестирование, коллоквиум, контрольная работа)	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Не предусмотрено		
Итого:			0/0

Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Методы защиты от коррозии	Подготовка к практическим занятиям	8/8
2	Общая коррозия металлических материалов	Подготовка к практическим занятиям	8/8

3	Защита металлов металлическими покрытиями	Подготовка к практическим занятиям	6/6
4	Защита металлов неметаллическими покрытиями	Подготовка к практическим занятиям	6/6
5	Защита металлов композиционными покрытиями	Подготовка к практическим занятиям	6/6
6	Электрохимические методы противокоррозионной защиты металлов	Подготовка к практическим занятиям	8/8
7	Методы испытаний ПКМ и элементов конструкций из ПКМ на климатическую стойкость	Подготовка к практическим занятиям	6/6
8	Чувствительность к старению механических и других показателей свойств полимеров и ПКМ	Подготовка к практическим занятиям	6/6
9	Математическое моделирование и прогнозирование свойств ПКМ при их климатическом старении	Подготовка к практическим занятиям	6/6
10	Оценка материалов на микробиологическую стойкость	Подготовка к практическим занятиям	6/6
11	Методы защиты от биоповреждений и биокоррозии	Подготовка к практическим занятиям	6/6
12	Воздействие на окружающую среду и перспективы защиты от биокоррозии	Подготовка к практическим занятиям	6/6
13	Горение и пожаро-опасные свойства поли-мерных материалов	Подготовка к практическим занятиям	6/6
14	Поражающие факторы пожара. Методы оценки пожарной опасности материалов авиационного назначения и определяемые характеристики	Подготовка к практическим занятиям	6/6
15	Способы снижения пожарной опасности материалов	Подготовка к практическим занятиям	6/6
16	Методы защиты от коррозии	Подготовка к практическим занятиям	6/6
17	Защита металлов металлическими покрытиями	Подготовка к практическим занятиям	6/6
Итого:			108/108

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по реализации разностороннего (комплексного) подхода к процессу подготовки специалистов, предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

Активная и интерактивная формы проведения занятий помогают успешно достичь планируемых результатов освоения дисциплины. К таким формам занятий относятся:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием современного высокотехнологичного оборудования;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Интернет-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- дискуссия как способ закрепления теоретического материала и формирования четко осознаваемой собственной точки зрения;
- IT-методы как способ обучения эффективному оперированию информацией и ее обработки;
- опережающая СРС как форма углубленного изучения и закрепления знаний, а также развития практических умений, заключающаяся в работе обучающихся с лекционным материалом, поиске и анализе литературы и электронных источников информации по заданной проблеме и выбранной теме курсовой работы, выполнении домашних заданий, изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, подготовке к экзамену;
- индивидуальный подход как средство мотивации магистранта к обучению;
- «работа в группах» – лабораторные работы. Каждая группа экспериментально проводит процесс получения микродуговых покрытий и ускоренные коррозионные испытания;
- «тренинг» – практические занятия. Развитие навыков определения возможности возникновения коррозионных повреждений, теоретический анализ и практический расчет скорости коррозионных процессов;
- «case-study» – Обучающиеся обеспечивают противокоррозионную защиту металлического материала путем нанесения неметаллических неорганических покрытий методом микродугового оксидирования, затем исследуют защитные свойства полученных ими покрытий.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

По итогам изучения дисциплины «Коррозия, старение, биоповреждение и пожаробезопасность материалов» проводится экзамен.

В качестве учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется справочная, учебная и монографическая литература, рекомендованная преподавателями, а также методические указания (в том числе в электронной форме), разработанные преподавателями кафедры.

Изучение дисциплины «Коррозия, старение, биоповреждение и пожаробезопасность материалов» организуется таким образом, чтобы обучающиеся во время лекционных занятий проявляли активность при освоении предлагаемого материала, используется диалоговый режим проведения лекций. Для самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать справочную, учебную и монографическую литературу, Интернет-ресурсы.

Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется преподавателем в интерактивной форме в виде бесед на лекционных занятиях.

Вопросы к экзамену:

1. Классификация коррозионных процессов.
2. Термодинамическая возможность газовой коррозии.
3. Основные кинетические законы окисления металлических материалов.
4. Термодинамическая возможность электрохимической коррозии.
5. Поляризация. Основные механизмы возникновения поляризации.
6. Степени контроля коррозионных процессов.
7. Пассивность и локальные виды коррозии.
8. Механизм и особенности атмосферной коррозии.

9. Ускоренные коррозионные испытания. Основные методы.
10. Натурные климатические испытания.
11. Методы защиты от коррозии. Основные принципы и классификация.
12. Термодиффузионные металлические покрытия.
13. Гальванические покрытия.
14. Анодирование легких сплавов.
15. Микродуговое оксидирование.
16. Композиционные покрытия.
17. Электрохимическая защита. Основные принципы и применение.
18. Факторы старения, влияющие на свойства ПКМ.
19. Обратимые и необратимые изменения свойств при старении.
20. Повреждение поверхности и формирование градиента свойств по толщине ПКМ.
21. Ускоренные и натурные климатические испытания.
22. Климатические испытания с наложением механических нагрузок, термоциклов и других факторов эксплуатации.
23. Чувствительность к старению механических свойств ПКМ.
24. Сорбция и диффузия влаги в полимерах и ПКМ.
25. Методы прогнозирования деградации свойств полимеров при старении.
26. Моделирование климатической стойкости ПКМ по характеристикам сорбции и диффузии влаги.
27. Виды биоповреждений и биокоррозия.
28. Оценка материалов на микробиологическую стойкость.
29. Профилактика биоповреждений.
30. Методы обработки поврежденных биокоррозией материалов.
31. Основные понятия теории горения.
32. Химические процессы при горении.
33. Горение углеводородов.
34. Горение углерода.
35. Поражающие факторы пожара.
36. Методы оценки пожарной опасности.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Неверов, А.С. Коррозия и защита материалов / А.С. Неверов, Д.А. Родченко, М.И. Цырлин. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. - 224 с.: ил. - Библиогр.: с. 217-218. - ISBN 978-5-91134-733-8: 619-00.
2. Пустов, Ю.А. Диагностика и экспертиза коррозионных разрушений металлов. Курс лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.А. Пустов, А.Г. Ракоч. — Электрон. дан. — М.: МИСИС, 2013. — 131 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/47453>. — Загл. с экрана.
3. Барботько С.Л., Вольный О.С., Кириенко О.А. Шуркова Е.Н. Оценка пожаробезопасности полимерных материалов авиационного назначения: анализ состояния, методы испытаний, перспективы развития, методические особенности / под общ. ред. Е.Н. Каблова.- М.: ВИАМ., 2018. - 424 с.: ил.
4. Пустов, Ю.А. Коррозионностойкие и жаростойкие материалы. Методы коррозионных исследований и испытаний. Курс лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.А. Пустов, А.Г. Ракоч. — Электрон. дан. — М.: МИСИС, 2013. — 128 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/47452>. — Загл. с экрана.

Дополнительная литература:

1. Опара, Б.К. Инженерная защита металлопродукции, конструкций и сооружений. Электрохимическая защита и рациональное конструирование. Курс лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б.К. Опара. — Электрон. дан. — М.: МИСИС, 2008. — 126 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1864>. — Загл. с экрана.

2. Гольцев, В.Ю. Методы механических испытаний и механические свойства материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Ю. Гольцев. — Электрон. дан. — М.: НИЯУ МИФИ, 2012. — 228 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/75928>. — Загл. с экрана.

5. Васильев, В.Ю. Коррозионная стойкость и защита от коррозии металлических, порошковых и композиционных материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Ю. Васильев, Ю.А. Пустов. — Электрон. дан. — М.: МИСИС, 2005. — 130 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1833>. — Загл. с экрана.

6. Пустов, Ю.А. Коррозия и защита металлов в водных средах. Практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.А. Пустов, Б.В. Кошкин, А.Е. Кутырев. — Электрон. дан. — М.: МИСИС, 2005. — 102 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1848>. — Загл. с экрана.

7. Ломакин С.М. Горение, деструкция и стабилизация полимеров [Электронный ресурс]: монография / С.М. Ломакин, Г.Е. Заиков. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Научные основы и технологии, 2008. — 422 с. — 978-5-91703-002-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13211>. — Загл. с экрана.

8. Фомин, Г.С. Коррозия и защита от коррозии. Энциклопедия международных стандартов / Г. С. Фомин. - 3-е изд., пререраб. и доп. - М. : Протектор, 2013. - 720 с. : ил., табл. - Прил.: с. 527-688. - Библиогр.: с. 689-703. - Парал. тит. л. англ. - ISBN 978-5-900631-17-2: 3923-73.

9. Нанесение многофункциональных защитных покрытий методом микродугового оксидирования [Электронный ресурс]: метод. указания к лабораторной работе по курсу «Коррозия, старение, биоповреждение и пожаробезопасность материалов» / Всерос. ин-т авиационных материалов, Каф. материаловедения. - М.: ВИАМ, 2014. - 15 с. - Библиогр.: с. 15. - б/ц.

10. Ускоренные испытания металлических материалов в камере солевого тумана [Электронный ресурс]: метод. указания к лабораторной работе по курсу «Коррозия, старение, биоповреждение и пожаробезопасность материалов» / Всерос. ин-т авиационных материалов, Каф. материаловедения. - М. : ВИАМ, 2014. - 17 с. - Библиогр.: с. 17. - б/ц.

11. Маттссон, Э. Электрохимическая коррозия / Э. Маттссон; под ред. Я.М. Колотыркина; пер. со швед. - М.: Metallurgia, 1991. - 158 с.: ил. - Прил.: с. 148-151. - Библиогр.: с. 152. - 2-00.

12. Лавренко, В.А. Коррозия конструкционной керамики / В. А. Лавренко, Ю.Г. Гогоци. - М.: Metallurgia, 1989. - 199 с.: ил. - 2-90.

13. Кириллова, Э.И. Старение и стабилизация термопластов / Э. И. Кириллова, Э.С. Шульгина. - Л.: Химия, 1988. - 240 с.: ил.

14. Отс, А.А. Коррозия и износ поверхностей нагрева котлов / А. А. Отс. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 272 с.: ил. - Библиогр.: с. 261-270. - 1-40.

15. Арчаков, Ю.И. Водородная коррозия стали / Ю. И. Арчаков. - М.: Metallurgia, 1985. - 192 с.: рис.

16. Акользин, А.П. Кислородная коррозия оборудования химических производств / А.П. Акользин, А. П. Жуков. - М.: Химия, 1985. - 240 с.: ил. - Прил.: с. 199. - Библиогр.: с. 199. - 2-10.

17. Пастухова, Ж.П. Динамическое старение сплавов / Ж. П. Пастухова, А. Г. Рахштадт, Ю. А. Каплун. - М.: Metallurgia, 1985. - 221 с.: ил. - 2-80.

18. Акользин, П.А. Коррозия и защита металла теплоэнергетического оборудования / П. А. Акользин. - М.: Энергия, 1982. - 304 с.: ил.

19. Вишневский, А.М. Электрокоррозия морских сооружений / А. М. Вишневский, Ю. Я. Иоссель, Э. Ф. Макаров. - Л.: Судостроение, 1984. - 212 с.: ил.

20. Богоявленский, В.Л. Коррозия сталей на АЭС с водным теплоносителем / В. Л. Богоявленский. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 168 с.: ил. - Библиогр.: с. 156-166. - 0-75.

