

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по учебной работе  
МГТУ им. Н.Э. Баумана  
*С.В. Альков* С.В. Альков  
«14» марта 2025 г.

Дополнительное профессиональное образование

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ  
«Аддитивные технологии в литейном производстве»

Регистрац. № 06.05-11/90

## Оглавление

<b>1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДПП</b> .....	<b>3</b>
1.1. Цель ДПП .....	3
1.2. Планируемые результаты обучения.....	3
1.3. Дополнительные характеристики ДПП.....	3
1.4. Перечень профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения .....	3
1.5. Соответствие видов деятельности профессиональным компетенциям и их составляющих .....	4
<b>2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН ДПП</b> .....	<b>5</b>
2.1. Категория слушателей ДПП .....	5
2.2. Общая трудоёмкость программы, аудиторная и самостоятельная работа.....	5
2.3. Форма обучения .....	5
2.4. Учебный план.....	5
<b>3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК</b> .....	<b>6</b>
<b>4. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДПП</b> .....	<b>8</b>
<b>5. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДПП</b> .....	<b>14</b>
5.1. Организационные условия реализации ДПП.....	14
5.2. Педагогические условия реализации ДПП .....	14
5.3. Учебно-методическое обеспечение ДПП.....	14
5.4. Методические рекомендации .....	15
<b>6. ФОРМЫ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ДПП</b> .....	<b>16</b>
<b>7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ</b> .....	<b>17</b>
7.1. Паспорт комплекта оценочных средств .....	17
7.2. Комплект оценочных средств.....	17

## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДПП**

Программа подготовлена на основе:

- Федерального закона от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- требований Приказа Минобрнауки России от 01.07.2013 года № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
- методических рекомендаций-разъяснений Минобрнауки России по разработке дополнительных профессиональных программ на основе профессиональных стандартов от 22 апреля 2015 года № ВК-1030/06.

Реализация программы ДПП направлена на получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности.

### **1.1. Цель ДПП**

Сформировать у обучающихся знания, навыки и умения в области обеспечения качества и производительности при производстве изделий методами аддитивных технологий.

### **1.2. Планируемые результаты обучения**

Планируемые результаты обучения по ДПП:

- освоение профессиональных компетенций в процессе изучения перечисленных тем в учебном плане;
- успешное освоение программы повышения квалификации;
- успешное прохождение итоговой аттестации (зачет).

Обучающимся, успешно прошедшим обучение, выполнившим текущие контрольные задания и выдержавшим предусмотренное учебным планом зачет, выдается удостоверение о повышении квалификации по ДПП «Аддитивные технологии в литейном производстве».

### **1.3. Дополнительные характеристики ДПП**

Характеристики новой квалификации определены в приказе Минтруда России от 05.10.2020 №697н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по аддитивным технологиям».

Вид профессиональной деятельности:

- Производство изделий методами аддитивных технологий (Код 40.159).

Трудовые функции:

- Проектирование модели сложного изделия, изготавливаемого методами аддитивных технологий (С/01.6).

**1.4. Перечень профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения**

Получаемые компетенции базируются на основании Приказа Минобрнауки России от 09 августа 2021 г. № 727 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение».

Перечень компетенций:

ОПК-9. Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование.

**1.5. Соответствие видов деятельности профессиональным компетенциям и их составляющих**

Профессиональные компетенции	Практический опыт	Умения	Знания
Проектирование модели сложного изделия, изготавливаемого методами аддитивных технологий (С/01.6)			
ОПК-9. Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование	Проектирование конструкции сложного изделия аддитивного производства	Применять конструкторские системы автоматизированного проектирования для моделирования конструктивных решений и структурно-компоновочных вариантов сложных изделий, изготавливаемых методами аддитивных технологий	Математические модели аддитивных производств: их основные принципы и программная реализация

## 2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН ДПП

### 2.1. Категория слушателей ДПП

Имеющаяся квалификация (требования к слушателям) – к освоению ДПП допускаются лица, имеющие высшее образование.

