

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШНПТ
Яковлев А.Н.
«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Материалы для космоса		
Направление подготовки/ специальность	15.04.01 Машиностроение	
Образовательная программа (направленность (профиль))	Технологии космического материаловедения	
Специализация	Технологии космического материаловедения	
Уровень образования	высшее образование - магистратура	
Курс	1	2
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6	
Виды учебной деятельности	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8
	Практические занятия	32
	Лабораторные занятия	40
	ВСЕГО	80
Самостоятельная работа, ч		136
ИТОГО, ч		216

Вид промежуточной аттестации	Экзамен, курсовой проект	Обеспечивающее подразделение	ОМ
------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	----

Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры		Клименов В.А.
Руководитель ООП		Мартюшев Н.В.
Преподаватель		Колесникова К.А..

2020г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ДОПК(У)-1	Способен на научной основе организовывать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности, владеть навыками самостоятельной работы в сфере проведения научных исследований, создавать и редактировать тексты профессионального назначения	ДОПК(У)- 1:B1	Владеет навыками организации научного труда, оценки научной деятельности исследователей, анализа уровня их знаний
		ДОПК(У)-1.B2	Владеет навыками планирования эксперимента в контексте поставленной технологической задачи машиностроительного производства
		ДОПК(У)-1.U1	Умеет организовывать научно-исследовательскую деятельность для решения технологических задач машиностроительного производства
		ДОПК(У)-1.U2	Умеет планировать экспериментальные исследования, составлять научно-технический отчет и презентовать результаты исследований
		ДОПК(У)-1.31	Знает принципы и методологию организации научного труда для решения технологических задач машиностроения
ОПК(У)-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки	ОПК(У)-1.B1	Владеет опытом применения методов решения научных и технических проблем в машиностроении в том числе в РКТ
		ОПК(У)-1.U1	Умеет применять методы решения научных и технических проблем в ракетно-космической отрасли
		ОПК(У)-1.32	Знает проблемы проектирования и изготовления машиностроительных изделий и изделий ракетно-космической отрасли
ОПК(У)-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК(У)-2.31	Знает современные физико-математические методы, применяемые в инженерной и исследовательской практике
		ОПК(У)-2.U1	Умеет применять физико-математические методы при моделировании задач в области машиностроительных производств и их конструкторско-технологического обеспечения
		ОПК(У)-2.35	Знает методы построения моделей и идентификации исследуемых процессов, явлений и объектов
ОПК(У)-12	Способен подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований в области машиностроения	ОПК(У)-12.B1	Владеет навыками подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований в области ракетостроения
		ОПК(У)-12.U1	Умеет подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований в области ракетостроения
		ОПК(У)-12.31	Знает структуру научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований в области ракетостроения

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследования получения новых материалов	ДОПК(У)-1м ОПК(У)-1 ОПК(У)-12
РД-2	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	ОПК(У)-12
РД-3	Выполнять теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов	ДОПК(У)-1
РД-4	Применять математические и инженерные знания для исследования новых материалов	ОПК(У)-1 ОПК(У)-2

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. <i>Материалы и конструкции для космоса</i>	РД-1	Лекции	2
	РД-2	Практические занятия	10
	РД-3	Лабораторные занятия	8
	РД-4	Самостоятельная работа	19
Раздел (модуль) 2. <i>Взаимодействие материалов с космической средой</i>		Лекции	2
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	19
Раздел (модуль) 3. <i>Механические и динамические характеристики материалов для космоса</i>		Лекции	2
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	10
		Самостоятельная работа	19
Раздел (модуль) 4. <i>Современные тенденции развития космического материаловедения</i>		Лекции	2
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	16
		Самостоятельная работа	21

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Материалы и конструкции для космоса

Строение космических аппаратов. Используемые материалы и конструкции. Критерии выбора материалов и конструкций для космических аппаратов. Условия эксплуатации материалов и конструкций.

Темы лекций:

1. Требования к материалам и конструкциям для космоса. Особенности условий эксплуатации.

Темы практических занятий:

1. Знакомство с современными материалами, их свойствами и областью применения (часть 1).
2. Знакомство с современными материалами, их свойствами и областью применения (часть 2).
3. Методы получения материалов и изделий с особыми свойствами (часть 1).
4. Методы получения материалов и изделий с особыми свойствами (часть 2).
5. Методы получения материалов и изделий с особыми свойствами (часть 3).