21. Кемхадзе, В.С. Коррозия и защита металлов во влажных субтропиках / В.С. Кемхадзе; Акад. наук СССР, Акад. наук ГССР. - М.: Наука, 1983. - 107 с.: ил. - Библиогр.: с. 104-106. - 0-80.
22. Герасимов, В.В. Коррозия сталей в нейтральных водных средах / В. В. Герасимов. - М.: Металлургия, 1981. - 192 с.: рис. - Библиогр.: с. 190-191. - 1-70.
23. Герасимов, В.В. Коррозия реакторных материалов / В. В. Герасимов. - М.: Атомиздат, 1980. - 256 с.: табл. - Библиогр.: с. 252. - 2-80.
24. Бялобжеский, А.В. Радиационная коррозия / А. В. Бялобжеский; Акад. наук СССР, Ин-т физической химии. - М.: Наука, 1967. - 213 с.: ил. - Библиогр.: с. 209-214. - 0-84.
25. Акимов, Г.В. Коррозия металлов в нейтральных электролитах с кислородной деполаризацией: вып. 56; Труды Всесоюзного научно-исследовательского института авиационных материалов / Г.В. Акимов. - М.-Л.: ОНТИ, 1938. - 84 с.
26. Колотыркин, Я.М. Металл и коррозия / Я.М. Колотыркин. - М.: Металлургия, 1985. - 88 с.: ил. - 0-25.
27. Малахов, А.И. Коррозия и основы гальваностегии : учеб. для техникумов / А. И. Малахов, К. М. Тютина, Т. Е. Цупак. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Химия, 1987. - 208 с. - (Для техникумов). - 0-40.
28. Минскер, К.С. Старение и стабилизация полимеров на основе винилхлорида / К. С. Минскер, С. В. Колесов, Г. Е. Заиков. - М.: Наука, 1982. - 271 с.: ил. - 3-20.
29. Пиотровский, К.Б. Старение и стабилизация синтетических каучуков и вулканизаторов / К. Б. Пиотровский, З. Н. Тарасова. - М.: Химия, 1980. - 264 с.: ил. - 2-10.
30. Синявский, В.С. Коррозия и защита алюминиевых сплавов / В. С. Синявский, В. Д. Вальков, В. Д. Калинин. - М.: Металлургия, 1986. - 368 с.: ил. - Библиогр.: с. 364-368. - 3-10.
31. Структура и коррозия металлов и сплавов: Атлас : справочник / под ред. Е.А. Ульянин; кол. авт.: И.Я. Сокол, Е.А. Ульянин, Э.Г. Фельдгандлер и др. - М. : Металлургия, 1989. - 400 с. : ил. - Авт. кол. указан на обороте тит. л. - 1-90.
32. Улиг, Г.Г. Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику / Г. Г. Улиг, Р. У. Реву; под ред. А.М. Сухотина; пер. с англ. - Л.: Химия. Ленинградское отделение, 1989. - 456 с.: ил. - Библиогр.: с. 416-450. - Парал. тит. л. англ. - 2-50.
33. Чендлер, К.А. Коррозия судов и морских сооружений / К.А. Чендлер ; пер. с англ. - Л.: Судостроение, 1988. - 320 с. : ил. - Библиогр.: с. 316. - 1-90.
34. Чуистов, К.В. Старение металлических сплавов / К.В. Чуистов. - Киев: Наукова думка, 1985. - 229 с.: ил. - 3-10.
35. Яманов, С.А. Старение, стойкость и надежность электрической изоляции / С.А. Яманов, Л.В. Яманова. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 176 с.: ил. - 2-40.
36. Коррозионная стойкость оборудования химических производств. Коррозия под действием теплоносителей, хладагентов и рабочих тел: справ. руководство / под ред. А. М. Сухотина, В.М. Беренблит. - Л.: Химия, 1988. - 360 с.: ил. - ISBN 5-7245-0038-8: 1-70.
37. Коррозия и защита судов: справочник / под ред. д.т.н., проф. Е.Я. Люблинского, к.т.н. В.Д. Пирогова. - М.: Судостроение, 1987. - 376 с.: ил. - 1-70.
38. Коррозия: материалы, защита. - Архив журнала с 2004 г. - №6 2013 г., электронная с № 7 2013 г. - по н.в. - (печатная версия). - (электронная версия).
39. Физика и химия обработки материалов. - Архив журнала с 2006 г. - по н.в. - (с 2006 г. - июнь 2013 г. в печатной версии; с июля 2013 г. в электронной версии).
40. Физикохимия поверхности и защита материалов. - Архив журнала с 2006 г. - по н.в. - (с 2006 г. - июнь 2013 г. в печатной версии; с июля 2013 г. в электронной версии).
41. Деформация и разрушение материалов. - Архив журналов с 2007 г. - по н.в. - (электронная версия).
42. Лакокрасочные материалы и их применение. - Архив журнала с 1962 г. - по н.в. - (печатная версия).

Интернет-ресурсы и программное обеспечение:

- www.iprbooks.ru Электронно-библиотечная система IPRbooks
- www.e.lanbook.ru Электронно-библиотечная система «Лань»
- <https://rd.springer.com> - Springer Link
- <https://www.nature.com> - Springer Nature
- <https://materials.springer.com> - Springer Materials
- www.springerprotocols.com - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний SpringerProtocols
- <https://zbmath.org> Реферативная база данных по чистой и прикладной математике ZbMATH
- <https://nano.nature.com> - База данных NANO
- <https://onlinelibrary.wiley.com> - Журналы издательства Wiley
- <http://pubs.rsc.org> - Журналы издательства Royal Society of Chemistry (Королевского химического общества)
- Microsoft Win Rmt Dscs CAL 2012 Russian Academic OPEN I License Devaice CAL.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Коррозия, старение, биоповреждение и пожаробезопасность материалов» используется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и маркерной доской. Для проведения лабораторного практикума используются аппаратура и приборы для электрохимических исследований, приборы для оценки структуры и свойств материалов, гальванические ванны и выпрямители токов, вытяжные шкафы, химические реагенты и вещества, образцы материалов.

Лекционные занятия:

- комплект для электронных презентаций;
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы:

- камера солевого тумана;
- климатическая камера;
- установка микродугового оксидирования;
- сушильный шкаф;
- вихретоковый толщиномер;
- весы;
- бинокулярный микроскоп.

Практические занятия:

- аудитория с маркерной доской и презентационной техникой;
- презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук);
- пакеты ПО общего назначения (текстовые и графические редакторы).

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кафедра «Материаловедение»

«УТВЕРЖДАЮ»
Начальник управления
«Научно-образовательная деятельность»

Д.С. Свириденко

РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА
«Современные технологические процессы производства и переработки материалов»
(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки: 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная / очно-заочная

Трудоемкость дисциплины: 5 з.е./180 ч.

Распределение трудоемкости дисциплины по семестрам и видам учебной работы

Вид учебной работы	Очная форма обучения		Очно-заочная форма обучения	
	1 семестр	2 семестр	1 семестр	2 семестр
Общий объем работ в учебной аудитории, ч., в том числе:	18	36	18	36
Лекции	10		10	
Лабораторные работы				
Практические занятия или семинары	8	36	8	36
Общий объем самостоятельной работы, ч., в том числе:	18	72	18	72
Курсовой проект				
Курсовая работа				
Расчетно-графические работы				
Реферат		36		36
Контроль самостоятельной работы: тестирование, коллоквиум, контрольная работа		2		2
Другие виды работ	18	34	18	34
Вид промежуточной аттестации		Экзамен		Экзамен
		36		36
Итого по семестрам	36	144	36	144
Итого	180		180	

Рабочая учебная программа по дисциплине составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Автор (ы)

/ д.т.н., с.н.с. Н.А. Ночовная

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Рабочая программа рассмотрена на заседании Ученого совета (протокол № 5 от 11.10.2022 г.) и признана соответствующей требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и учебного плана по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Зав. кафедрой

/ д.т.н., доц. А.Б. Лаптев

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов связанных с разработкой и реализацией прогрессивных технологий производства и переработки материалов.

9. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является изучение технологических процессов производства и переработки материалов; ознакомление с современным оборудованием для производства и переработки материалов; получение знаний и практических навыков в области энергоэффективных, ресурсосберегающих и аддитивных технологий получения деталей, полуфабрикатов и конструкций из современных металлических материалов и естественных композитов в соответствии со стратегическими направлениями развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года (направления 8, 9, 10).

Для достижения поставленной цели при изучении дисциплины решаются следующие задачи:

- изучить методы выплавки жаропрочных никелевых сплавов, сталей и специальных сплавов, легких сплавов на алюминиевой, титановой и магниевой основах;
- изучить технологии получения порошковых материалов;
- изучить технологии и оборудование для поликристаллического и монокристаллического литья;
- изучить основные и специальные технологические процессы обработки металлов давлением;
- изучить современные методы сварки и пайки конструкционных металлических материалов, методы и оборудование для нанесения защитных, упрочняющих и теплозащитных покрытий на детали из конструкционных металлических материалов;
- овладеть методикой создания и конструирования технологических процессов производства и переработки современных материалов, в том числе с использованием методов компьютерного моделирования.

10. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 (обязательной для изучения). В результате освоения данной дисциплины приобретаются знания и умения необходимые в научно-исследовательской работе обучающегося.

11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

профессиональных:

ПК-9. Производить анализ новых технологий с целью повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции;

ПК-11. Способен анализировать технологический процесс как объект управления, проводить стоимостную оценку основных производственных ресурсов, обобщать, анализировать и использовать информацию о ресурсах предприятия.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать основные методы и оборудование металлургии никелевых, алюминиевых, магниевых и титановых сплавов, поли- и монокристаллического литья, обработки металлов давлением, пайки и сварки конструкционных металлических материалов, нанесения функциональных покрытий;

уметь использовать современные методы и технологии получения и переработки материалов для изготовления заготовок и полуфабрикатов для техники различного назначения;

владеть методами проектирования и контроля технологических процессов производства и переработки материалов, современными методами контроля и анализа качества полуфабрикатов непосредственно в технологической цепочке производства.

12. Структура и содержание разделов дисциплины

Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Технологии и оборудование литейного производства. Металлургия авиационных сталей и сплавов.	Введение. Стратегические направления развития жаропрочных сталей и сплавов. Metallургия авиационных сталей и сплавов. Технологии и оборудование литейного производства. Технология и оборудование для поликристаллического и монокристаллического литья лопаток ГТД и ГТУ. Высокоградиентная технология литья лопаток с направленной и монокристаллической структурой. Особенности литья методом равноосной кристаллизации. Автоматизированные комплексы для получения литых деталей ГТД с направленной и монокристаллической структурой.	2/2
2	Технологии изготовления порошков.	Технология изготовления порошков припоев и ультрадисперсных металлических порошков методом распыления расплава. Технология изготовления порошков методом распыления вращающейся заготовки. Технология Spray forming.	2/2
3	Аддитивные технологии.	Аддитивные технологии. ThermoJet (Multi-Jet Modelig, MJM-процесс). Установки «Viper si 2», SLA 3500, 5000, 7000 (Stereo Lithography Apparatus - SLA процесс). Установка послойного лазерного спекания порошковых материалов «Vangard» (Selective Laser Sintering, SLS-процесс). Технология точного вакуумного литья по выплавляемым (выжигаемым) моделям. Силиконовые формы.	2/2
4	Технологии и оборудование для обработки металлов давлением	Основные законы обработки металлов давлением. Влияние холодной и горячей деформации на структуру и свойства металлических материалов. Температурные условия обработки давлением. Методы обработки металлов давлением. Изотермическая деформация труднодеформируемых металлических материалов. Методы компьютерного моделирования процессов обработки металлов давлением. Оценка структурообразования металлических материалов при обработке давлением	2/2
5	Технологии и оборудование для пайки и сварки металлических авиационных материалов	Технологии пайки в авиационной отрасли. Классификация видов пайки. Виды припоев. Процессы, происходящие при пайке никелевых жаропрочных сплавов. Различные полуфабрикаты припоев для высокотемпературной пайки. Особенности использования различных полуфабрикатов припоев при пайке различными способами нагрева. Технологии сварки в машиностроении. Особенности методов сварки плавлением и сварки в твердой фазе, определяющие сферу их применения. Физические процессы сварки. Типы и причины возможных дефектов в сварных соединениях. Термодеформационные процессы при сварке. Тепловые процессы при сварке. Методы контроля сварных соединений. Характеристика и критерии выбора. Физико-химические и металлургические процессы при сварке плавлением.	2/2
Итого за семестр:			10/10

Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч.
-------	--	---------------------------------	------------------

			очная/очно-заочная
	Не предусмотрено		
Итого:			0/0

Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Технологии и оборудование литейного производства. Металлургия авиационных сталей и сплавов.	Технология и оборудование литейного производства. Вакуумное оборудование: особенности работы установок типа УППФ. Проведение плавки на установке типа УППФ. Система управления основными параметрами технологического процесса: вакуумная система, приборы управления, термопары, компьютерная система управления. Установки для выплавки сплавов методом направленной кристаллизации: особенности, техника безопасности. Особенности конструкции литейных блоков для монокристаллического литья. Изготовление затравок из сплавов системы Ni-W-C методом ориентированной вырезки. Загрузка установок ВНК, проведение плавки, выгрузка отливок. Вакуумное оборудование: особенности, печи УВНЭС-4, УВНС-5. Работа вакуумной системы, проведение плавки в вакуумном индукционном тигле, процесс направленной кристаллизации, работа компьютерной системы управления. Анализ результатов плавки, разгрузка установки, удаление керамической формы, резка литниковой системы отливки, контроль макроструктуры отливки, рентгеновский контроль образцов.	8/8
2	Технологии изготовления порошков.	Машины и оборудование для технологий быстрого прототипирования. Основные методы производства порошков. Характеристики порошков. Установки для классификации и сепарации. Основные пути для снижения размера порошков. Разновидности технологии распыления расплава газом. Установка HERMIGA. Технологическая схема процесса производства порошков атомизацией. Основная область применения порошков.	8/8
3	Аддитивные технологии.	Аддитивные технологии. Суть технологий быстрого прототипирования и быстрого изготовления опытных образцов. Построение модели. Ультрафиолетовый лазер. Установка послойного лазерного спекания порошковых материалов. Технология точного вакуумного литья по выплавляемым (выжигаемым) моделям. Силиконовые формы.	10/10
4	Технологии и оборудование для обработки металлов давлением	Расчет усилий деформации при различных видах обработки металлов давлением. Тепловые процессы при обработке металлов давлением. Компьютерное моделирование процессов обработки металлов давлением, прогнозирование структуры и свойств деформированных полуфабрикатов. Определение технологичности различных материалов при обработке давлением	8/8
5	Технологии и оборудование для пайки и сварки конструкционных металлических материалов	Состав, структура, характеристики оборудования для диффузионной пайки никелевых жаропрочных сплавов. Методики, применяемые для разработки припоя и технологий диффузионной пайки никелевых жаропрочных сплавов. Состав, структура, характеристики оборудования для получения припоев	10/10

		на основе никеля и титана в виде порошка, лент и паст на органическом связующем. Состав, структура, характеристики оборудования для дуговой сварки плавлением. Структура сварочного поста, сварочного стенда. Состав, структура, характеристики оборудования для ротационной сварки трением. Проведение расчета тепловых полей при различных схемах сварки. Методы исследования основного материала и сварных соединений	
Итого за семестр:			44/44

Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма контроля (тестирование, коллоквиум, контрольная работа)	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Технологии и оборудование для пайки и сварки конструкционных металлических материалов.	Контрольная работа	2/2
Итого:			2/2

Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Технологии и оборудование литейного производства. Металлургия авиационных сталей и сплавов.	Подготовка к практическим занятиям	18/18
2	Технология изготовления порошков припоев и ультрадисперсных металлических порошков методом распыления расплава. Технология изготовления порошков методом распыления вращающейся заготовки	Подготовка к практическим занятиям	6/6
3	Аддитивные технологии.	Подготовка к практическим занятиям	6/6
	Технологии и оборудование для обработки металлов давлением	Подготовка к практическим занятиям	6/6
4	Технологии и оборудование для обработки металлов давлением	Реферат	36/36
5	Технологии и оборудование для пайки и сварки конструкционных металлических материалов	Подготовка к контрольной работе	8/8
6	Технологии и оборудование для пайки и сварки конструкционных	Подготовка к практическим занятиям	8/8

	металлических материалов		
Итого за семестр:			88/88

13. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по реализации разностороннего (комплексного) подхода к процессу подготовки специалистов, предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

Активная и интерактивная формы проведения занятий помогают успешно достичь планируемых результатов освоения дисциплины. К таким формам занятий относятся:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Интернет-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- дискуссия как способ закрепления теоретического материала и формирования четко осознаваемой собственной точки зрения;
- IT-методы как способ обучения эффективному оперированию информацией и ее обработки;
- опережающая СРО как форма углубленного изучения и закрепления знаний, а также развития практических умений, заключающаяся в работе обучающихся с лекционным материалом, поиске и анализе литературы и электронных источников информации по заданной проблеме и выбранной теме курсовой работы, выполнении домашних заданий, изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, подготовке к экзамену;
- индивидуальный подход как средство мотивации магистранта к обучению;
- командная работа в форме тренингов как метод организации и управления совместной деятельностью в группе и коллективе.

14. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

В качестве оценочных средств используются контрольная работа, защита реферата в виде презентаций. По итогам обучения проводится экзамен.

В качестве учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся используется справочная, учебная литература и монографии, рекомендованные преподавателями, а также учебные пособия (в том числе в электронной форме), подготовленные преподавателями кафедр.

Изучение дисциплины «Современные технологические процессы производства и переработки материалов» организуется таким образом, чтобы обучающиеся во время лекционных занятий проявляли активность при освоении предлагаемого материала, используется диалоговый режим проведения лекций. Для самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать справочную, учебную литературу и монографии, государственные стандарты и другие нормативные акты, Интернет-ресурсы.

Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется преподавателем в интерактивной форме в виде бесед и контрольных работ на практических занятиях. Защиты рефератов проводятся в виде презентаций.

Примеры вопросов к контрольной работе:

1. Классификация видов пайки.
2. Виды припоев.
3. Процессы, происходящие при пайке никелевых жаропрочных сплавов.

4. Различные полуфабрикаты припоев для высокотемпературной пайки. Особенности использования различных полуфабрикатов припоев при пайке различными способами нагрева.

5. Технологии сварки в машиностроении.

6. Особенности методов сварки плавлением и сварки в твердой фазе, определяющие сферу их применения.

7. Физические процессы сварки.

8. Типы и причины возможных дефектов в сварных соединениях.

9. Термодеформационные процессы при сварке.

10. Тепловые процессы при сварке.

11. Методы контроля сварных соединений.

12. Характеристика и критерии выбора.

13. Физико-химические и металлургические процессы при сварке плавлением.

14. Состав, структура, характеристики оборудования для диффузионной пайки никелевых жаропрочных сплавов.

15. Методики, применяемые для разработки припоя и технологий диффузионной пайки никелевых жаропрочных сплавов.

16. Состав, структура, характеристики оборудования для получения припоев на основе никеля и титана в виде порошка, лент и паст на органическом связующем.

17. Состав, структура, характеристики оборудования для дуговой сварки плавлением.

18. Структура сварочного поста, сварочного стенда.

19. Состав, структура, характеристики оборудования для ротационной сварки трением.

20. Проведение расчета тепловых полей при различных схемах сварки.

21. Методы исследования основного материала и сварных соединений.

22. Технологии пайки в авиационной отрасли.

Примерный перечень тем для рефератов:

1. Методы получения жаропрочных никелевых сплавов.

2. Способы выплавки специальных сталей и сплавов.

3. Методы обработки металлов давлением.

4. Металлургия авиационных сталей и сплавов.

5. Высокоградиентная технология литья лопаток с направленной и монокристаллической структурой.

6. Особенности литья методом равноосной кристаллизации.

7. Аддитивные технологии.

8. Закономерности течения металла при обработке давлением.

9. Прокатные станы, специфика и особенности конструкции.

10. Температурные условия горячей деформации металлов и сплавов.

11. Методы моделирования процессов обработки металлов давлением.

12. Высокотемпературная пайка.

13. Припои для высокотемпературной пайки.

14. Метод сварки.

15. Сварка плавлением.

16. Сварка трением.

17. Методы контроля сварных соединений.

18. Технология изготовления порошков припоев.

19. Технология изготовления ультрадисперсных металлических порошков методом распыления расплава.

20. Технология изготовления порошков методом распыления вращающейся заготовки.

Вопросы к экзамену:

19. Стратегические направления развития жаропрочных сталей и сплавов.
20. Металлургия авиационных сталей и сплавов.
21. Технологии и оборудование литейного производства.
22. Технология и оборудование для поликристаллического и монокристаллического литья лопаток ГТД и ГТУ.
23. Высокоградиентная технология литья лопаток с направленной и монокристаллической структурой.
24. Особенности литья методом равноосной кристаллизации.
25. Автоматизированные комплексы для получения литых деталей ГТД с направленной и монокристаллической структурой.
26. Технология Spray forming.
27. Технология изготовления порошков припоев и ультрадисперсных металлических порошков методом распыления расплава.
28. Технология изготовления порошков методом распыления вращающейся заготовки.
29. Аддитивные технологии.
30. ThermoJet (Multi-Jet Modelig, MJM-процесс).
31. Установки «Viper si 2», SLA 3500, 5000, 7000 (Stereo Lithography Apparatus - SLA процесс).
32. Установка послойного лазерного спекания порошковых материалов «Vangard» (Selective Laser Sintering, SLS-процесс).
33. Технология точного вакуумного литья по выплавляемым (выжигаемым) моделям.
34. Силиконовые формы.
35. Основные законы обработки металлов давлением.
36. Влияние холодной и горячей деформации на структуру и свойства металлических материалов.
37. Температурные условия обработки давлением.
38. Методы обработки металлов давлением.
39. Изотермическая деформация труднодеформируемых металлических материалов.
40. Методы компьютерного моделирования процессов обработки металлов давлением.
41. Оценка структурообразования металлических материалов при обработке давлением.
42. Технологии пайки в авиационной отрасли.
43. Классификация видов пайки.
44. Виды припоев.
45. Процессы, происходящие при пайке никелевых жаропрочных сплавов.
46. Различные полуфабрикаты припоев для высокотемпературной пайки.
47. Особенности использования различных полуфабрикатов припоев при пайке различными способами нагрева.
48. Технологии сварки в машиностроении.
49. Особенности методов сварки плавлением и сварки в твердой фазе, определяющие сферу их применения.
50. Физические процессы сварки.
51. Типы и причины возможных дефектов в сварных соединениях.
52. Термодеформационные процессы при сварке.
53. Тепловые процессы при сварке.
54. Методы контроля сварных соединений.
55. Характеристика и критерии выбора.
56. Физико-химические и металлургические процессы при сварке плавлением.

15. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Афанасьев, А.А. Технология конструкционных материалов: учеб. / А.А. Афанасьев, А.А. Погонин. - Старый Оскол: ТНТ, 2014. - 656 с.: ил. - Библиогр.: с. 654-655. - ISBN 978-5-94178-391-5: 1114-63.

2. Белов Н.А., Белов В.Д., Дашкевич Н.И. Фазовый состав многокомпонентных гамма-сплавов на основе алюминидов титана: учебное пособие / под общ. ред. Е.Н. Каблова. - М.: ВИАМ, 2018. - 348 с.

3. Сидоров В.В., Каблов Д.Е., Ригин В.Е. Металлургия литейных жаропрочных сплавов: технология и оборудование / под общ. ред. Е.Н. Каблова. - М.: ВИАМ, 2016. - 368 с.