### 2.2. Общая трудоёмкость программы, аудиторная и самостоятельная работа

Общая трудоёмкость программы 40 академических часов, из них 28 академических часов аудиторной работы, 10 академических часов самостоятельной работы и 2 академических часа итоговой аттестации.

### 2.3. Форма обучения

Форма обучения по ДПП – очная с применением дистанционных образовательных технологий.

### 2.4. Учебный план

ДПП «Аддитивные технологии в литейном производстве» реализуется одним модулем.

№ п/п	Наименование темы, модуля	Форма контроля	Всего, час	В том числе			
				Лекции	Практ. занятия	Самост. работа	Итоговая аттестация
1.	Терминология и классификация. Основные способы выращивания изделий. Материалы для аддитивных технологий. Обзор модельного ряда оборудования с применением аддитивных технологий печати - Binder-Jetting	Устный опрос	14	4	8	2	-
2.	Прохождение полного технологического цикла получения литой заготовки с использованием аддитивных технологий (построение разовой песчаной формы)	Устный опрос	4	2	-	2	-
3.	Особенности литья цветных и черных сплавов в разовые песчаные формы, полученные послойным синтезом	Устный опрос	4	2	-	2	-
4.	Подготовка модели к компьютерному моделированию	Устный опрос	6	4	-	2	-

	заполнения и кристаллизации. Гравитационная заливка. Разбор процесса моделирования на примере в программе Flow 3D						
5.	Основы технологии ХТС. Исследование основных свойств литейных форм ХТС	Устный опрос	10	4	4	2	-
6.	Итоговая аттестация	Зачет	2	-	-	-	2
	ИТОГО	-	40	16	12	10	2

### 3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

№ п/п	Наименование темы, модуля	1 день	2 день	3 день	4 день	5 день
1.	Терминология и классификация. Основные способы выращивания изделий. Материалы для аддитивных технологий. Обзор модельного ряда оборудования с применением аддитивных технологий печати - Binder-Jetting					
2.	Прохождение полного технологического цикла получения литой заготовки с использованием аддитивных технологий (построение разовой песчаной формы)					
3.	Особенности литья цветных и черных сплавов в разовые песчаные формы, полученные послойным синтезом					
4.	Подготовка модели к компьютерному моделированию заполнения и кристаллизации. Гравитационная заливка. Разбор процесса моделирования на примере в программе Flow 3D					
5.	Основы технологии ХТС. Исследование основных свойств литейных форм ХТС					
6.	Итоговая аттестация					Зачет

Минимальный срок освоения ДПП – 5 дней.

## 4. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДПП

### 4.1. Рабочая программа модуля «Аддитивные технологии в литейном производстве»

4.1.1. Цель изучения модуля: сформировать у обучающихся знания, навыки и умения в области обеспечения качества и производительности при производстве изделий методами аддитивных технологий.

4.1.2. Задачи изучения модуля:

- знакомство с основной терминологией и классификацией аддитивных технологий;
- изучение полного технологического цикла получения литой заготовки с использованием аддитивных технологий;
- изучение пакета программ Flow 3D.

4.1.3. Планируемые результаты обучения

Процесс изучения раздела направлен на формирование следующих компетенций

Код компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по модулю	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
ОПК-9	<b>Знать:</b> Математические модели аддитивных производств: их основные принципы и программная реализация. <b>Уметь:</b> Применять конструкторские системы автоматизированного проектирования для моделирования конструктивных решений и структурно-компоновочных вариантов сложных изделий, изготавливаемых методами аддитивных технологий. <b>Владеть:</b> Проектирование конструкции сложного изделия аддитивного производства.	Формы обучения: Фронтальная. Методы обучения: Лекция; Практическое занятие; Самостоятельная работа.

4.1.4 Содержание курса

**Тема 1. Терминология и классификация. Основные способы выращивания изделий. Материалы для аддитивных технологий. Обзор модельного ряда оборудования с применением аддитивных технологий печати - Binder-Jetting (14 часов)**

Лекции (4 часа). Описание основной терминологии и классификации аддитивных технологий. Указание преимуществ и недостатков по каждой технологии. Описание материалов для выращивания. Анализ оборудования для аддитивных технологий.

