

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШНПТ

А.Н.Яковлев

«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Технология и оборудование производства специальных сплавов

Направление подготовки/ специальность	15.04.01 Машиностроение		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Технологии космического материаловедения		
Специализация	Технологии космического материаловедения		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия		
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	32	
Самостоятельная работа, ч		76	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной
аттестации

Зачет

Обеспечивающее
подразделение

ОМ

Заведующий кафедрой -
руководитель отделения на
правах кафедры

Руководитель ООП

Преподаватель

	Клименов В.А.
	Мартюшев Н.В.
	Колесникова К.А.

2020 г.

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
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.У1	Умеет применять методы решения научных и технических проблем в ракетно-космической отрасли
		ОПК(У)-1.У2	Умеет решать проблемы проектирования и изготовления изделий ракетно-космической техники
		ОПК(У)-1.31	Знает методы решения научных и технических проблем в машиностроении и ракетно-космической отрасли
ОПК(У)-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК(У)-2.У1	Умеет применять физико-математические методы при моделировании задач в области машиностроительных производств и их конструкторско-технологического обеспечения
		ОПК(У)-2.У2	Умеет использовать пакеты прикладных программ и компьютерной графики, при решении инженерных и исследовательских задач
		ОПК(У)-2.31	Знает современные физико-математические методы, применяемые в инженерной и исследовательской практике
		ОПК(У)-2.32	Знает пакеты прикладных программ и компьютерной графике
ОПК(У)-14	Способен выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении	ОПК(У)-14.B1	Владеет навыками выбора аналитических и численных методов при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении и ракетно-космической отрасли
		ОПК(У)-14.У1	Умеет выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении и ракетно-космической отрасли
		ОПК(У)-14.31	Знает аналитические и численные методы, используемые при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении и ракетно-космической отрасли
ПК(У)-9	Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов	ПК(У)-9.B1	Владеет опытом разработки физических и математических моделей исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере
		ПК(У)-9.У1	Умеет разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов
		ПК(У)-9.31	Знает принципы разработки физических и математических моделей исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной 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	Знать углубленные фундаментальные знания об особенностях строения и структуры специальных сплавов; основных процессах технологии их производства (получение исходных материалов, формование, прессование, спекание, поверхностная обработка и др.)	ОПК(У)-1 ПК(У)-9
РД-2	Знать принципы классификации специальных сплавов и их основные характеристики; традиционные и инновационные методы экспериментальных исследований деталей и изделий, выполненных из таких сплавов; физико-химические основы и современные тенденции развития технического прогресса в области создания новых сплавов со специальными свойствами, а также способы улучшения эксплуатационных характеристик материалов.	ОПК(У)-1 ОПК(У)-2 ОПК(У)-14 ПК(У)-9

РД-3	Обосновывать технологические и эксплуатационные условия работы изделий из выбранных материалов (специальных сплавов) на основе анализа научно-техническую информацию в исследуемой области из различных ресурсов, включая на иностранном языке	ОПК(У)-1 ОПК(У)-2 ПК(У)-9
РД-4	Уметь оценивать физико-механические свойства и проводить контроль качества специальных твердых сплавов; планировать эксперимент для получения данных с целью решения определенной научно-технической задачи; систематизировать данные экспериментальных исследований и технологических процессов; проектировать производственные процессы, совершенствовать методики получения и обработки специальных сплавов	ОПК(У)-2 ОПК(У)-14 ПК(У)-9
РД-5	Уметь проводить оценку основных параметров твердых сплавов на основе металлографических исследований: фазовый состав, плотность и пористость, включения графита, размер структурных составляющих; навыками приготовления образцов из специальных сплавов для лабораторных исследований и умением проводить самостоятельные работы на экспериментальных приборах и установках.	ОПК(У)-2 ОПК(У)-14 ПК(У)-9

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

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Основные виды учебной деятельности			
Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
<i>Раздел 1. Специальные сплавы в металлообрабатывающей промышленности</i>	РД-1 РД-2 РД-3 РД-4 РД-5	Лекции	4
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	8
<i>Раздел 2. Металловедческие основы твердых сплавов</i>		Лекции	4
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	16
<i>Раздел 3. Технологические операции при производстве твердых сплавов</i>		Лекции	4
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	8
<i>Раздел 4. Методы исследования и контроль качества (свойств) твердых сплавов</i>		Лекции	2
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	20
<i>Раздел 5. Способы повышения эксплуатационных свойств поверхности деталей, изготовленных из твердых сплавов</i>		Лекции	4
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Специальные сплавы в металлообрабатывающей промышленности

Общая характеристика инструментальных специальных сплавов. Технологическая схема производства твердых сплавов. Определение области применения твердых сплавов. Классификация металлокерамических сплавов по составу, по группам применения. Маркировка.

Темы лекций:

1. Специальные сплавы в металлообрабатывающей промышленности.
2. Классификация металлокерамических сплавов по составу, по группам применения. Маркировка

Раздел 2. Металловедческие основы твердых сплавов

Свойства карбидов вольфрама, титана, тантала. Теоретическое представление о структуре и прочности твердых сплавов. Основные диаграммы состояния систем «тугоплавкий металл–углерод–металл семейства железа». Характерные дефекты структуры твердых сплавов.