4. Теоретические основы спекания порошков. Кинетика спекания реальных материалов [Электронный ресурс]: курс лекций / В.Н. Аникин [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М.: Издательский Дом МИСиС, 2014. — 121 с. — 978-5-87623-699-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56203>. - Загл. с экрана.

Богатырева Е.В. Прогрессивные технологии производства редких металлов [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / Е.В. Богатырева. — Электрон. текстовые данные. — М.: Издательский Дом МИСиС, 2013. — 62 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56220>. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература:

5. Мийченко И.П. Технология полуфабрикатов полимерных материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.П. Мийченко. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Научные основы и технологии, 2012. — 374 с. — 978-5-91703-031-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13233>. - Загл. с экрана.

6. Панов, В.С. Теоретические основы прочности спеченных твердых сплавов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.С. Панов. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2011. — 83 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2070>. — Загл. с экрана.

7. Лузгин, В.П. Теория и технология металлургии стали [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Лузгин, А.Е. Семин, О.А. Комолова. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2010. — 72 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2062>. — Загл. с экрана.

8. Колтыгин, А.В. Литейное производство: Основы ресурсо- и энергосбережения в литейном производстве [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Колтыгин, А.И. Орехова. — Электрон. дан. — М.: МИСИС, 2010. — 77 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2060>. — Загл. с экрана.

9. Нарва, В.К. Технология и свойства порошковых материалов и изделий из них: Конструкционные материалы: Курс лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.К. Нарва. — Электрон. дан. — М.: МИСИС, 2010. — 124 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2068>. — Загл. с экрана.

10. Материаловедение: учеб. для вузов / Б.Н. Арзамасов [и др.] ; под общ. ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина. - 8-е изд., стер. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 648 с.: ил. - Библиогр.: с. 630-631. - ISBN 978-5-7038-1860-2: 220-00.

11. Металлы и сплавы атомной техники : сб. науч. трудов / под ред. В.С. Емельянова; Мин-во высш. и сред. спец. образования СССР, Мос. инженерно-физический ин-т. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 67 с. - 0-70.

12. Портной, К.И. Композиционные материалы на никелевой основе / К.И. Портной, Б.Н. Бабич, И.Л. Светлов. - М.: Металлургия, 1979. - 264 с.: ил. - Библиогр.: с. 253-261. - 3-20.

13. Переработка каучуков и резиновых смесей / Е.Г. Вострокнутов [и др.]. - М.: Химия, 1980. - 280 с.: ил.

14. Переработка пластмасс: справ. пособие / под ред. В.А. Брагинского. - Л.: Химия, 1985. - 296 с.: ил. - 1-50.

15. Стрельцов, К.Н. Переработка термопластов методами механопневмоформования / К.Н. Стрельцов. - Л.: Химия, 1981. - 232 с.: ил. - Прил.: с. 224-229. - 0-75.
16. Промышленное производство и использование эластомеров. - Архив журнала за 2014 г. - (печатная версия).
17. Состояние и перспективы развития технологий быстрого прототипирования в промышленности. Ч.1 [Электронный ресурс] / Л. А. Колесников [и др.] // Наука и техника. - 2013.- №5. - с.3-9. – Режим доступа:
<http://e.lanbook.com/reader/journalArticle/184632/#1>. - Загл. с экрана.

Интернет-ресурсы и программное обеспечение:

- www.iprbooks.ru Электронно-библиотечная система IPRbooks
- www.e.lanbook.ru Электронно-библиотечная система «Лань»
- <https://rd.springer.com> - Springer Link
- <https://www.nature.com> - Springer Nature
- <https://materials.springer.com> - Springer Materials
- www.springerprotocols.com - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний SpringerProtocols
- <https://zbmath.org> Реферативная база данных по чистой и прикладной математике ZbMATH
- <https://nano.nature.com> - База данных NANO
- <https://onlinelibrary.wiley.com> - Журналы издательства Wiley
- <http://pubs.rsc.org> - Журналы издательства Royal Society of Chemistry (Королевского химического общества)
- Microsoft Win Rmt Dscs CAL 2012 Russian Academic OPEN I License Devaice CAL

16. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Современные технологические процессы производства и переработки материалов» используется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и маркерной доской.

Лекционные занятия:

- комплект для электронных презентаций;
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы не предусмотрены.

Практические занятия:

- аудитория с маркерной доской и презентационной техникой;
- презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук);
- пакеты ПО общего назначения (текстовые и графические редакторы);
- учебные фильмы.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кафедра «Материаловедение»

«УТВЕРЖДАЮ»
Начальник управления
«Научно-образовательная деятельность»

Д.С. Свириденко

РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

«Функциональные материалы»

(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки: 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная/очно-заочная

Трудоемкость дисциплины: 5 з.е./180 ч.

Распределение трудоемкости дисциплины по семестрам и видам учебной работы

Вид учебной работы	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения
	3 семестр	3 семестр
Общий объем работ в учебной аудитории, ч., в том числе:	36	36
Лекции	6	6
Лабораторные работы		
Практические занятия или семинары	30	30
Общий объем самостоятельной работы, ч., в том числе:	108	108
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графические работы		
Реферат	36	36
Контроль самостоятельной работы: тестирование, коллоквиум, контрольная работа	4	4
Другие виды работ	68	68
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен
	36	36
Итого	180	180

Рабочая учебная программа по дисциплине составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Автор (ы)

/ д.т.н., доц. А.Б. Лаптев

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Рабочая программа рассмотрена на заседании Ученого совета (протокол № 5 от 11.10.2022 г.) и признана соответствующей требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и учебного плана по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Зав. кафедрой

/ д.т.н., доц. А.Б. Лаптев

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением строения и комплекса свойств декоративных, акустических и термопластичных авиационных материалов, способов их переработки в изделия и обработки готовых изделий, а также с изучением состава и комплекса свойств антикоррозионных и функциональных лакокрасочных материалов и покрытий, способов их изготовления и нанесения на защищаемую поверхность. Данная дисциплина тесно сопряжена с кругом вопросов, касающихся полимерных связующих для неметаллических материалов и специальных жидкостей, а также вопросов создания и применения резин, герметиков, клеевых препрегов, клеев и материалов остекления.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является изучение производимых и выпускаемых материалов, их технологических и эксплуатационных характеристик.

Задача курса – ознакомить обучающихся с классификацией полимерных материалов и жидкостей, со строением и комплексом свойств (физико-химических, механических, акустических, функциональных, технических), технологий их производства и переработки в зависимости от целей и задач изготовления, обработки готовых изделий и материалов, методами определения свойств и исследования структуры материалов для дальнейшего получения навыков подбора требуемого вещества, материала для дальнейшей эксплуатации.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1. В результате освоения данной дисциплины приобретаются знания и умения, необходимые в научно-исследовательской работе магистра.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

общепрофессиональными:

ОПК-4. Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности

ПК-5. Владеет навыками по использованию принципов прогнозирования свойств, разработки, получения и применения различных групп материалов в т.ч. композитов и наноматериалов.

ПК-6. Владеет навыками рационального выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности, экономичности и экологических последствий их применения, в том числе навыками оптимизации расходования материалов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать классификацию наук и научных исследований; источники знаний и приемы работы с ними; методологию научных исследований; основополагающие характеристики указанных полимеров, связующих и композиционных материалов; химический состав, строение молекул применяемых соединений, методы и особенности их получения; основные физико-химические свойства, вид и способ переработки, состав и свойства лакокрасочных материалов и покрытий, а также основные технологические процессы их получения и нанесения; методы определения свойств покрытий; особенности поведения покрытий в условиях эксплуатации; основные характеристики авиационных материалов; свойства материалов остекления, технологические процессы их получения и эксплуатации; состав и свойства декоративных, акустических и термопластичных авиационных материалов; основные технологические процессы их получения; способы переработки и обработки данных материалов при изготовлении из них различных изделий; методы изучения структуры и определения свойств материалов; особенности поведения

материалов в условиях эксплуатации; основные виды физических состояний полимеров; принцип временной суперпозиции; место клеящих и эластомерных материалов (герметиков и резин) в ряду полимерных материалов; принципы составления рецептур; основные исходные компоненты (олигомеры, каучуки, отвердители, наполнители, функциональные добавки и ингредиенты), применяемые в составах; основные принципы изготовления; методы испытания; классификацию клеящих и эластомерных материалов; области применения; особенности поведения материалов при воздействии эксплуатационных факторов;

уметь использовать современные научные методы решения профессиональных задач и определять методы исследования; выбирать материалы для изделий (конструкций) с учетом их физико-механических, технологических и эксплуатационных свойства, а также технологические процессы переработки и обработки материалов с целью обеспечения высокой надежности, долговечности и технологичности изделий в сочетании с оптимальной экономичностью; ставить задачи и выбирать методы исследования; интерпретировать и представлять результаты научных исследований;

владеть методами определения физико-механических и других свойств материалов, а также методами оценки технологических и эксплуатационных свойств данных материалов; навыками работы с исследовательским и технологическим оборудованием, самостоятельного подбора необходимого материала для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения; способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения.

4. Структура и содержание разделов дисциплины

Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела	Трудоемкость, ч. очная/очно- заочная
1	Вводная лекция по полимерным композиционным материалам. Эпоксидные олигомеры и связующие на их основе. Фенолоформальдегидные олигомеры и связующие на их основе. Гетероциклические олигомеры и связующие на их основе. Полиорганосилоксаны.	История появления, общие понятия, классификация, физические и химические свойства. Основополагающие характеристики указанных полимеров, связующих и ПКМ на их основе, химический состав и строение молекул применяемых соединений, методы получения, основные физико-химические свойства, вид и способ переработки.	0,5/0,5
2	Разработка керамообразующих полимерных связующих. Компоненты полимерных связующих и материалов на их основе. Специальные жидкости для авиационной техники. Физико-химические методы исследования полимеров, связующих и композиционных материалов.	Основополагающие характеристики указанных полимеров, связующих и материалов, химический состав и строение молекул применяемых соединений, методы получения, основные физико-химические свойства, вид и способ переработки.	0,5/0,5
3	Лакокрасочные материалы и покрытия. Порошковые лакокрасочные материалы	Классификация ЛКМ. Основные типы пленкообразующих: акриловые, перхлорвиниловые, эпоксидные, кремнийорганические и фторополимерные. Промышленные растворители. Способы изготовления лакокрасочных материалов. Основные свойства лакокрасочных материалов и	0,5/0,5

		покрытий. Механизм защитного действия покрытий и роль отдельных слоев. Способы нанесения лакокрасочных материалов и сушки покрытий. Классификация порошковых ЛКМ. Характеристики промышленных видов красок. Способы нанесения порошковых красок и применяемое оборудование. Подготовка поверхности изделий. Методы испытаний порошковых красок. Методы испытаний покрытий на основе порошковых красок. Области применения порошковых красок	
4	Материалы авиационного остекления	Роль материалов остекления в конструкциях авиационной техники. Остекление в гражданской и боевой авиационной технике. Материалы остекления на основе органических и силикатных стекол. Прозрачность – пропускание света, оптические искажения. Органические стекла – основной материал для остекления летательных аппаратов. Физическая модификация оргстекла методом ориентации; физико-механические исследования оргстекла; исследование методов формования; изготовление изделий авиационного остекления. Эксплуатационное старение и ресурс материалов авиационного остекления	0,5/0,5
5	Тканепленочные и акустические авиационные материалы	Классификация акустических и тканепленочных авиационных материалов. Применение в конструкции ЛА. Технология их создания и переработки. Свойства материалов	0,5/0,5
6	Термопластичные материалы	Классификация полимерных материалов. Термопластичные материалы. Литьевые и экструзионные термопласты. Свойства и способы модификации. Области применения. Требования к термопластичной матрице. Преимущества над реактопластами. Композиционные термопластичные материалы. Способы получения и переработки. Термоэластопласты. Свойства, способы получения и области применения материалов. Динамическая вулканизация.	1/1
7	Основы создания клеящих материалов как многокомпонентных систем. Классификация клеящих материалов. Свойства клеящих материалов авиационного назначения. Подготовка поверхности различных материалов под склеивание. Технологии склеивания	Теории адгезии. Влияние функциональных групп на адгезию. Вопросы смачивания. Преимущества склеивания перед другими видами соединения материалов. Основные компоненты клеящих материалов. Способы приготовления клеящих материалов. Принципы составления рецептур клеящих материалов. Способы придания необходимых рабочих свойств клеящим материалам в процессе разработки. Классификация. Назначение, области их применения. Свойства клеящих материалов авиационного назначения. Адгезионные грунты и системы модификации поверхности. Влияние температуры и давления на свойства клеевых соединений. Методы изготовления клеевых соединений. Оборудование	1/1