Практические занятия (8 часов). Получение модели для печати по технологии ВJ. Практическое занятие на оборудовании, его изучение. Получение навыков реверс-инжиниринга, изучение оборудования и технологии.

Самостоятельная работа (2 часа). Проработка материала дополнительной литературы по теме.

Наименование темы	Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение	Формы самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Форма контроля
Терминология и классификация. Основные способы выращивания изделий. Материалы для аддитивных технологий. Обзор модельного ряда оборудования с применением аддитивных технологий печати - Binder-Jetting	Аддитивные технологии печати	Проработка дополнительной литературы	Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б. Технологии аддитивного производства: пер. с англ. / Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б.; ред. пер. Шишковский И.В. – М.: Техносфера, 2016. – 646 с.	Устный опрос

**Тема 2. Прохождение полного технологического цикла получения литой заготовки с использованием аддитивных технологий (построение разовой песчаной формы) (4 часа)**

Лекции (2 часа). Описание полного технологического цикла на примере получения производственной отливки. Показать преимущество технологии для топологических отливок.

Самостоятельная работа (2 часа). Проработка материала дополнительной литературы по теме.

Наименование темы	Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение	Формы самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Форма контроля
Прохождение полного технологического цикла получения литой заготовки с использованием аддитивных технологий (построение разовой песчаной формы)	Технологический цикл аддитивного производства	Проработка дополнительной литературы	Лазерные аддитивные технологии в машиностроении : учебное пособие / Григорьянц А.Г. и др. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. – 278 с.	Устный опрос

### **Тема 3. Особенности литья цветных и черных сплавов в разовые песчаные формы, полученные послойным синтезом (4 часа)**

Лекции (2 часа). История развития аддитивного производства. Перспективы и направления развития. Терминология и классификация аддитивных технологий. Примеры и демонстрация готовых изделий.

Виды аддитивных технологий, такие как FDM, SLA, MJM. Примеры изделий по различным аддитивным технологиям. Материалы, применяемые в аддитивных технологиях. Назначение поддержки. Ее виды, методы формирования, возможные дефекты. Влияние угла нависания детали.

Самостоятельная работа (2 часа). Проработка материала дополнительной литературы по теме.

Наименование темы	Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение	Формы самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Форма контроля
Особенности литья цветных и черных сплавов в разовые песчаные формы, полученные послойным синтезом	Песчаные формы	Проработка дополнительной литературы	Технология литейного производства. Литье в песчаные формы: учебник для вузов / Трухов А.П., Сорокин Ю.А., Ершов М.Ю. [и др.]; ред. Трухов А.П. – М.: Академия, 2005. – 523 с.	Устный опрос

**Тема 4. Подготовка модели к компьютерному моделированию заполнения и кристаллизации. Гравитационная заливка. Разбор процесса моделирования на примере в программе Flow 3D (6 часов)**

Лекции (4 часа). Создание модели отливки с ЛПС (литниково-питающей системой). Загрузка полученной модели и задание условий моделирования. Получение и анализ результатов моделирование заливки. Получение и анализ результатов моделирования кристаллизации.

Самостоятельная работа (2 часа). Проработка материала дополнительной литературы по теме.

Наименование темы	Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение	Формы самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Форма контроля
Подготовка модели к компьютерному моделированию заполнения и кристаллизации. Гравитационная заливка. Разбор процесса моделирования на примере в программе Flow 3D	Моделирование отливок	Проработка дополнительной литературы	Тарасова Т.В. Аддитивное производство: учебное пособие для вузов / Тарасова Т.В.; Моск. гос. технологический ун-т «Станкин». – М.: ИНФРА-М, 2019. – 194 с.	Устный опрос

**Тема 5. Основы технологии ХТС. Исследование основных свойств литейных форм ХТС (10 часов)**

Лекции (4 часа). Описание технологического процесса ХТС. Особенности проектирования оснастки для ХТС. Материалы для ХТС процесса. Оборудование для ХТС.

