



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Самарский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

**УТВЕРЖДЕНА**

методическим советом ИДО

И.о. директора ИДО С.А. Ефимова

«26» декабря 2023 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
повышения квалификации**

**Интеграция аддитивных технологий и литейного производства**

Самара 2024 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Общая характеристика программы	5
1.1.	Цель реализации программы	5
1.2.	Нормативная правовая база	5
1.3.	Планируемые результаты обучения	5
1.4.	Категория слушателей	6
1.5.	Форма и продолжительность обучения, срок освоения	6
1.6.	Документ о квалификации	7
2.	Организационно-педагогические условия реализации программы	7
2.1.	Кадровое обеспечение	7
2.2.	Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение программы	7
3.	Содержание программы	8
3.1.	Календарный учебный график	8
3.2.	Учебный план	8
4.	Рабочая программа дисциплины, формы аттестации и оценочные материалы	9
4.1.	Рабочая программа дисциплины «Интеграция аддитивных технологий и литейного производства»	9
4.1.1.	Содержание дисциплины	9
4.1.2.	Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины	10
4.1.3.	Формы аттестации и оценочные материалы	10
5.	Программа итоговой аттестации	11
5.1.	Содержание итоговой аттестации, форма аттестации и критерии оценивания	11
5.2.	Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение	12

## **1. Общая характеристика программы**

### **1.1. Цель реализации программы**

**Цель:** актуализация и формирование у слушателей необходимых профессиональных знаний и умений соответствующего уровня квалификации в области профессиональной деятельности по интеграции аддитивных технологий и литейного производства для повышения производительности труда, снижения затрат и повышения качества продукции в литейном производстве за счет внедрения новой техники и технологий.

### **1.2. Нормативная правовая база**

Программа разработана на основании:

- Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ;
- приказа Министерства образования и науки РФ от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
- приказа Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «22» октября 2020 г. № 740н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по внедрению новой техники и технологий в литейном производстве»;
- письма Министерства образования и науки РФ от 30 марта 2015 г. N АК-821/06 «О направлении методических рекомендаций по итоговой аттестации слушателей»;
- письма Министерства образования и науки РФ от 22 апреля 2015 г. N ВК-1032/06 «О направлении методических рекомендаций»;
- письма Министерства образования и науки РФ от 21 апреля 2015 г. N ВК-1013/06 «О направлении методических рекомендаций по реализации дополнительных профессиональных программ»;
- профессионального стандарта «Специалист по внедрению новой техники и технологий в литейном производстве», утвержден Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 29 октября 2020 г. № 740н;
- Устава Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет», утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.12.2018 г. № 1216.

### **1.3. Планируемые результаты обучения**

Программа направлена на совершенствование профессиональных компетенций, таких как:

- анализ отечественного и зарубежного опыта, передовых достижений в технике и технологии литейного производства;
- разработка новых технологических процессов получения отливок средней сложности с учетом возможностей новой техники и требований новой технологии.

Таблица 1.1

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Нормативный документ (название, реквизиты), на основании которого сформулирована компетенция), данные анализа рынка труда</b>
ПК-1 Анализ отечественного и зарубежного опыта, передовых достижений в технике и технологии литейного производства	Профессиональный стандарт «Специалист по внедрению новой техники и технологий в литейном производств», утвержден Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 29 октября 2020 г. № 740н
ПК-2 Разработка новых технологических процессов получения отливок средней сложности с учетом возможностей новой техники и требований новой технологии	Профессиональный стандарт «Специалист по внедрению новой техники и технологий в литейном производств», утвержден Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 29 октября 2020 г. № 740н

Таблица 1.2

<b>ПК-1</b>		
<b>Знания</b>	<b>Умения</b>	<b>Практический опыт</b>
Знать аддитивные технологии, применяемые в литейном производстве, и особенности их адаптации в условиях отечественного производства	Уметь выполнять поиск данных о передовых технологиях и технике, применяемых на отечественных и зарубежных литейных производствах, в электронных справочных системах и библиотеках	Владеть анализом перспективных технологических решений, сравнение их с типовыми технологиями, применяемыми в литейном производстве, выявление преимуществ и недостатков
<b>ПК-2</b>		
<b>Знания</b>	<b>Умения</b>	<b>Практический опыт</b>
Знать основные технологические процессы получения отливок специальными видами литья и их особенности	Уметь использовать пакеты прикладных программ для моделирования процесса заполнения литейной формы и затвердевания отливки	Владеть моделированием процесса заполнения литейной формы и затвердевания отливки средней сложности в пакетах прикладных программ

#### 1.4. Категория слушателей

Лица, имеющие высшее образование из числа инженерно-технических работников (далее – ИТР) литейного производства и профессорско-преподавательского состава (далее – ППС) вузов.

#### 1.5. Форма и продолжительность обучения, срок освоения

Форма обучения – очная.

Срок освоения: 42 часа, в том числе 30 часов – лекции, 10 часов – самостоятельная работа, 2 часа – проведение итоговой аттестации.

Продолжительность обучения: 5 дней.

## 1.6. Документ о квалификации

Обучающимся, успешно освоившим программу, выдается удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

## 2. Организационно-педагогические условия реализации программы

### 2.1. Кадровое обеспечение

Реализация программы обеспечивается профессорско-преподавательским составом СамГТУ.