8	Резины специального назначения. Место резин в семействе полимерных материалов. Изготовление резин на основе каучуков специального назначения. Особенности испытания резин. Проблемы составления рецептур в области специальных резин для авиации. Особенности влияния агрессивных сред на резины	Эластомерные материалы. Каучуки. Ингредиенты резиновых смесей, типы и назначение. Особенности подготовки каучуков и ингредиентов при изготовлении специальных резин. Формование резиновых смесей и изготовление заготовок. Вулканизационное оборудование. Особенности вулканизации специальных резин. Технические и специальные свойства эластомерных материалов. Особенности испытания авиационных резин. Особенности эксплуатации авиационных резин. Типы и группы уплотнительных резин. Особенности составления рецептур теплостойких резин. Особенности применения озоностойких резин. Особенности применения авиационных резин в агрессивных средах. Основные методы испытания резин в агрессивных средах. Рекомендации по подбору резин для их последующей эксплуатации в условиях воздействия агрессивных сред.	1/1
9	Герметики	Герметики как разновидность эластомерных функциональных материалов. Типы герметиков. Особенности технологий их изготовления и применения. Методы испытаний герметиков.	0,5/0,5
Итого:			6/6

Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч. очная/очно- заочная
1	не предусмотрен		
Итого:			0/0

Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч. очная/очно- заочная
1	Полимерные связующие для неметаллических материалов и специальные жидкости. Основные направления разработки полимерных связующих	История появления, общие понятия, классификация, физические и химические свойства. Изучение характеристик полимеров, их химического состава и основных физико-химических свойств	2/2
2	Лакокрасочные материалы и покрытия	Классификация ЛКМ: по типу пленкообразующих, составу материалов, назначению. Основные типы пленкообразующих: акриловые, перхлорвиниловые, эпоксидные, кремнийорганические и фторсополимерные. Промышленные растворители. Способы изготовления лакокрасочных материалов. Основные свойства лакокрасочных материалов и покрытий: технологические, физико-механические, функциональные и методы испытаний. Механизм защитного действия покрытий и роль отдельных слоев. Способы подготовки поверхности металлов и полимерных композиционных материалов перед нанесением лакокрасочных покрытий. Способы нанесения лакокрасочных материалов и сушки покрытий	2/2
3	Порошковые лакокрасочные материалы	Классификация порошковых ЛКМ. Характеристики промышленных видов красок. Области применения порошковых красок. Способы нанесения порошковых красок и применяемое оборудование. Особенности формирования покрытий на основе термопластичных	2/2

		и термореактивных порошковых красок. Технология окрашивания металлов. Подготовка поверхности изделий. Методы испытаний порошковых красок. Методы испытаний покрытий. Методы определения коррозионных свойств покрытий. Разрушение покрытий на основе порошковых ЛКМ при эксплуатации	
4	Материалы авиационного остекления	Изготовление деталей остекления из органических стекол. Термомеханические характеристики оргстекла: температуры размягчения, высокоэластического состояния, вязкотекучего состояния. Правила хранения оргстекла, особенности изготовления деталей остекления различных форм, условия и режимы формования	2/2
5	Тканепленочные и акустические авиационные материалы	Классификация акустических авиационных материалов. Применение в конструкции ЛА. Технология их создания и переработки. Свойства материалов	2/2
6	Термопластичные материалы	Классификация полимерных материалов. Термопластичные материалы. Литьевые и экструзионные термопласты. Свойства и способы модификации. Области применения. Композиционные термопластичные материалы. Требования к термопластичной матрице. Способы получения и переработки КТМ. Термоэластопласты. Свойства, способы получения и области применения материалов	2/2
7	Основы создания клеев как многокомпонентных систем	Выбор компонентов (эпоксидных олигомеров, отвердителей, ускорителей и наполнителей) для клеев модельного состава. Методы исследования клеящих систем, в том числе с использованием реометра Anton Paar. Подготовка поверхности образцов под склеивание. Методы изготовления клеевых соединений. Методы испытания клеевых соединений	2/2
8	Изготовление резин и резиновых деталей на основе каучуков специального назначения	Каучуки общего и специального назначения. Вулканизация и вулканизующие вещества. Старение и противостарители. Пластификация и пластификаторы. Наполнение и наполнители. Соотношение пластической и пластоэластической деформации при переработке эластомеров. Характер течения резиновой смеси между валками при смешении. Технические способы вулканизации резиновых изделий. Выбор режима вулканизации.	2/2
9	Особенности составления рецептур специальных резин для авиации	Составление рецептуры резиновой смеси в соответствии с требованиями переработки и свойствами вулканизата. Экологические требования при составлении рецептур	2/2
10	Особенности испытания резин	Определение упруго-прочностных свойств при растяжении. Испытание на грибостойкость. Термоциклирование. Определение коэффициента морозостойкости по эластическому восстановлению. Определение остаточной деформации сжатия	2/2
11	Герметики	Оценка влияния эксплуатационных факторов на свойства герметиков. Подбор герметизирующих материалов в соответствии с определенными задачами эксплуатации	2/2
Итого:			22/22

Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма контроля (тестирование, коллоквиум, контрольная работа)	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
-------	--	---	-------------------------------------

1	Лакокрасочные материалы и покрытия. Порошковые лакокрасочные материалы	Контрольная работа	2/2
2	Клеящие материалы авиационного назначения. Основные свойства. Методы испытания. Области применения	Контрольная работа	2/2
Итого:			4/4

Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Технологии изготовления и переработки термопластичных материалов и композитов на их основе / Лакокрасочные материалы и покрытия. Порошковые лакокрасочные материалы	Реферат	36/36
2	Место клеящих и эластомерных материалов (герметиков и резин) в семействе полимерных материалов.	Подготовка к практическому занятию	4/4
3	Принципы составления рецептур клеящих и эластомерных материалов	Подготовка к практическому занятию	4/4
4	Изготовление клеящих и эластомерных материалов модельных составов.	Подготовка к практическому занятию	4/4
5	Методы испытаний клеящих и эластомерных материалов.	Подготовка к практическому занятию	4/4
6	Особенности испытания резин	Подготовка к практическому занятию	3/3
7	Особенности применения герметиков специального назначения	Подготовка к практическому занятию	3/3
8	Тканепленочные и акустические авиационные материалы	Подготовка к практическому занятию	3/3
9	Материалы авиационного остекления	Подготовка к практическому занятию	3/3
10	Лакокрасочные материалы и покрытия. Порошковые лакокрасочные материалы	Подготовка к контрольной работе	2/2
11	Клеящие материалы авиационного назначения. Основные свойства. Методы испытания. Области применения	Подготовка к контрольной работе	2/2
Итого:			68/68

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по реализации разностороннего (комплексного) подхода к процессу подготовки специалистов, предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

Активная и интерактивная формы проведения занятий помогают успешно достичь планируемых результатов освоения дисциплины. К таким формам занятий относятся:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Интернет-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- дискуссия как способ закрепления теоретического материала и формирования четко осознаваемой собственной точки зрения;
- ИТ-методы как способ обучения эффективному оперированию информацией и ее обработки;
- индивидуальный подход как средство мотивации магистранта к обучению;
- командная работа в форме тренингов как метод организации и управления совместной деятельностью в группе и коллективе.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

В качестве оценочных средств используются проведение контрольных работ по разделам дисциплины и защита рефератов в виде презентаций. По итогам обучения проводится экзамен.

В качестве учебно-методического обеспечения самостоятельной работы используются справочная, учебная и монографическая литература, рекомендованная преподавателями, а также методические указания (в том числе в электронной форме), разработанные преподавателями кафедр.

Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется преподавателем в интерактивной форме: в виде бесед и контрольных работ на практических занятиях. Защита рефератов проводится в виде презентаций.

Вопросы к контрольной работе:

1. Механизм защитного действия лакокрасочного покрытия для различных типов материалов.
2. Антикоррозионные и функциональные лакокрасочные покрытия.
3. Методы ускоренных испытаний покрытий для прогнозирования сроков их эксплуатации.
4. Классификация порошковых ЛКМ.
5. Применяемые порошковые термореактивные краски.
6. Применяемые порошковые термопластичные краски
7. Характеристики промышленных видов красок.
8. Области применения порошковых красок.
9. Технологии нанесения порошковых красок и применяемое оборудование.
10. Особенности формирования покрытий на основе порошковых термопластичных и термореактивных красок.
11. Технология окрашивания металлов. Подготовка поверхности изделий.
12. Методы испытаний порошковых красок.
13. Методы испытаний покрытий.
14. Разрушение покрытий на основе порошковых ЛКМ при эксплуатации. Способы устранения брака.
15. Классификация акустических авиационных материалов.
16. Основные различия между звукопоглощающими и звукоизоляционными материалами.
17. Звукопоглощающие конструкции (ЗПК).

18. Применение ЗПК в ТРД.
19. Расположение ЗПК в соответствии с температурными зонами ТРД.
20. Исследование акустических характеристик ЗПК.
21. Вибропоглощающие материалы.
22. Классификация декоративных материалов по технологии их получения.
23. Сэндвич панели.
24. Классификация термопластов. Основные свойства.
25. Литьевые и экструзионные термопласты. Технологии их переработки.
26. Требования по пожаробезопасности к термопластичным материалам авиационного назначения.
27. Способы модификации термопластов. Наполненные материалы.
28. Композиционные термопластичные материалы (КТМ). Преимущества перед КМ на основе реактопластов.
29. Технологии получения КТМ. Установки для получения препрегов.
30. Трехслойные сотовые панели. Заполнители.
31. Термозластопласты. Отличительные особенности. Назначение. Преимущества перед резинами.
32. Технологии изготовления термозластопластов. Динамическая вулканизация.
33. Области применения термозластопластов.
34. Каковы основные стадии изготовления изделий из резины?
35. Каковы особенности работы авиационных резин?
36. Каковы особенности эксплуатации авиационных тиоколовых герметиков в изделиях?

Примерный перечень тем для рефератов:

1. Механизм защитного действия лакокрасочного покрытия для различных типов материалов.
2. Антикоррозионные и функциональные лакокрасочные покрытия.
3. Методы ускоренных испытаний покрытий для прогнозирования сроков их эксплуатации.
4. Классификация порошковых ЛКМ.
5. Характеристики промышленных видов красок. Полиэфирные краски.
6. Эпоксидные порошковые краски.
7. Термопластичные порошковые краски.
8. Области применения порошковых красок.
9. Технологии нанесения порошковых красок и применяемое оборудование.
10. Особенности формирования покрытий на основе порошковых термопластичных и термореактивных красок.
11. Технология окрашивания металлов. Подготовка поверхности изделий.
12. Методы испытаний порошковых красок.
13. Методы испытаний покрытий.
14. Методы определения коррозионных свойств покрытий.
15. Разрушение покрытий на основе порошковых ЛКМ при эксплуатации. Способы устранения брака.
16. Термопластичные материалы. Аморфные и кристаллические термопласты. Классификация термопластов по областям применения. Основные свойства.
17. Литьевые и экструзионные термопласты. Технологии их переработки.
18. Способы модификации термопластов. Наполненные материалы.
19. Пожаробезопасные термопластичные материалы. Требования к материалам авиационного назначения.
20. Свойства термопластичных материалов декоративно-конструкционного назначения. Области применения.