Практические занятия (4 часа). Получение результатов исследование газопроницаемости, осыпаемости и прочности ХТС образцов. Составление отчета.

Самостоятельная работа (2 часа). Проработка материала дополнительной литературы по теме.

Наименование темы	Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение	Формы самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Форма контроля
Основы технологии ХТС. Исследование основных свойств литейных форм ХТС	Технология ХТС	Проработка дополнительной литературы	Антонова В.С., Осовская И.И. Аддитивные технологии: учебное пособие / Антонова В.С., Осовская И.И. – Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2017.	Устный опрос

4.1.5. Оценочное средство для текущего контроля (примерные вопросы для устного опроса):

*Тема 1.*

1. Что такое аддитивны технологии?
2. Классификация аддитивных технологий по принципу построения.
3. Какой диаметр имеет филамент?

*Тема 2.*

1. Основные этапы проектирования отливки?
2. Величина минимального зазора в замках песчаных форм?
3. Минимальный уклон в замках песчаных форм?

*Тема 3.*

1. Максимальная высота падения алюминиевого расплава в литейной форме?
2. Подготовка поверхности литейной формы при заливке чугуна или стали?
3. Какая литниковая системы у алюминиевых сплавов?

*Тема 4.*

1. Минимальное количество ячеек на минимальную толщину стенки отливки?
2. Какие параметры необходимо задать для моделирования заполнения формы?
3. В каком формате загружается модель в программу Flow 3D?

*Тема 5.*

1. На что влияет фракция песка в ХТС?
2. Как расшифровывается ХТС?
3. Какие компоненты используются в ХТС?

## 5. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДПП

### 5.1. Организационные условия реализации ДПП

Наименование аудитории	Вид занятия	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория для проведения лекций/семинаров	Лекции	ПК с доступом в Интернет и возможностью просмотра файлов в формате *.ppt, *.pptx, *.pdf, проектор/телевизор/монитор.
Лаборатория кафедры МТ5	Практические занятия	ПК с доступом в Интернет и возможностью просмотра файлов в формате *.ppt, *.pptx, *.pdf, проектор/телевизор/монитор, Flow 3D.
Коворкинги, учебные залы и т.д.	Самостоятельная работа	ПК с доступом в Интернет и возможностью просмотра файлов в формате *.html, *.doc, *.docx, *.pdf, *.djvu.
Аудитория для проведения лекций/семинаров	Итоговая аттестация	ПК с доступом в Интернет и возможностью просмотра файлов в формате *.html, *.doc, *.docx, *.pdf, *.djvu, лист бумаги формата А4, ручка.

### 5.2. Педагогические условия реализации ДПП

Реализация программы обеспечивается преподавательским составом, удовлетворяющим следующим условиям:

- наличие высшего профессионального образования, соответствующее профилю программы, из числа штатных преподавателей, или привлеченных на условиях почасовой оплаты труда;
- значительный опыт практической деятельности в соответствующей сфере из числа штатных преподавателей или привлеченных на условиях почасовой оплаты труда

### 5.3. Учебно-методическое обеспечение ДПП

Основная литература:

1. Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б. Технологии аддитивного производства: пер. с англ. / Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б.; ред. пер. Шишковский И.В. – М.: Техносфера, 2016. – 646 с. : ил. - (Мир станкостроения). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-94836-447-6.
2. Лазерные аддитивные технологии в машиностроении: учебное пособие / Григорьянц А.Г. и др. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. – 278 с. : ил. - Библиогр.: с. 273-274. - ISBN 978-5-7038-4976-7.
3. Технология литейного производства. Литье в песчаные формы: учебник для вузов / Трухов А.П., Сорокин Ю.А., Ершов М.Ю. [и др.]; ред. Трухов А.П. – М.: Академия, 2005. – 523 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Машиностроение). - Библиогр.: с. 515-517. - ISBN 5-7695-1757-3.
4. Тарасова Т.В. Аддитивное производство: учебное пособие для вузов / Тарасова Т.В.; Моск. гос. технологический ун-т «Станкин». – М.: ИНФРА-М, 2019. – 194 с.: ил. - (Высшее образование: Специалитет). - Библиогр.: с. 189-193. - ISBN 978-5-16-014676-8. - ISBN 978-5-16-107186-1.

