

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 Металлургия
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	Лекции: 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 Лабораторные работы: 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. Практические работы: 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 <i>Зачет с оценкой</i>

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

Процесс изучения дисциплины «Аддитивные технологии» 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		

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	<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>	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.
--	--	---

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 / *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 «Аддитивные технологии» 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.

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			
Лекции						
1. История развития аддитивных технологий. Основные термины и классификация	2					4
2. Обзор материалов для аддитивных технологий. Механические и физические свойства материалов	2*					4
3. Использование неметаллических материалов в аддитивном производстве	2*					4
4. Использование металлических материалов в аддитивном производстве	2*					4
5. Технологии получения материалов для аддитивных технологий	2					4
6. Физические и химические процессы при изготовлении материалов для аддитивных технологий	2					4
7. Методы исследования эксплуатационных свойств материалов для аддитивных технологий	2					4
8. Исследование структурного состояния материалов, полученных методом аддитивных технологий	2					4
9. Физические и химические процессы при изготовлении материалов для аддитивных технологий						10
Лабораторные работы						
1. Построение 3D модели изделия для последующей печати в среде AutoCad			6			4
2. 3D печать изделия с использованием метода послойного моделирования расплавленной нитью			6			4
3. Исследование механических свойств напечатанного 3D-изделия - изучение нормативных доку-			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>						
4. Исследование твердости образцов, полученных способом 3D моделирования <i>- изучение методов определения твердости;</i> <i>- исследование твердости материалов в зависимости от плотности заполнения</i>			10*			6
<i>Практические работы</i>						
1. Исследование структуры металлических образцов методами оптической и растровой электронной микроскопии		4				2
2. Расчет эффективных условий получения порошков заданного состава в шаровых мельницах		2*				4
3. Проведение дисперсионного анализа материала, полученного методом аддитивных технологий		4				4
4. Исследование циклической долговечности материалов, полученных методом АТ		4*				4
5. Определение химического состава материалов, полученных методом аддитивных технологий		2*				4
<i>Зачет с оценкой</i>	-	-	-	-	-	-
ИТОГО по дисциплине	16 в том числе в форме практической подготовки:	16 в том числе в форме практической подготовки: 8	32 в том числе в форме практической подготовки: 10	-	-	80

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			
	6					

* реализуется в форме практической подготовки

4.2 Структура и содержание дисциплины для очно-заочной формы обучения

Дисциплина «Аддитивные технологии» изучается на 3 курсе в 4, 5 семестре.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 20 ч., промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой, самостоятельная работа обучающихся 124 ч.

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			
Лекции						
1. История развития аддитивных технологий. Основные термины и классификация	1					4
2. Обзор материалов для аддитивных технологий. Механические и физические свойства материалов	1*					4
3. Использование неметаллических материалов в аддитивном производстве	1*					4
4. Использование металлических материалов в аддитивном производстве	1*					4
5. Технологии получения материалов для аддитивных технологий	1					4
6. Физические и химические процессы при изготовлении материалов для аддитивных технологий	1					4
7. Методы исследования эксплуатационных свойств материалов для аддитивных технологий	1					4

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			
8. Исследование структурного состояния материалов, полученных методом аддитивных технологий	1					10
9. Физические и химические процессы при изготовлении материалов для аддитивных технологий	2					10
Лабораторные работы						
1. Построение 3D модели изделия для последующей печати в среде AutoCad			1			10
2. 3D печать изделия с использованием метода послойного моделирования расплавленной нитью			1			10
3. Исследование механических свойств напечатанного 3D-изделия - изучение нормативных документов для проведения испытаний на растяжение материалов - изучение диаграммы растяжения материала - испытание образцов в зависимости от плотности заполнения			1			10
4. Исследование твердости образцов, полученных способом 3D моделирования - изучение методов определения твердости; - исследование твердости материалов в зависимости от плотности заполнения			1*			10
Практические работы						
1. Исследование структуры металлических образцов методами оптической и растровой электронной микроскопии		1				10
2. Расчет эффективных условий получения порошков заданного состава в шаровых мельницах		1*				10
3. Проведение дисперсионного		1				10

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			
анализа материала, полученного методом аддитивных технологий						
4. Исследование циклической долговечности материалов, полученных методом АТ		1*				14
5. Определение химического состава материалов, полученных методом аддитивных технологий						20
<i>Зачет с оценкой</i>	-	-	-	-	-	-
ИТОГО по дисциплине	12 в том числе в форме практической подготовки: 6	4 в том числе в форме практической подготовки: 1	4 в том числе в форме практической подготовки: 1	-	-	124

* 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 / *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 / *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 и расписанием 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: https://www.openoffice.org/license.html

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 / *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 HNV-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 Иные 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 использо-

вания). 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.