Темы лекций:

1. Металловедческие основы твердых сплавов
2. Характерные дефекты структуры твердых сплавов

Названия лабораторных работ:

1. *Определение пористости твердого сплава по ГОСТ 9391-80. Подготовка шлифа поверхности образца из твердого сплава для металлографических исследований. Настройка и юстировка оптического микроскопа, подбор увеличения оптической системы.*

Раздел 3. Технологические операции при производстве твердых сплавов

Производство металлических порошков и их свойства. Классификация методов получения порошков. Свойства порошков и методы их контроля. Приготовление смесей. Задачи и основные методы формования (прессования) порошковых смесей. Процессы, происходящие при уплотнении порошков в пресс-формах. Виды спекания однокомпонентных и многокомпонентных систем. Само распространяющийся высокотемпературный синтез (СВС). Состав, морфология и структура продуктов СВС.

Темы лекций:

1. Производство металлических порошков и их свойства.
2. Задачи и основные методы формования (прессования) порошковых смесей. Само распространяющийся высокотемпературный синтез (СВС)

Раздел 4. Методы исследования и контроль качества (свойств) твердых сплавов

Металлографическое исследование нетравленного шлифа. Определение значений плотности, твердости, электропроводности, модуля Юнга и др. физико-механических свойств сплавов. Качественное и количественное выявление фаз в твердых сплавах на шлифах после травления. Рентгеноструктурный анализ спеченных твердых сплавов. Электронномикроскопические исследования структуры твердых сплавов

Темы лекций:

1. Методы исследования и контроль качества (свойств) твердых сплавов.

Названия лабораторных работ:

1. *Определение плотности спеченных твердых сплавов по ГОСТ 20018-74. Метод состоит во взвешивании образца на воздухе, а затем в воде и вычислении его плотности. – 4 часа*
2. *Исследование фазового состава заданного образца твердого сплава с помощью металлографического микроскопа и стереологического метода анализа. При исследовании структуры сплава следует обращать внимание на характер*

распределения фаз, на величину и форму включений, оценивать их объемное содержание. По полученным измерениям и расчетам определить марку сплава-4 часа

Раздел 5. Способы повышения эксплуатационных свойств поверхности деталей, изготовленных из твердых сплавов

Выбор и свойства износостойких покрытий на изделия из твердых сплавов. Классификация износостойких покрытий. Основные методы получения упрочняющих покрытий и их отличительные особенности (характеристики). Дефекты в покрытиях

Темы лекций:

1. Способы повышения эксплуатационных свойств поверхности деталей, изготовленных из твердых сплавов.

Названия лабораторных работ:

1. *Исследование методом вдавливания алмазного индентора адгезионной стойкости (адгезии) износостойких покрытий, нанесенных на поверхность образцов из твердого сплава – 4 часа*

Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

1. Основные диаграммы состояния твердых сплавов и их особенности.
2. Технологические особенности изготовления смесей порошков при производстве спеченных твердых сплавов.
3. Проблема получения твердых сплавов с низкой пористостью.
4. Основные дефекты в структуре специальных сплавов и их влияние на работоспособность изделий из данных сплавов.
5. Особенности измерений физико-механических параметров и контроль эксплуатационных свойств специальных сплавов.
6. Условия эксплуатации и факторы, определяющие стойкость специальных сплавов.
7. Влияние технологических условий нанесения защитных покрытий на совершенствование свойств специальных сплавов

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 и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Шуваева, Е. А. Материаловедение. Неметаллические и композиционные материалы. Курс лекций : учебное пособие / Е. А. Шуваева, А. С. Перминов. — Москва : МИСИС, 2013. — 77 с. — ISBN 978-5-87623-686-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/47490>.
2. 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>
3. 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.
 4. 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)
 5. 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. Крестулева // [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)
 6. 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. Левашов, Е. А. Перспективные материалы и технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза: учебное пособие / Е. А. Левашов, А. С. Рогачев, В. В. Курбаткина. — Москва : МИСИС, 2011. — 379 с. — ISBN 978-5-87623-463-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/47446>
3. Панин, Виктор Евгеньевич. Наноструктурирование поверхностных слоев конструкционных материалов и нанесение наноструктурных покрытий = Nanostructuring of the surface layers of construction materials and nanostructured coating deposition : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Е. Панин, В. П. Сергеев, А. В. Панин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 20.7 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m02.pdf>
4. Атлас микроструктур конструкционных материалов : учебное пособие [Электронный ресурс] / Ю. П. Егоров [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 22.3 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2016. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2017/m014.pdf>

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. *Применение аддитивных технологий в 3D-печати и прототипировании*
<https://online.edu.ru/ru/courses/item/?id=1331>

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 Митutoйя - 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 глуб. 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) Соогс3 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,	Комплект учебной мебели на 60 посадочных мест; Телевизор - 2 шт.; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 2 шт

	Тимакова улица, 12 304	
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 DUH-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 ТТ130 - 1 шт.; Таймер с контроллером - 1 шт.; Тележка гидравлическая СБУ25-II - 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 НБР - 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 BTM-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)

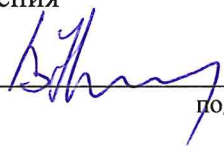
Разработчик(и):

Должность	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)