5. Антонова В.С., Осовская И.И. Аддитивные технологии: учебное пособие / Антонова В.С., Осовская И.И. – Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2017.

#### **5.4. Методические рекомендации**

ДПП построена по тематическому принципу, каждый раздел представляет собой логически заверченный материал.

Преподавание программы основано на личностно-ориентированной технологии образования, сочетающей два равноправных аспекта этого процесса: обучение и учение. Личностно-ориентированный подход развивается при участии слушателей в активной работе на практических занятиях. Личностно-ориентированный подход направлен, в первую очередь, на развитие индивидуальных способностей обучающихся, создание условий для развития творческой активности слушателя и разработке инновационных идей, а также на развитие самостоятельности мышления при решении учебных задач разными способами, нахождение рационального варианта решения, сравнения и оценки нескольких вариантов их решения и т.п. Это способствует формированию приемов умственной деятельности по восприятию новой информации, ее запоминанию и осознанию, созданию образов для сложных понятий и процессов, приобретению навыков поиска решений в условиях неопределенности.

Практические занятия проводятся для приобретения навыков решения практических задач в предметной области модуля. Задания, выполняемые на практических занятиях, выполняются с использованием активных и интерактивных методов обучения.

Самостоятельная работа слушателей предназначена для проработки дополнительной литературы. Результаты практических заданий слушателей учитываются на итоговой аттестации.

При изучении курса предусмотрены следующие методы организации и осуществления учебно-познавательной деятельности:

- объяснительно-иллюстративный метод;
- репродуктивный метод;
- частично-поисковый метод.

## 6. ФОРМЫ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ДПП

Итоговая аттестация проводится в форме зачета для проверки сформированности компетенций, полученных в рамках ДПП.

Зачет проводится в формате тестирования. Результатом зачета служат правильные ответы на вопросы билета. Билет состоит из вопросов и теста.

По результатам итоговой аттестации обучающемуся выставляется оценка «ЗАЧТЕНО/НЕ ЗАЧТЕНО»:

Оценка «ЗАЧТЕНО» выставляется обучающемуся, который:

- в полной мере ответил на 2 из 3 вопросов билета;
- правильно ответил не менее, чем на 60% вопросов теста;
- продемонстрировал необходимые систематизированные знания и достаточную степень владения принципами предметной области программы, понимание их особенностей и взаимосвязь между ними в течение всего срока обучения по ДПП.

Оценка «НЕ ЗАЧТЕНО» ставится обучающемуся, который:

- ответил менее, чем на 2 из 3 вопросов билета;
- правильно ответил менее, чем на 60% вопросов теста;
- имеет крайне слабые теоретические и практические знания, обнаруживает неспособность к построению самостоятельных заключений.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 7.1. Паспорт комплекта оценочных средств

Предметы оценивания	Объекты оценивания	Показатели оценки
ОПК-9. Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование	Ответы на вопросы	Количество правильных ответов

### 7.2. Комплект оценочных средств

#### 7.2.1. Темы для подготовки к зачету:

1. Технологии послойного синтеза.
2. Компьютерное моделирование литейных процессов.
3. Технология получения ХТС форм.

#### 7.2.2. Примерные вопросы для проведения зачёта:

1. Способы получения разовых литейных форм?
2. Величина слоя выращивания и фракция песка при печати разовых литейных форм?
3. Особенности проектирования форм для 3D печати?
4. На каком математическом методе построен расчёт в программе Flow 3D?
5. Какие ограничения при моделировании литейных процессов?
6. Как быть, если в справочнике нет наименования необходимого сплава для моделирования?
7. Какие смолы используются в ХТС?
8. Какие связующие используются при ХТС?
9. Какая минимальная шероховатость поверхности отливки при литье в ХТС?