Названия лабораторных работ:

1. Изучение способов подготовки образцов для последующего их исследования.
2. Изучение влияния различных видов обработки, в том числе химического на структуру металлов.
3. Металлографическое исследование шлифов.
4. Качественное и количественное выявление фаз в твердых сплавах на шлифах после травления.

Раздел 2. Взаимодействие материалов с космической средой

Воздействие космических излучений на полупроводниковые, диэлектрические, проводящие и оптические материалы. Эмиссионные и разрядные явления на поверхности диэлектриков в вакууме. Радиационные и электроразрядные эффекты в солнечных батареях ИСЗ (искусственных спутников Земли). Взаимодействие ионосферных частиц с материалами космических аппаратов. Влияние микрометеорных частиц на космические материалы.

Темы лекций:

1. Определение космической среды: «вакуум», излучения, потоки заряженных частиц, магнитные возмущения, микро- и макрометеоритные объекты (космическая пыль и частицы) и т.д.

Темы практических занятий:

1. Оборудование для испытаний на растяжение при низких температурах.
2. Изучение метода испытания металлов и сплавов на ползучесть и виброползучесть.
3. Методы измерения твердости металлов и сплавов (по методу Виккерса).
4. Методы измерения твердости металлов и сплавов (по методу Роквелла).
5. Методы измерения твердости металлов и сплавов (H_ц).

Названия лабораторных работ:

1. Определение физико-механических свойств сплавов.
2. Рентгеноструктурный анализ материалов.
3. Электронно-микроскопическое исследование структуры металлов и сплавов.

Раздел 3. Механические и динамические характеристики материалов для космоса
--

Стартовые (предполетные) воздействия на космические аппараты. Влияние динамических нагрузок на материалы летательных аппаратов. Современные материалы для космической техники и их механические свойства.

Темы лекций:

1. Структура и механические свойства материалов для космоса. Обеспечение устойчивости материалов космической техники при динамических и статических нагрузках.

Темы практических занятий:

1. Исследование процесса деформирования металла при статическом приложении нагрузки.
2. Особенности процесса деформирования металла при динамическом нагружении.
3. Химическое и электрохимическое полирование.

Названия лабораторных работ:

1. Испытание материалов на износостойкость при трении о нежестко закрепленные абразивные частицы ГОСТ 23.208-79.
2. Методы испытаний на растяжение ГОСТ 1497-84.
3. Метод испытания на изгиб по ГОСТ 14019-2003.
4. Определение плотности твердого тела методом гидростатического взвешивания.
5. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах ГОСТ 9454-78.

Раздел 4. Современные тенденции развития космического материаловедения

Новые материалы для космоса с заданной (управляемой) структурой. Современные технологии производства материалов и изделий для космических аппаратов. Преимущества и предпосылки.

Темы лекций:

1. Физико-химические основы управления структурой новых материалов для космоса. Аддитивные технологии в космическом материаловедении и технике.

Темы практических занятий:

1. Изучение особенностей 3-D выращивания металлических деталей по методу построения (Bed Deposition)
2. Изучение особенностей 3-D выращивания металлических деталей по методу построения (Direct Deposition).
3. Изучение методов получения порошковых материалов для аддитивных технологий.

Названия лабораторных работ:

1. Металлические порошки и их свойства
2. Пористые и компактные порошковые материалы
3. Виды порошковых специальных сплавов (часть 1)
4. Виды порошковых специальных сплавов (часть 2)
5. Порошки металлические. Определение размера частиц (ГОСТ 18318-94).
6. Применение СВС-технологии в производстве новых порошковых материалов с особыми свойствами (часть 1).
7. Применение СВС-технологии в производстве новых порошковых материалов с особыми свойствами (часть 2).
8. Применение СВС-технологии в производстве новых порошковых материалов с особыми свойствами (часть 3).