21. Конструкционные литые термопластичные материалы нового поколения. Свойства и области применения.
22. Композиционные термопластичные материалы (КТМ). Преимущества перед КМ на основе реактопластов.
23. Технологии получения КТМ. Установки для получения препрегов.
24. Требования к термопластичной матрице. Свойства термопластичных матриц.
25. Свойства КТМ. Технологии переработки в изделия.
26. Термоэластопласты. Отличительные особенности. Назначение. Преимущества перед резинами.
27. Технологии изготовления термоэластопластов. Динамическая вулканизация.
28. Свойства композиций функционального назначения на основе термоэластопластов.
29. Термоэластопласты с повышенной атмосферостойкостью. Способы переработки.
30. Термоэластопласты с повышенными электроизоляционными свойствами. Отличительные особенности.
31. Фторированные термоэластопласты. Функциональные характеристики. Области применения.
32. Участок по изготовлению пожаробезопасных термопластичных композиций. Перечень необходимого оборудования.

Вопросы к экзамену:

1. Основные характеристики полимеров: гетероциклических, фенолформальдегидных, эпоксидных.
2. Компоненты полимерных связующих и материалов на их основе.
3. Специальные жидкости: химический состав и строение молекул применяемых соединений, методы получения.
4. Области внедрения связующих.
5. Методы синтеза, свойства, модификация полиорганосилоксанов.
6. Классификация ЛКМ: по типу пленкообразующих, составу материалов, назначению.
7. Основные типы пленкообразующих: акриловые, перхлорвиниловые, эпоксидные, кремнийорганические и фторополимерные.
8. Классификация порошковых ЛКМ.
9. Характеристики промышленных видов красок.
10. Методы испытаний порошковых красок.
11. Методы испытаний покрытий.
12. Области применения порошковых красок.
13. Роль материалов остекления в конструкциях авиационной техники.
14. История развития требований к конструкциям и материалам остекления.
15. Остекление в гражданской и боевой авиационной технике.
16. Материалы остекления на основе органических и силикатных стекол.
17. Органические стекла – основной материал для остекления летательных аппаратов.
18. Основные технологические и эксплуатационные характеристики органических стекол: серийно применяемых, перспективных и разрабатываемых.
20. Эксплуатационное старение и ресурс материалов авиационного остекления.
21. Классификация акустических и декоративных авиационных материалов.
22. Применение в конструкции ЛА.
23. Технология их создания и переработки. Свойства материалов.
24. Классификация полимерных материалов.
25. Композиционные термопластичные материалы.
26. Требования к термопластичной матрице.

27. Технологии изготовления и переработки термопластичных материалов.
28. Теории адгезии. Влияние функциональных групп на адгезию. Вопросы смачивания. Преимущества склеивания перед другими видами соединения материалов.
29. Основные компоненты клеев. Вклад различных компонентов в адгезионную и когезионную прочность. Способы приготовления клеев.
30. Принципы составления рецептур. Классификация клеев. Способы придания необходимых рабочих свойств.
31. Назначение, области применения клеев. Краткая характеристика отечественных клеев различной химической природы. Методы и оборудование для изготовления клеевых соединений.
32. Физические, механические и химические способы подготовки поверхности под склеивание. Контроль качества подготовки поверхности. Адгезионные грунты и системы модификации поверхности.
33. Наполнители для клеевых препрегов. Влияние свойств клеевых связующих и наполнителей на свойства композиционных материалов на основе клеевых препрегов.
34. Особенности технологий изготовления клеевых конструкций, в том числе сотовых, с использованием клеевых препрегов.
35. Основные свойства композиционных материалов на основе клеевых препрегов. Области применения.
36. Виды и методы испытаний клеев, клеевых соединений, композиционных материалов на основе клеевых препрегов.
37. Контроль качества. Методы контроля качества резиновых смесей.
38. Особенности составления рецептур теплостойких резин.
39. Прогнозирование свойств резин на основании современной теории полимерных материалов.
40. Эластомерные материалы: получение и основные свойства.
41. Каучуки – полимерная основа эластомерных материалов (общая характеристика и классификация).
42. Технические способы вулканизации резиновых изделий.
43. Вальцы, основные узлы. Основные принципы изготовления резин на основе специальных каучуков на вальцах.
44. Типы и группы уплотнительных резин.
45. Особенности эксплуатации авиационных резин.
46. Особенности испытания авиационных резин.
47. Особенности совместимости авиационных резин с агрессивными средами.
48. Классификация герметиков специального назначения.
49. Влияние условий эксплуатации на выбор герметика.
50. Особенности технологии приготовления и применения герметиков.
51. Особенности испытаний авиационных герметиков.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Петрова А.П., Малышева Г.В. Клеи, клеевые связующие и клеевые препреги: учебное пособие / под общ. ред. Е.Н. Каблова. – М.: ВИАМ, 2017. – 472 с.
2. Абрамов, Н.Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля. Современные методы исследований функциональных материалов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.Н. Абрамов, В.А. Белов, Е.И. Гершман ; под ред. С.Д. Калошкина. - М.: МИСИС, 2011. - 160 с. - Доступно в ЭБС «Лань».
3. Серова, В.Н. Полимерные оптические материалы [Электронный ресурс]: моногр. / В.Н. Серова. - СПб.: НОТ, 2011. - Доступно в ЭБС «IPRbooks».
4. Уильям Д. Каллистер Материаловедение. От технологии к применению. Металлы, керамика, полимеры [Электронный ресурс]: учеб. / Уильям Д. Каллистер, Дэвид

Дж. Ретвич. - Электрон. текстовые данные. - СПб.: Научные основы и технологии, 2011. - 896 с.

5. Эштон Генри. Функциональные наполнители для пластмасс [Электронный ресурс] / Эштон Генри. СПб.: НОТ, 2010. - Доступно в ЭБС «IPRbooks».

Дополнительная литература:

1. Дик, Джон С. Технология резины. Рецептuroстроение и испытания [Электронный ресурс] / Дик, Джон С. - СПб.: НОТ, 2010. - Доступно в ЭБС «IPRbooks».

2. Михайлин, Ю.А. Специальные полимерные композиционные материалы [Электронный ресурс] / Ю.А. Михайлин. - СПб.: НОТ, 2009. - Доступно в ЭБС «IPRbooks».

3. Крупин, Ю.А. Материаловедение спецсплавов. Коррозионностойкие материалы [Электронный ресурс] / Ю.А. Крупин, В.Б. Филиппова. - М.: МИСиС, 2008. - Доступно в ЭБС «Лань».

4. Технология изготовления растворов пленкообразующих и лаков. Ознакомление с технологией создания и переработки термопластичных материалов. Клеящие материалы, герметики, резины авиационного назначения [Электронный ресурс]: метод. указания к лабораторной работе по курсу «Функциональные материалы» / Всерос. ин-т авиационных материалов, Каф. материаловедения. - М.: ВИАМ, 2014. - 20 с. - Библиогр.: с. 20. - б/ц.

5. Лакокрасочные покрытия. Технология и оборудование : справ. изд. / под ред. А.М. Елисаветского. - М.: Химия, 1992. - 416 с. : ил. - 300-00.

6. Справочник по клеям / под ред. Г.В. Мовсисяна; Гос. науч.-исслед. и проектный ин-т полимерных клеев им. Э.Л. Тер-Газаряна. - Л.: Химия, 1980. - 304 с. : ил. - 1-70.

7. Стекло: справочник / авт.-сост.: А.А. Аппеи, М.С. Асланова, Н.М. Амосов и др.; под ред. Н.М. Павлушкина; Химико-технологический ин-т им. Д.И. Менделеева. - М.: Стройиздат, 1973. - 480 с.: ил.

8. Ермилов, П.И. Пигменты и пигментированные лакокрасочные материалы : учеб. пособие / П. И. Ермилов, Е. А. Индейкин, И. А. Толмачев. - Л.: Химия, 1987. - 200 с.: рис., табл. - (Для высшей школы). - Библиогр.: с. 193-194. - 0-60.

9. Лукомский, Ю.Я. Гальванические и лакокрасочные покрытия на алюминии и его сплавах / Ю.Я. Лукомский, В.К. Горшков. - Л.: Химия, 1985. - 184 с.: ил.

10. Розенфельд, И.Л. Антикоррозионные грунтовки и ингибированные лакокрасочные покрытия/ И.Л. Розенфельд, Ф.И. Рубинштейн; И. Л. Розенфельд, Ф.И. Рубинштейн. - Москва: Химия, 1980. - 200 с.: ил.

11. Безбородов, М.А. Синтез и строение силикатных стекол (основы стекловедения). - Минск: Наука и техника, 1968. - 452 с.: ил. - 2-25.

12. Лакокрасочные материалы и их применение. - Архив журнала с 1962 г. - по н.в. - (печатная версия).

13. Технология легких сплавов. - Архив журнала с 1968 г. - по н.в. - (печатная версия).

14. Литейное производство. - Архив журнала с 2006 г. - по н.в. - (с 2006 г. - июнь 2013 г. в печатной версии; с июля 2013 г. в электронной версии).

Интернет-ресурсы и программное обеспечение:

- www.iprbooks.ru Электронно-библиотечная система IPRbooks
- www.e.lanbook.ru Электронно-библиотечная система «Лань»
- <https://rd.springer.com> - Springer Link
- <https://www.nature.com> - Springer Nature
- <https://materials.springer.com> - Springer Materials
- www.springerprotocols.com - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний SpringerProtocols
- <https://zbmath.org> Реферативная база данных по чистой и прикладной математике ZbMATH
- <https://nano.nature.com> - База данных NANO

- <https://onlinelibrary.wiley.com> - Журналы издательства Wiley
- <http://pubs.rsc.org> - Журналы издательства Royal Society of Chemistry (Королевского химического общества)
- Microsoft Win Rmt Dscs CAL 2012 Russian Academic OPEN I License Devaice CAL

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Функциональные материалы» используется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и маркерной доской.

Лекционные занятия:

- комплект для электронных презентаций;
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы:

- лаборатория, оснащенная тематической аппаратурой (согласно теме лекции, на основе которой проводится данная работа);

– комплект веществ, материалов, жидкостей и инструментов для проведения данной лабораторной работы.

Практические занятия:

- аудитория с маркерной доской и презентационной техникой;
- презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук);
- пакеты ПО общего назначения (текстовые и графические редакторы).

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кафедра «Материаловедение»

«УТВЕРЖДАЮ»
Начальник управления
«Научно-образовательная деятельность»

Д.С. Свириденко

РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА
«Ионно-вакуумная и вакуумная химико-термическая обработка металлов»
(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки: 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Квалификация выпускника: магистр

Формы обучения: очная / очно-заочная

Трудоемкость дисциплины: 5 з.е. / 180 ч.

Распределение трудоемкости дисциплины по семестрам и видам учебной работы

Вид учебной работы	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения
	3 семестр	3 семестр
Общий объем работ в учебной аудитории, ч., в том числе:	36	36
Лекции	6	6
Лабораторные работы		
Практические занятия или семинары	30	30
Общий объем самостоятельной работы, ч., в том числе:	108	108
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графические работы		
Реферат	36	36
Контроль самостоятельной работы: тестирование, коллоквиум, контрольная работа	2	2
Другие виды работ	70	70
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен
	36	36
Итого:	180	180

Рабочая учебная программа по дисциплине составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Автор (ы)

/ д.т.н. Н.А. Ночовная

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Рабочая программа рассмотрена на заседании Ученого совета (протокол № 5 от 11.10.2022 г.) и признана соответствующей требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и учебного плана по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Зав. кафедрой

/ д.т.н., доц. А.Б. Лаптев

подпись

уч. степень, уч. звание, ФИО

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с технологией нанесения ионно-плазменных защитных и упрочняющих покрытий, в том числе оборудование для их нанесения, основы технологического процесса, материалы для покрытий, структуру и свойства покрытий, методы разработки функциональных покрытий.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является:

– изучение современного состояния дел в области нанесения защитных и упрочняющих покрытий, оборудования и технологии, основных тенденций развития в области материаловедения защитных и упрочняющих покрытий и инженерии поверхности в ближайшей перспективе, оборудования и методов получения покрытий; освоение основных навыков научно-исследовательской деятельности в области разработки и создания новых функциональных покрытий;

– освоение знаний о технологических процессах и оборудовании для химико-термической обработки (ХТО) сталей, технологических процессах и оборудовании для термической обработки (ТО) металлов в вакуумных установках.

