

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  
Машиностроительных и химических технологий

\_\_\_\_\_ Саблин П.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### «Аддитивные технологии»

Направление подготовки	22.03.02 Metallургия
Направленность (профиль) образовательной программы	Инновационные технологии металлургических процессов

Обеспечивающее подразделение
<i>Кафедра «Материаловедение и технология новых материалов»</i>

Комсомольск-на-Амуре 2024

Разработчик рабочей программы:

старший преподаватель

А.А. Калугина

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой  
Материаловедение и технология  
новых материалов

О.В. Башков

## 1 Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Материалы для 3D-печати» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №702 от 02.06.2020, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Инновационные технологии металлургических процессов» по направлению подготовки «22.03.02 Металлургия».

Задачи дисциплины	Знать основные способы получения материалов для аддитивных технологий, знать основные свойства и характеристики металлических и неметаллических конструкционных и инструментальных материалов, используемых в аддитивном производстве, уметь проводить выбор материалов и аддитивных технологий изготовления изделий с учетом требований к выпускаемым изделиям.
Основные разделы / темы дисциплины	<p><b>Лекции:</b> История развития аддитивных технологий. Основные термины и классификация, Обзор материалов для аддитивных технологий. Механические и физические свойства материалов, Использование неметаллических материалов в аддитивном производстве, Использование металлических материалов в аддитивном производстве, Технологии получения материалов для аддитивных технологий, Физические и химические процессы при изготовлении материалов для аддитивных технологий, Методы исследования эксплуатационных свойств материалов для аддитивных технологий, Исследование структурного состояния материалов, полученных методом аддитивных технологий, Физические и химические процессы при изготовлении материалов для аддитивных технологий</p> <p><b>Лабораторные работы:</b> Построение 3D модели изделия для последующей печати в среде AutoCad, 3D печать изделия с использованием метода послойного моделирования расплавленной нитью, Исследование механических свойств напечатанного 3D изделия, Исследование твердости изготовленных образцов.</p> <p><b>Практические работы:</b> 1. Исследование структуры металлических образцов методами оптической и растровой электронной микроскопии, 2. Расчет эффективных условий получения порошков заданного состава в шаровых мельницах, 3. Проведение дисперсионного анализа материала, полученного методом аддитивных технологий, 4. Исследование циклической долговечности материалов, полученных методом АТ, 5. Определение химического состава материалов, полученных методом аддитивных технологий</p> <p><i>Зачет с оценкой</i></p>

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Механические и физические свойства материалов» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		

<p>ПК-1 Способен осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения</p>	<p><i>Знать: виды и классификацию свойств материалов</i>  <i>Уметь: осуществлять рациональный выбор материалов, оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов</i>  <i>Владеть: навыками оценки надежности материалов, экономичности и экологических последствий применения</i></p>	<p>Знать состав, структуру и свойства металлических и неметаллических конструкционных и инструментальных материалов, применяемых в аддитивных технологиях; знать технологию получения материалов для создания изделий методом аддитивных технологий; знать физические и химические процессы, протекающие при производстве материалов для аддитивных технологий; проводить выбор материалов и аддитивных технологий для получения изделий с требуемыми техническими характеристиками.</p>
---	--	--

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Место дисциплины (этап формирования компетенции) отражено в схеме формирования компетенций, представленной в документе *Оценочные материалы*, размещенном на сайте университета [www.knastu.ru](http://www.knastu.ru) / *Наш университет / Образование / 22.03.02 «Металлургия» / Оценочные материалы*).

Дисциплина «Материалы для 3D-печати» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения / выполнения практических занятий, лабораторных работ, самостоятельных работ, выполнения контрольных работ.

Практическая подготовка реализуется на основе - 40.136 «СПЕЦИАЛИСТ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ, СОПРОВОЖДЕНИЯ И ИНТЕГРАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ В ОБЛАСТИ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ». Обобщенная трудовая функция: А. Разработка, сопровождение и интеграция типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов

### 4 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

#### 4.1 Структура и содержание дисциплины для очной формы обучения

Дисциплина «Механические и физические свойства материалов» изучается на 3 курсе в 5 семестре.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 64 ч., промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой, самостоятельная работа обучающихся.

<p>Наименование разделов, тем и содержание материала</p>	<p>Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)</p>
--	---

	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
<i>Лекции</i>						
<b>1. История развития аддитивных технологий. Основные термины и классификация</b>	2					4
<b>2. Обзор материалов для аддитивных технологий. Механические и физические свойства материалов</b>	2*					4
<b>3. Использование неметаллических материалов в аддитивном производстве</b>	2*					4
<b>4. Использование металлических материалов в аддитивном производстве</b>	2*					4
<b>5. Технологии получения материалов для аддитивных технологий</b>	2					4
<b>6. Физические и химические процессы при изготовлении материалов для аддитивных технологий</b>	2					4
<b>7. Методы исследования эксплуатационных свойств материалов для аддитивных технологий</b>	2					4
<b>8. Исследование структурного состояния материалов, полученных методом аддитивных технологий</b>	2					4
<b>9. Физические и химические процессы при изготовлении материалов для аддитивных технологий</b>						10
<i>Лабораторные работы</i>						
<b>1. Построение 3D модели изделия для последующей печати в среде AutoCad</b>			6			4
<b>2. 3D печать изделия с использованием метода послойного моделирования расплавленной нитью</b>			6			4
<b>3. Исследование механических свойств напечатанного 3D-изделия</b> <i>- изучение нормативных доку-</i>			10			6