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Выполнение курсовой работы или проекта,

- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Мельников, Александр Григорьевич. Материаловедение. Словарь терминов и определений [Электронный ресурс] / А. Г. Мельников, Ху Вэньсяо, Лю Битао; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 775 KB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2017. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2017/m068.pdf>
2. Аддитивные технологии в производстве изделий аэрокосмической техники : учебное пособие для вузов / А. Л. Галиновский, Е. С. Голубев, Н. В. Коберник, А. С. Филимонов; под ред. А. Л. Галиновского. — Москва: Юрайт, 2020. — 114 с.: ил.. — Высшее образование. — Библиогр.: с. 113-114. — Обозначения и сокращения: с. 5.. — ISBN 978-5-534-12043-1.
3. Материаловедение Ч. 1 : Материаловедение. Часть 1. Ч. 1. — Москва: МИСИС, 2004. — 143 с.. — Книга из коллекции МИСИС - Инженерно-технические науки. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/117126> (контент)
4. Безгинов Р. О. Проектирование защитных корпусов бортового оборудования авиакосмической техники на основе программного обеспечения "Meza" / Р. О. Безгинов, М. А. Мишин; науч. рук. Р. А. Кректулева // Космическое приборостроение сборник научных трудов II Всероссийского форума школьников, студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, г. Томск, 10-12 апреля 2014 г.: / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) . — Томск : Изд-во ТПУ , 2014 . — [С. 241-244] . — Заглавие с титульного экрана. — [Библиогр.: с. 244 (3 назв.)]. — Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2014/C22/079.pdf> (контент)
5. Прогрессивные технологии нанесения покрытий : монография / С. В. Авдейчик [и др.]; под ред. А. В. Киричека. — Москва: Спектр, 2012. — 269 с.: ил.. — Машиностроение: технологии, оборудование, кадры. — Библиография в конце разделов.. — ISBN 978-5-4442-0010-0.

Дополнительная литература

1. Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И., Пириайнен В.Ю. Специальные материалы в машиностроении: учебник [Электронный ресурс] / 2019.- 664 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/118630/#96>
2. Мильковский А.Г., Данилюк А.Ю., Крикалев С.К., Матюшин М.М. Пилотируемая космонавтика России. Издательство "Физматлит" НПО Композит это ведущая организация Федерального космического агентства России в области материаловедения для ракетно-космической техники (РКТ). Монография.- 2015.- 252 стр.
3. Кукк К.И. Спутниковая связь: прошлое, настоящее, будущее. Издательство "Горячая линия-Телеком". Значительные сдвиги происходят в области космического материаловедения. До настоящего времени сухая масса космических изделий, в основном, определялась металлами. 2017-256 стр.
4. Белоус А.И., Солодуха В.А., Шведов С.В. Космическая электроника. В 2-х книгах. Книга 1. Издательство "Техносфера" – 2015.-696 стр.
5. Резник С.В., Денисов О.В. Постановка тепловых испытаний элементов композитных стержневых космических конструкций. Часть 1: Моделирование температурного состояния стержневых космических конструкций: учеб. Пособие Московский