Для достижения поставленной цели при изучении дисциплины решаются следующие задачи:

– ознакомление обучающихся с современным состоянием дел в области защитных и упрочняющих покрытий, технологии и оборудования для химико-термической обработки сталей, технологических процессов и оборудования для термической обработки металлов в вакуумных установках;

– выявление роли и назначения покрытий, ХТО сталей и ТО в вакуумных установках в области материаловедения и инженерии поверхности;

– приобретение навыков самостоятельного проведения научно-исследовательских работ в области создания новых материалов и покрытий.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1. Она связана с дисциплинами базовой части, опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения. В результате освоения данной дисциплины приобретаются знания и умения необходимые в научно-исследовательской работе магистра и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

общепрофессиональными:

ОПК-5. Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях.

профессиональными:

ПК-8. Способен моделировать процессы термической и иных обработок и прогнозировать результаты их осуществления при различных режимах, в том числе с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать основы ионно-плазменного метода нанесения защитных и упрочняющих покрытий; влияние энергии частиц на процессы, протекающие на поверхности подложки; особенности структуры покрытий, наносимых при вакуумно-дуговом способе генерации плазмы материала покрытия и при магнетронном осаждении; методы изучения структуры и свойств композиций «сплав–покрытие»; поведение покрытий в условиях эксплуатации; виды и способы химико-термической обработки и термической обработки в вакууме, их

возможности повышения технологических и эксплуатационных свойств сталей; механизм образования диффузионных слоев при ХТО, принципы устройства и применения оборудования для ХТО сталей и ТО металлов в вакуумных установках;

уметь использовать методы ионно-плазменного нанесения защитных и упрочняющих покрытий для выбора технологии их нанесения и проектирования эффективного технологического процесса получения функциональных покрытий. Выбирать виды и способы химико-термической обработки и термической обработки в вакууме для повышения технологических и эксплуатационных свойств сталей. Организовать научно-исследовательскую работу по применению существующих и разработке новых технологий химико-термической и термической обработок в вакууме.

владеть навыками самостоятельного использования современных методик исследования защитных и упрочняющих свойств покрытий, их структуры и эффективного выбора параметров покрытия в научно-исследовательской деятельности в области материаловедения и технологии покрытий, а также методиками исследования структуры и свойств сталей, обработанных ХТО, и металлов, подвергнутых ТО в вакуумных установках.

4. Структура и содержание разделов дисциплины

Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Физические основы технологии и оборудование для нанесения многокомпонентных защитных покрытий. Технология получения многокомпонентных покрытий.	Классификация методов нанесения многокомпонентных покрытий на основе диаграммы «производительность - энергия частиц». Физические процессы, используемые для получения многокомпонентных покрытий (вакуумно-дуговое испарение, магнетронное распыление). Процессы на поверхности подложки в зависимости от энергии частиц. Классификация технологических процессов обработки поверхности в плазме материала покрытия. Вакуумно-дуговое и магнетронное оборудование для нанесения покрытий. Инженерия поверхности. Подготовка поверхности к нанесению ионно-плазменных покрытий. Ионная очистка поверхности перед осаждением покрытий. Ионная имплантация перед осаждением покрытия и процесс ассистирования при осаждении ионно-плазменных покрытий. Контроль ионно-плазменных покрытий.	2/2
2	Защитные и упрочняющие покрытия. Ионно-плазменные диффузионные и алюминидные конденсированные покрытия.	Анализ методов получения диффузионных покрытий. Получение диффузионных алюминидных покрытий ионно-плазменными методами. Особенности строения ионно-плазменных диффузионных покрытий, их свойства и технологический контроль. Особенности строения конденсированных ионно-плазменных функциональных покрытий и их свойства. Испытания ионно-плазменных конденсированных и диффузионных покрытий и их контроль.	1/1
3	Ионно-плазменные конденсационно-диффузионные покрытия, упрочняющие покрытия на основе тугоплавких соединений металлов.	Технология нанесения конденсационно-диффузионных высокотемпературных покрытий и покрытий для защиты от сульфидно-оксидной коррозии. Структура и строение конденсационно-диффузионных покрытий, области их эффективного использования. Технологи получения упрочняющих покрытий на основе тугоплавких соединений металлов. Структура и строение упрочняющих покрытий различного назначения. Методы испытаний ионно-плазменных упрочняющих покрытий.	1/1
4	Классификация видов и способов ХТО сталей.	Виды ХТО, классификация. Способы ХТО, классификация. Стадии ХТО. Адсорбция на	0,5/0,5

	Основы формирования диффузионных слоев на поверхности стальных деталей.	поверхности стали, диффузия насыщающих компонентов. Принципы формирования диффузионных слоев.	
5	Виды ХТО, наиболее часто применяемые в промышленности. Насыщение поверхности сталей углеродом, азотом, комбинированное насыщение указанными элементами.	Цементация. Механизм образования, строение и свойства цементованного слоя на поверхности стальных деталей. Азотирование. Механизм образования, строение и свойства азотированного слоя на поверхности стальных деталей. Комбинация насыщения сталей азотом и углеродом. Стали для цементации и азотирования. Контроль качества диффузионных слоев.	0,5/0,5
6	Принципы действия и устройство оборудования для ХТО.	Химико-термическая обработка в газовых средах. Принципиальное устройство печей для ХТО в газовых средах. Атмосферы для газовых ХТО и их приготовление. Технология ионной ХТО. Принципиальное устройство установок для ионной ХТО. Вакуумная цементация и нитроцементация. Циркуляционный метод.	1/1
7	Технологическая схема и принципиальное устройство оборудования для ТО в вакууме.	Особенности ТО металлов в вакууме. Принципиальное устройство вакуумных установок для ТО.	1/1
Итого:			6/6

Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	не предусмотрен		
Итого:			0/0

Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Методы получения диффузионных алюминидных покрытий.	Анализ методов получения и контроля диффузионных покрытий различными методами.	2/2
2	Технология диффузионных алюминидных покрытий.	Построение технологических процессов получения различными методами диффузионных покрытий.	2/2
3	Кинетика процесса получения ионно-плазменных диффузионных покрытий.	Построение номограмм по кинетике процесса получения ионно-плазменных диффузионных покрытий.	2/2
4	Строение конденсатов, получаемых конденсацией из двухфазного потока вакуумно-дуговой плазмы.	Особенности строения конденсатов, полученных из многокомпонентной плазмы материала покрытия. Строение и фазовый состав покрытий. Особенности строения конденсатов на основе чистых металлов и карбидов и нитридов металлов. Влияние термообработки на структуру и фазовый состав исходных конденсатов и покрытий.	4/4
5	Вакуумная дуга в процессах генерации плазмы токопроводящих материалов.	Коэффициенты эрозии материалов при вакуумно-дуговом испарении. Строение и свойства катодного пятна вакуумной дуги. Управление движением катодных пятен.	4/4
6	Основы конструирования сильноточных вакуумно-дуговых испарителей и	Выбор схемы испарителя (торцевой, радиальный). Определение максимальных токов испарителя. Выбор и расчет охлаждения катода испарителя. Расчет площади анода для сильноточных вакуумно-дуговых	4/4

	напылительного оборудования на их основе.	испарителей. Выбор схемы оборудования и расположения испарителей для получения требуемой скорости осаждения покрытий. Тепловой режим работы трубного катода в установках с радиальным генератором металлической плазмы. Методы устранения «капельной вазы» в продуктах генерации плазмы вакуумной дугой.	
7	Методы испытания покрытий на сталях, титановых и жаропрочных никелевых сплавах.	Испытания покрытий на жаростойкость. Испытания покрытий на сульфидно-солевую коррозию. Испытания покрытий на солевую коррозию. Испытания покрытий на эрозионную стойкость. Анализ и обработка результатов испытаний.	4/4
8	Классификация видов и способов ХТО сталей. Основы формирования диффузионных слоев на поверхности стальных деталей.	Термодинамика ХТО. Диффузия в металлах. Кинетика формирования диффузионных слоев.	4/4
9	Виды ХТО наиболее часто применяемые в промышленности. Насыщение поверхности сталей углеродом и азотом, комбинированное насыщение указанными элементами.	Кинетика формирования цементованного, азотированного и нитроцементованного слоев. Основы разработки сталей для цементации, азотирования и нитроцементации.	4/4
Итого:			30/30

Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма контроля (тестирование, коллоквиум, контрольная работа)	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Контроль качества покрытий	Контрольная работа	2/2
Итого:			2/2

Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч. очная/очно-заочная
1	Измерение вакуума в технологическом оборудовании.	Подготовка к практическим занятиям	8/8
2	Контроль качества покрытий	Подготовка к контрольной работе	8/8
3	Металлографический анализ покрытий	Подготовка к практическим занятиям	8/8
4	Технология диффузионных алюминидных покрытий.	Подготовка к практическим занятиям	8/8
5	Методы испытания покрытий.	Подготовка к практическим занятиям	8/8
6	Методы испытания покрытий на сталях, титановых и жаропрочных никелевых сплавах.	Подготовка к практическим занятиям	10/10
7	Классификация видов и способов ХТО сталей. Основы формирования диффузионных слоев на поверхности стальных деталей /	Реферат	36/36

	Виды ХТО наиболее часто применяемые в промышленности. Насыщение поверхности сталей углеродом и азотом, комбинированное насыщение указанными элементами.		
9	Принципы действия и устройство оборудования для ХТО	Подготовка к практическим занятиям	10/10
10	Технологическая схема и принципиальное устройство оборудования для ХТО в вакууме.	Подготовка к практическим занятиям	10/10
Итого:			106/106

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по реализации разностороннего (комплексного) подхода к процессу подготовки специалистов предусмотрено широкое использование активных и интерактивных форм проведения занятий: разбор конкретных ситуаций при выборе материалов или конкретных технологических процессов, что в сочетании с внеаудиторной работой – с целью формирования и развития профессиональных навыков у обучающихся. В рамках учебного курса должны быть предусмотрены встречи с представителями российских компаний, государственных и общественных организаций, экспертами и специалистами.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

В качестве оценочных средств используются проведение контрольных работ по разделам дисциплины и защита рефератов в виде презентаций. По итогам обучения проводится экзамен.

В качестве учебно-методического обеспечения самостоятельной работы используются справочная, учебная и монографическая литература, рекомендованная преподавателями, а также методические указания (в том числе в электронной форме), разработанные преподавателями кафедр.

Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется преподавателем в интерактивной форме: в виде бесед и контрольных работ на практических занятиях. Защита рефератов проводится в виде презентаций.

Вопросы к контрольной работе:

1. Влияние энергии частиц на процессы в поверхностном слое подложки.
2. Что такое инверсия скорости осаждения?
3. От чего зависит скорость испарения материала катода в ионно-плазменных установках?
4. Какова зависимость между напряжением смещения и энергией частиц, взаимодействующих с подложкой?
5. Как влияет магнитное поле на движение катодных пятен вакуумной дуги?
6. Основной фактор возникновения остаточных напряжений в покрытии.
7. Как измеряют остаточные напряжения в покрытиях?
8. От чего зависит точность переноса элементного состава при осаждении многокомпонентных сплавов?
9. Как формируется покрытие при плазмохимическом осаждении твердых покрытий?