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
<i>ментов для проведения испытаний на растяжение материалов</i> <i>- изучение диаграммы растяжения материала</i> <i>- испытание образцов в зависимости от плотности заполнения</i>						
<b>4. Исследование твердости образцов, полученных способом 3D моделирования</b> <i>- изучение методов определения твердости;</i> <i>- исследование твердости материалов в зависимости от плотности заполнения</i>			10*			6
<b><i>Практические работы</i></b>						
<b>1. Исследование структуры металлических образцов методами оптической и растровой электронной микроскопии</b>		4				2
<b>2. Расчет эффективных условий получения порошков заданного состава в шаровых мельницах</b>		2*				4
<b>3. Проведение дисперсионного анализа материала, полученного методом аддитивных технологий</b>		4				4
<b>4. Исследование циклической долговечности материалов, полученных методом АТ</b>		4*				4
<b>5. Определение химического состава материалов, полученных методом аддитивных технологий</b>		2*				4
<b><i>Зачет с оценкой</i></b>	-	-	-	-	-	-
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>16</b> в том числе в форме практической подготовки:	<b>16</b> в том числе в форме практической подготовки: <b>8</b>	<b>32</b> в том числе в форме практической подготовки: <b>10</b>	-	-	<b>80</b>

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
	<b>6</b>					

\* реализуется в форме практической подготовки

## **5 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обсуждаются и утверждаются на заседании кафедры. Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) хранится на кафедре-разработчике в бумажном или электронном виде, также фонды оценочных средств доступны студентам в личном кабинете – раздел учебно-методическое обеспечение.

## **6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **6.1 Основная и дополнительная литература**

Перечень рекомендуемой основной и дополнительной литературы представлен на сайте университета [www.knastu.ru](http://www.knastu.ru) / *Наш университет / Образование / 22.03.02 «Металлургия» / Рабочий учебный план / Реестр литературы.*

### **6.2 Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

1. Технологии аддитивного производства Я. Гибсон, Д. Розен, Б. Стакер, *Перевод. с англ. под ред. И.В. Шишковского.* Изд-во Техносфера, Москва, 2016. 656 с. ISBN: 978-5-94836-447-6

2. Зленко М.А. Аддитивные технологии в машиностроении / М.В. Нагайцев, В.М. Довбыш // пособие для инженеров. – М. ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» 2015. 220 с.

3. Зленко М.А., Попович А.А., Мутылина И.Н. Аддитивные технологии в машиностроении. Учебное пособие. - Санкт-Петербург, СПбГУ, 2013. - 221 с.

4. Каменев, С.В. Технологии аддитивного производства [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Каменев, К.С. Романенко - Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2017 - 145 с.

1. Валетов В.А. Аддитивные технологии (состояние и перспективы). Учебное пособие. - СПб.: Университет ИТМО, 2015, - 63 с.

2. Ляпков А.А. Полимерные аддитивные технологии : учебное пособие / А.а. Ляпков; Томский политехнический университет. - Томск : изд-во Томского политехнического университета, 2016. - 114с.

### **6.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного**

## **процесса по дисциплине**

Каждому обучающемуся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, с которыми у университета заключен договор.

Перечень рекомендуемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем представлен на сайте университета [www.knastu.ru](http://www.knastu.ru) / *Наш университет / Образование / 22.03.02 «Металлургия» / Рабочий учебный план / Реестр ЭБС.*

Актуальная информация по заключенным на текущий учебный год договорам приведена на странице Научно-технической библиотеки (НТБ) на сайте университета <https://knastu.ru/page/3244>

### **6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

На странице НТБ можно воспользоваться интернет-ресурсами открытого доступа по укрупненной группе направлений и специальностей (УГНС) 22.00.00 Технологии материалов: <https://knastu.ru/page/539>

## **7 Организационно-педагогические условия**

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом иписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### **7.1 Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

### **7.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

### **7.3 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**



Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

#### **7.4 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

#### **8 Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

## Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты
Microsoft Imagine Premium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>

### 8.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Состав программного обеспечения, необходимого для освоения дисциплины, приведен на сайте университета [www.knastu.ru](http://www.knastu.ru) / *Наш университет / Образование / 22.03.02 «Металлургия» / Рабочий учебный план / Реестр ПО.*

Актуальные на текущий учебный год реквизиты / условия использования программного обеспечения приведены на странице ИТ-управления на сайте университета:

<https://knastu.ru/page/1928>

### 8.2 Учебно-лабораторное оборудование

Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
Лаборатория микроструктурных исследований	Металлографический микроскоп Nikon MA200, Микротвердомер НМV-2
Лаборатория электронной микроскопии	Сканирующий электронный микроскоп SEM S-3400N
Лаборатория механических испытаний	Испытательная машина 3382 INSTRON, Комплекс твердомеров для измерения твердости материалов по методу Роквелла и Бринелля, установка для проведения испытаний на выносливость материалов, Принтер для 3Д печати

### 8.3 Технические и электронные средства обучения

#### Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

#### Практические занятия

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

#### Лабораторные занятия

Для лабораторных занятий используется аудитория, оснащенная оборудованием, указанным в табл. п. 8.2.

### **Самостоятельная работа.**

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КнАГУ:

- зал электронной информации НТБ КнАГУ;
- компьютерные классы факультета.

## **9 Другие сведения**

### **Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.