государственный технический университет имени Н.Э. Баумана. Учебное пособие. - 2014. -54 стр.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. *Материаловедение и технология конструкционных материалов*
<https://eor.lms.tpu.ru/course/view.php?id=845>
2. *Инженерия будущего* https://openedu.tpu.ru/courses/course-v1:TPU+IL_2+2016_C2/about
3. *Применение аддитивных технологий в 3D-печати и прототипировании*
<https://online.edu.ru/ru/courses/item/?id=1331>
4. *Космическое материаловедение. Михаил Михайлов*
https://www.youtube.com/watch?v=0KX6_OtsPZA
5. *Специалисты будущего - Материаловедение и технологии материалов*
<https://www.youtube.com/watch?v=H3oQUG4IXKs>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Ascon KOMPAS-3D 18 Education Concurrent MCAD ECAD; Autodesk Inventor Professional 2015 Education; Dassault Systemes SOLIDWORKS 2020 Education; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Lazarus; MathWorks MATLAB Full Suite R2020a; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Visual Studio 2019 Community; Mozilla Firefox ESR; PSF Python 3; PTC Mathcad 15 Academic Floating; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Тимакова улица, 12 210/6	Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Компьютер - 10 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Тимакова улица, 12 222	Большой проект БП-1026 - 1 шт.; Штангенциркуль ШЦ-1-250 0,05 - 1 шт.; Микроскоп МИС-1 - 1 шт.; Микрометр МК 100-125 - 1 шт.; Штангенциркуль ШЦ-1-150 0,02 - 2 шт.; Микроскоп УИМ-21 - 1 шт.; Нутромер Митуготоя - 1 шт.; Штангенциркуль ШЦК-150 - 1 шт.; Нутромер индикаторный НИ 50-100 0,01 КЛБ - 1 шт.; Индикатор час. типа 0-10 0,01 б/ушк КЛБ кл.1 - 8 шт.; Микрометр МКЦ 25 0,001 - 1 шт.; Твердомер ТП - 1 шт.; Микроскоп БИМ-1 - 1 шт.; Микроскоп БМИ - 2 шт.; Головка делительная - 2 шт.; Микроскоп ММУ-3 - 1 шт.; Микром МСИ - 1 шт.; Нутромер индикаторный НИ 50-160 0,01 КЛБ - 1 шт.; Микрометр МК 125-150 - 1 шт.; Индикатор ИРТ 0-0,8 0,01 ЧИЗ - 1 шт.; Штангенциркуль ШЦ-1-150 0,1 - 1 шт.; Твердомер 4382 - 1 шт.; Нутромер индикаторный НИ 35-50 - 1 шт.; Учебно-научная измерительная лаборатория (Настольный твердомер (с аналоговой индикацией) без нагружающего устройства) - 1 шт.; Нутромер индикаторный НИ 6-10 - 1 шт.; Оптиметр - 3 шт.; Микроскоп МИМ-8М - 1 шт.; Штангенциркуль ШЦ-2-320 0,05 гл.б. 60мм КЛБ - 1 шт.; Микрометр МК 25-50 - 10 шт.; Микроскоп - 1 шт.; Микроскоп МИМ-8 - 1 шт.; Индикатор час. типа 0-10 0,01 б/ушк КЛБ кл.0 - 1 шт.; Микрометр МК 50-75 - 1 шт.; Микрометр МК 0-25 - 15