10. Чем определяются преимущества ассистированного осаждения?
11. Чем сопровождается процесс ионного насыщения поверхности и с какой скоростью идет этот процесс?
12. Чем сопровождается процесс ионного травления поверхности?
13. Как определить тепловой поток на подложку при ионно-плазменном осаждении?
14. Как влияет температура подложки на структуру конденсатов?
15. Как ограничить тепловой поток на подложку и температуру подложки при ионно-плазменном осаждении?

Примерный перечень тем для рефератов:

1. Методы измерения магнитных полей в напылительном оборудовании.
2. Методы измерения токовых параметров в напылительном оборудовании, автоматическое управление токовыми параметрами.
3. Измерение вакуума в технологическом оборудовании.
4. Контроль и управление качеством покрытий.
5. Металлографический анализ покрытий.
6. Методы испытания покрытий, испытания на солевую коррозию и др.
7. Диффузионная металлизация. Алитирование.
8. Борирование сталей, технология создания диффузионного слоя, стали для борирования, назначение.
9. Силицирование сталей, технология создания диффузионного слоя, стали для силицирования, назначение.
10. Насыщение сталей несколькими элементами, технология создания диффузионного слоя, назначение.
11. Современное состояние теории и технологии цементации.
12. Современное состояние теории и технологии азотирования.
13. Измерение вакуума в технологическом оборудовании.
14. Контроль качества покрытий.
15. Металлографический анализ покрытий.
16. Измерение микротвердости упрочняющих покрытий.
17. Испытания образцов из ЖС с покрытием на жаростойкость. Выбор базы испытаний.
18. Испытания образцов из ЖС с покрытием на сульфидную коррозию.
19. Испытания на сульфидно-солевую коррозию.
20. Остаточные напряжения в покрытиях.
21. Влияние остаточных напряжений на усталостную прочность образцов с покрытием.
22. Испытания образцов из сталей с покрытием на ускоренную циклическую коррозию.
23. Испытания образцов из сталей с покрытием в камере солевого тумана.
24. Испытания образцов из сталей с покрытием на теплостойкость и жаростойкость.
25. Испытания образцов из сталей и титановых сплавов с упрочняющими покрытиями на эрозионную стойкость.
26. Испытания образцов из сталей и титановых сплавов с упрочняющими покрытиями на фреттинг-износ.
27. Испытания образцов из сталей и титановых сплавов с упрочняющими покрытиями на фреттинг-коррозию.
28. Современные методы обработки поверхности – виброшлифование.
29. Современные методы обработки поверхности – ионное травление в плазме вакуумной дуги.
30. Измерение скорости осаждения покрытий при вакуумно-дуговом ионно-плазменном осаждении.

Вопросы к экзамену:

1. Способы получения диффузионных алюминидных покрытий и их отличия.
2. Ионно-плазменные методы получения алюминидных диффузионных покрытий.
3. Особенности строения вакуумно-дуговых ионно-плазменных конденсатов.
4. Строение вакуумно-дуговых ионно-плазменных конденсационно-диффузионных покрытий и технология их получения.
5. Технология получения упрочняющих покрытий ионно-плазменным методом.
6. Чем определяется качество ионно-плазменных покрытий?
7. Контроль качества ионно-плазменных покрытий.
8. Жаростойкие ионно-плазменные покрытия, типы, механизм защиты.
9. Ассистированное осаждение и процессы на поверхности при этом осаждении.
10. Влияние остаточных напряжений в покрытии на усталостную прочность образцов.
11. Испытания образцов из сталей с покрытием на ускоренную циклическую коррозию.
12. Испытания образцов из сталей с покрытием в камере солевого тумана.
13. Испытания образцов из сталей с покрытием на коррозию под напряжением.
14. Испытания образцов из сталей с покрытием на теплостойкость и жаростойкость.
15. Испытания образцов из сталей и титановых сплавов с упрочняющими покрытиями на эрозионную стойкость.
16. Испытания образцов из сталей и титановых сплавов с упрочняющими покрытиями на фреттинг-износ.
17. Испытания образцов из сталей и титановых сплавов с упрочняющими покрытиями на фреттинг-коррозию.
18. Современные методы подготовки поверхности под покрытие.
19. Испытания образцов из жаропрочных сплавов с покрытием на сульфидную коррозию.
20. Испытания образцов из жаропрочных сплавов на сульфидно-солевую коррозию.
21. Остаточные напряжения в покрытиях.
22. Измерение вакуума в технологическом оборудовании.
23. Контроль качества покрытий.
24. Металлографический анализ покрытий.
25. Влияние энергии частиц на процессы в поверхностном слое подложки.
26. Диаграмма скорости осаждения от напряжения смещения.
27. Тепловой поток на подложку при ионно-плазменном осаждении.
28. Соотношения для скорости ионно-плазменного вакуумно-дугового осаждения.
29. Условия инверсии скорости осаждения.
30. Основы конструирования высокопроизводительных вакуумно-дуговых испарителей.
31. Выбор и расчет охлаждения катода вакуумно-дугового испарителя.
32. Расчет площади анода для высокопроизводительных вакуумно-дуговых испарителей.
33. Выбор параметров процесса ионно-плазменного осаждения при нанесении покрытия на лопатки турбины газотурбинных двигателей.
34. Выбор параметров процесса ионно-плазменного осаждения при нанесении покрытия на лопатки компрессора газотурбинных двигателей.
35. Выбор параметров процесса ионно-плазменного осаждения при нанесении покрытия на подложку из стали с низкой температурой отпуска.
36. Технологический процесс нанесения ионно-плазменного покрытия на лопатки турбины газотурбинных двигателей.
37. Виды химико-термической обработки.
38. Способы химико-термической обработки.
39. Адсорбция частиц на поверхности обрабатываемой детали.
40. Основы теории диффузии.

41. Принципы формирования диффузионных слоев.
42. Цементация, строение цементованного слоя, стали для цементации, оборудование для цементации.
43. Нитроцементация, строение нитроцементованного слоя, стали для нитроцементации, оборудование для нитроцементации.
44. Азотирование, строение азотированного слоя, стали для азотирования, оборудование для азотирования.
45. Принципиальная схема агрегата для газовой цементации и нитроцементации.
46. Принципиальная схема агрегата для газового азотирования.
47. Принципиальная схема установки для ионной цементации и нитроцементации.
48. Принципиальная схема установки для вакуумной цементации и нитроцементации.
49. Принципиальная схема установки для ионного азотирования.
50. Принципиальная схема циркуляционной установки.
51. Особенности термообработки в вакууме.
52. Принципиальная схема установки для вакуумной термической обработки.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Белов Н.А., Белов В.Д., Дашкевич Н.И. Фазовый состав многокомпонентных гамма-сплавов на основе алюминидов титана: учебное пособие / под общ. ред. Е.Н. Каблова. – М.: ВИАМ, 2018. – 348 с.
2. Сидоров В.В., Каблов Д.Е., Ригин В.Е. Металлургия литейных жаропрочных сплавов: технология и оборудование / под общ. ред. Е.Н. Каблова. – М.: ВИАМ, 2016. – 368 с.
3. Вакуумная техника. Концепция разреженного газа [Электронный ресурс] / Шестак, В. П. - М.: МИФИ, 2012 - 272 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/75958>. — Загл. с экрана.
4. Ионно-плазменная обработка материалов [Электронный ресурс]/ Кузнецов, Г.Д., Кушхов, А.Р. - М.: МИСиС, 2008 - 180 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1840>. — Загл. с экрана.

Дополнительная литература:

1. Макаров В.Ф. Современные методы высокоэффективной абразивной обработки жаропрочных сталей и сплавов: учеб. пособие/ В.Ф. Макаров.- СПб.: М.: Краснодар: Лань, 2013.- 320 с.: ил.- (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 311-315.- ISBN 978-5-8114-1481-9: 457-20.
2. Материаловедение [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ С.И. Богодухов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 198 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30061>. - Загл. с экрана.
3. Осинцев, О.Е. Металловедение тугоплавких металлов и сплавов на их основе : учеб. пособие для вузов / О.Е. Осинцев. - М.: Машиностроение, 2013. - 156 с.: ил. - Библиогр.: с. 154-155. - ISBN 978-5-94275-720-5: 603-00.
4. Вихров, С.П. Свойства и применение металлов и полупроводников [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ Вихров С.П., Холомина Т.А.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2004.— 80 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79791>.- Загл. с экрана.
5. Определение относительной эрозионной стойкости композиций подложка-покрытие [Электронный ресурс]: метод. указания к лабораторной работе по курсу «Ионно-вакуумная и вакуумная химико-термическая обработка металлов » / Всерос. ин-т

авиационных материалов, Каф. материаловедения. - М.: ВИАМ, 2014. - 18 с. - Библиогр.: с. 18.

6. Липин, Ю.В. Вакуумная металлизация полимерных материалов / Ю. В. Липин, А.В. Рогачев, В. В. Харитонов. - Л.: Химия, 1987. - 152 с.: ил. - Библиогр.: с. 142-147. - 0-50.

7. Вакуумная техника: справ. /ред. Фролов Е.С.; Минайчев В.Е. - М.: Машиностроение, 1985. - 360 с.: ил.

8. Минаев, А.А. Вакуумная формовка / А.А. Минаев, Е. Б. Ноткин, В. А. Сазонов. - М.: Машиностроение, 1984. - 216 с.: ил. - 0-45.

9. Розанов, Л.Н. Вакуумная техника : учеб. для вузов / Л.Н. Розанов. - М.: Высшая школа, 1982. - 207 с.: ил. - Прил.: с. 191-204. - Библиогр.: с. 205. - 0-45.

10. Вакуумная металлургия тугоплавких металлов и твердых сплавов / М.В. Мальцев [и др.]. - М.: Металлургия, 1981. - 272 с.: ил. - Библиогр.: с. 261-266. - 2-60.

11. Металловедение и термическая обработка металлов. - Архив журнала с 1959 г. - по н.в. - (печатная версия).

12. Физика и химия обработки материалов. - Архив журнала с 2006 г. по июнь 2013 г. (печатная версия); с июля 2013 г. – по н.в. (электронная версия).

13. Тепловые процессы в технике. - Архив журнала с 2009 г. - №6 2013г. - (печатная версия), с №7 2013 г. - по н.в.. - (электронная версия).

Интернет-ресурсы и программное обеспечение:

- www.iprbooks.ru Электронно-библиотечная система IPRbooks
- www.e.lanbook.ru Электронно-библиотечная система «Лань»
- <https://rd.springer.com> - Springer Link
- <https://www.nature.com> - Springer Nature
- <https://materials.springer.com> - Springer Materials
- www.springerprotocols.com - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний SpringerProtocols
- <https://zbmath.org> Реферативная база данных по чистой и прикладной математике ZbMATH
- <https://nano.nature.com> - База данных NANO
- <https://onlinelibrary.wiley.com> - Журналы издательства Wiley
- <http://pubs.rsc.org> - Журналы издательства Royal Society of Chemistry (Королевского химического общества)
- Microsoft Win Rmt Dscs CAL 2012 Russian Academic OPEN I License Devaice CAL .

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Ионно-вакуумная и вакуумная химико-термическая обработка металлов» используются:

Лекционные занятия:

- комплект для электронных презентаций;
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные и практические работы:

- комплект электронных презентаций и слайдов;
- помещения, оснащенные презентационной техникой;
- камера струйно-абразивная эжекторного типа;
- ультразвуковая ванна;
- весы электронные лабораторные;
- установка для нанесения покрытий в вакууме;
- микроскоп металлографический;
- стереомикроскоп;
- микротвердомер;

- станок шлифовальный;
- пресс;
- отрезной станок.