#### Примерные вопросы теста для проведения зачета:

1. Что такое аддитивные технологии?
  - а) Технологии, основанные на послойном нанесении материала.
  - б) Технологии, основанные на механической обработке материала.
  - в) Технологии, основанные на изменении химического состава материала.
  - г) Технологии, основанные на использовании высоких температур.

2. Какие материалы используются в аддитивных технологиях для литейного производства?

- а) Металлы и сплавы.
- б) Пластики и полимеры.
- в) Керамика и стекло.
- г) Все перечисленные варианты.

3. Какой из перечисленных методов относится к аддитивным технологиям?

- а) Литьё под давлением.
- б) Инжекционное моделирование.
- в) Стереолитография.
- г) Центробежное литьё.

4. Какое преимущество имеют аддитивные технологии по сравнению с традиционными методами литья?

- а) Более высокая скорость производства.
- б) Возможность создания сложных геометрических форм.
- в) Меньшее количество отходов.
- г) Все перечисленные варианты.

5. Какой из перечисленных материалов является наиболее распространённым для использования в аддитивных технологиях в литейном производстве?

- а) Сталь.
- б) Алюминий.
- в) Титан.
- г) Никель.

6. Что такое 3D-печать?

- а) Процесс создания трёхмерных объектов путём послойного нанесения материала.
- б) Процесс создания трёхмерных объектов путём механической обработки материала.
- в) Процесс создания трёхмерных объектов путём изменения химического состава материала.
- г) Процесс создания трёхмерных объектов путём использования высоких температур.

7. Какие преимущества имеет 3D-печать по сравнению с традиционными методами литья?
- а) Более низкая стоимость производства.
  - б) Возможность создания индивидуальных изделий.
  - в) Меньшее время на подготовку производства.
  - г) Все перечисленные варианты.
8. Какие ограничения существуют для использования аддитивных технологий в литейном производстве?
- а) Ограничения по размеру изделий.
  - б) Ограничения по сложности геометрических форм.
  - в) Ограничения по выбору материалов.
  - г) Все перечисленные варианты.
9. Какие области применения имеют аддитивные технологии в литейном производстве?
- а) Создание прототипов и моделей.
  - б) Изготовление инструментов и оснастки.
  - в) Производство конечных изделий.
  - г) Все перечисленные варианты.
10. Какие факторы влияют на выбор метода аддитивной технологии для литейного производства?
- а) Тип материала.
  - б) Сложность геометрической формы.
  - в) Размер изделия.
  - г) Все перечисленные варианты.
11. Какие проблемы могут возникнуть при использовании аддитивных технологий в литейном производстве?
- а) Проблемы с качеством поверхности изделий.
  - б) Проблемы с прочностью и долговечностью изделий.
  - в) Проблемы с точностью изготовления.
  - г) Все перечисленные варианты.

12. Какие меры можно предпринять для улучшения качества изделий, изготовленных с помощью аддитивных технологий?

- а) Оптимизация параметров печати.
- б) Использование дополнительных методов обработки.
- в) Контроль качества материалов.
- г) Все перечисленные варианты.

13. Какие тенденции развития существуют для аддитивных технологий в литейном производстве?

- а) Увеличение скорости производства.
- б) Снижение стоимости оборудования и материалов.
- в) Расширение ассортимента используемых материалов.
- г) Все перечисленные варианты.

14. Какие перспективы имеют аддитивные технологии в литейном производстве?

- а) Увеличение объёмов производства.
- б) Расширение областей применения.
- в) Снижение себестоимости продукции.
- г) Все перечисленные варианты.

15. Какие новые возможности открываются благодаря использованию аддитивных технологий в литейном производстве?

- а) Возможность создания изделий сложной геометрии.
- б) Возможность изготовления индивидуальных изделий.
- в) Возможность сокращения времени на подготовку производства.
- г) Все перечисленные варианты.