		шт.; Делительная головка - 1 шт.; Учебно-измерительная лаборатория (Координатно-измерительная машина (КИМ) Соогсі3 ЕО\$) - 1 шт.; Микроскоп ММИ-2 - 1 шт.; Микром МПИ - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 26 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Компьютер - 3 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Тимакова улица, 12 304	Комплект учебной мебели на 60 посадочных мест; Телевизор - 2 шт.; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 2 шт
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 018	Сканирующий (растровый) электронный микроскоп JEOL JSM-7500FA - 1 шт.; Установка для производства жидкого азота Cryomech LNP-10 - 1 шт.; Тепловизор Hotfind DXT - 1 шт.; Пресс гидравлический двухходовой 2430В - 1 шт.; Ультрамикротвердомер Shimadzu DUN-211S - 1 шт.; Шлифовально-полировальная система Buehler EcoMet 300 Pro - 1 шт.; Баллон под азот 40л - 1 шт.; Манометр ДМ 5001 Е - 1 шт.; Штангенциркуль электрон. - 1 шт.; Шлифовально-полировальная система EcoMet 300 Pro - 1 шт.; Установка для спекания объемных наноматериалов в разряде плазмы Dr. Sinter Lab SPS-515S - 1 шт.; Точило - 1 шт.; Мельница шаровая лабораторная "МШЛ-1П" - 1 шт.; Преобразователь ПМС-2,0 - 1 шт.; Весы лабораторные ВЛТЭ-150г с гирей калибровочной 100 F1 - 1 шт.; Инверторный аппарат ARC-160"Сварог" с реостатом балластным - 1 шт.; Компрессор поршневой Aircraft Compact Air BX 330 OF - 1 шт.; Испытательный пресс ИП-500М-авто - 1 шт.; Фотоаппарат цифровой Digital Camera - 1 шт.; Вентилятор центр.СТ 200-4 - 1 шт.; Ступка механическая - 1 шт.; Весы ВЛР-200 - 1 шт.; Комплект ультразвукового лабораторного оборудования ИЛ10-5.0 - 1 шт.; Баллон с азотом - 1 шт.; Весы Shinko AJ-420CE - 1 шт.; Датчик амплитуды - 1 шт.; Рентгеновский детектор РКА-1 - 1 шт.; Ультразвуковая ванна для очистки Quick218-100 - 1 шт.; Штатив - 1 шт.; Толщиномер ультразвуковой TIME TT130 - 1 шт.; Таймер с контроллером - 1 шт.; Тележка гидравлическая СБУ25-П - 1 шт.; Ультразвуковой генератор УЗГ-2-22М - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 3 посадочных мест; Компьютер - 3 шт.
5.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 036	Импульсный ускоритель электронов "Импульс - 3" ГИН-400 - 1 шт.; Сильноточный наносекундный генератор импульсных напряжений - 1 шт.; Монохроматор МДР-204 - 2 шт.; Прибор вакуумный ВМБ-1В - 1 шт.; Насос 3 НВР - 1 шт.; Спектрометр оптоволоконный высокочувствительный AvaSpec-HERO - 1 шт.; Блок питания Б 5-47 - 2 шт.; Фотоэлектронный умножитель Н6780-04 - 1 шт.; Прибор TDS-2022 - 1 шт.; Импульсный лазер Brilliant с блоками генерации - 1 шт.; Многофункциональный спектрофотометрический комплекс на базе AvaSpec-2048-2-USB2 - 1 шт.; Микровизор 103 проходящего света - 1 шт.; Осветитель с импульсной лампой - 1 шт.; Оптоволоконный спектрофотометр для фотоколориметрических измерений на базе AvaSpec-2048L-USB2+AvaSphere-50-LS-HAL - 1 шт.; Станок сверлильный ВТМ-13 - 1 шт.; Фотоприемное устройство с фотоэлектронным умножителем ФПУ ФЭУ с матрицей R928 - 1 шт.; Источник постоянного тока многоканальный GW GPD-74303S - 2 шт.; Станок ЧПУ 3040 - 1 шт.; Модулятор МД 3-2М - 2 шт.; Монохроматор МДР-204 с решеткой 1200 штр./мм - 2 шт.; Установка микрогенная МСМР-1 ОН-3.2/20 - 1 шт.; Прибор TDS-2СМАХ - 1 шт.; Фотоприемное устройство на основе ПЗС-линейки - 2 шт.; Источник постоянного тока GPR-3520HD - 1 шт.; Осциллограф цифровой DPO-3034 - 1 шт.; Вольтметр В-20 - 1 шт.; Микроскоп МБС-10 - 1 шт.; Микрокриогенная система МСМР-150Н-5/20 - 1 шт.; Стенд для исследования нестационарных процессов в оптических материалах - 1 шт.; Фотоприемное устройство с фотоэлектронным умножителем ФПУ ФЭУ с матрицей R5108 - 1 шт.; Спектрофотометр ТКА-Спектр(ФАР) - 1 шт.; Спектрометрический комплекс для рефлектометрических, флюориметрических и абсорбционных методов измерений - 1 шт.; Прибор TDS-2014 - 1 шт.; Диагностический лазерный комплекс на

		основе азотного лазера моноблочной конструкции - 1 шт.; Модуль ФЭУ (фотоэлектронный умножитель) - 1 шт.; Насос вакуумный - 1 шт.; Источник питания GPC-76030D - 1 шт.; Блок питания БНВ 3-09 - 1 шт.; Комплекс вспомогательного оборудования и специализированного инструментария - 1 шт.; Измеритель температуры Center 306 - 1 шт.; Насос V-i280SV - 1 шт.; Спектрофотометр СФ-256 УВИ - 1 шт.; Блок питания БНВ-30 - 2 шт.; Камера для криостатирования образцов - 1 шт.; Программируемый линейный источник питания GPD-73303S - 1 шт.; Осветитель с галогенной и дейтроновой лампами, с зеркальным конденсором - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 6 посадочных мест; Шкаф для одежды - 2 шт.; Шкаф для документов - 4 шт.; Компьютер - 10 шт.; Принтер - 1 шт.
--	--	--

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 15.04.01 Машиностроение, профиль «Технологии космического материаловедения», специализация «Технологии космического материаловедения» (приема 2020 г., очная форма обучения)

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОМ		Колесникова К.А.

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения материаловедения (протокол от «29» июня 2020 г. №35).

Руководитель выпускающего отделения материаловедения

д.т.н, профессор

 / Клименов В.А./
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения материаловедения (протокол)