Таблица 2

ФИО преподавателя / ведущего специалиста	Специальность, присвоенная квалификация по диплому	Место работы, должность (основное место работы)	Дополнительные квалификации (диплом по переподготовке, если документ имеет отношение к преподаваемой дисциплине / теме....	Ученая степень, ученое (почетное) звание	Наименование преподаваемой дисциплины (модуля), практики/стажировки / темы / раздела ...
Никитин Константин Владимирович	Инженер-механик по специальности «Машины и технология литейного производства»	СамГТУ, ФММТ, декан	-	д.т.н., профессор	Интеграция аддитивных технологий литейного производства и

### 2.2. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение программы

Для проведения аудиторных занятий используются учебные аудитории, оснащенные техническими средствами обучения (мультимедийным и презентационным оборудованием) для представления учебной информации и специализированные лаборатории Центра литейных технологий, оснащенные высокотехнологичным оборудованием.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью выхода в сеть «Интернет» и обеспечены доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ.

Основная литература:

1. Аддитивные технологии в литейном производстве: учеб. пособие / К.В. Никитин. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2022. – 82 с.

2. Никитин, К.В. Инновации в литье по выплавляемым моделям //К.В. Никитин, А.В. Соколов, В.И. Никитин, В.Н. Дьячков// Самара: Изд-во СамНЦ РАН, 2017. – 144 с.

Дополнительная литература:

1. Никитин К.В., Дунаев Д.А., Жаткин С.С., Никитин В.И. Исследование структуры и свойств наплавленных зон из присадочной проволоки Св-АК5 при роботизированной наплавке. *Izvestiya Vuzov. Tsvetnaya Metallurgiya*. 2022;28(4):67-74. <https://doi.org/10.17073/0021-3438-2022-4-67-74>.

2. Никитин К.В., Тукабайов Б.Н., Дьячков В.Н., Никитин В.И., Деев В.Б., Баринов А.Ю. Совершенствование процесса литья в керамические формы за счет

применения аддитивных технологий при изготовлении модельных комплектов. Izvestiya Vuzov. Tsvetnaya Metallurgiya. 2021;27(5). <https://doi.org/10.17073/0021-3438-2021-5-58-66>

### 3. Содержание программы

#### 3.1. Календарный учебный график

ЛЗ – лекционные занятия  
 ПЗ – практические занятия  
 ЛР – лабораторная работа  
 СР – самостоятельная работа  
 ПА – промежуточная аттестация  
 ИА – итоговая аттестация

Таблица 3

Период обучения – (5 дней)					
1 день	2 день	3 день	4 день	5 день	Итого часов
ЛЗ (6 ч) СР (2 ч)	ЛЗ (6 ч) СР (2 ч)	ЛЗ (6 ч) СР (2 ч)	ЛЗ (6 ч) СР (4 ч)	ЛЗ (6 ч) ИА (2 ч)	ЛЗ (30 ч) СР (10 ч) ИА (2 ч)

#### 3.2. Учебный план

Таблица 4

N п/п	Наименование дисциплины (модуля), раздела / практики (стажировки)	Всего (ч)	ЛЗ (ч)	ЛЗ (эл.ч)	ПЗ (ч)	ПЗ (эл.ч)	ЛР (ч)	СР (ч)	Форма ПА	Форма ИА	Код компетенции
1.	Особенности литейного производства, как основной заготовительной базы машиностроения	8	6	-	-	-	-	2	-		ПК-1, ПК-2
2.	Характеристика аддитивного производства	8	6	-	-	-	-	2	-		ПК-1, ПК-2
3	Особенности интеграции аддитивных технологий и литейного производства	8	6	-	-	-	-	2	-		ПК-1, ПК-2
4	Применение аддитивных технологий в литейном производстве	10	6	-	-	-	-	4	-		ПК-1, ПК-2
5	Технология создания изделий способом послойной электродуговой наплавки с использованием металлической проволоки	6	6	-	-	-	-	-	-		ПК-1, ПК-2
	Итоговая аттестация	2								Устный опрос	ПК-1, ПК-2

#### 4. Рабочие программы дисциплины, формы аттестации и оценочные материалы

##### 4.1. Рабочая программа дисциплины «Интеграция аддитивных технологий и литейного производства»

##### 4.1.1. Содержание дисциплины

Наименование дисциплины, темы	Содержание дисциплины, темы	ЛЗ / ч	ПЗ / ч	ЛР / ч	СР / ч	Форма ИА / ч
						Устный опрос / 2 ч
Тема 1. Особенности литейного производства, как основной заготовительной базы машиностроения	Особенности литейного производства, как основной заготовительной базы машиностроения: характеристика литейного производства, преимущества, способы литья, особенности традиционных литейных процессов	6			2	
Тема 2. Характеристика аддитивного производства	Характеристика аддитивного производства (АП): основные термины и определения, краткая история и основные тенденции развития аддитивных технологий; технологии, материалы и оборудование для аддитивного производства; обратный инжиниринг – элемент технологий аддитивного производства	6			2	
Тема 3. Особенности интеграции аддитивных технологий и литейного производства	Особенности производства литых изделий при традиционном и аддитивном подходе; применение технологий АП при подготовке литейного производства	6			2	
Тема 4. Применение аддитивных технологий в литейном производстве	SLA-технологии для изготовления пресс-форм в литье по выплавляемым моделям; Создание математических моделей пресс-форм; Применение FDM-технологии в литье по выжигаемым моделям; Технологии аддитивного производства при литье в формы из холодно-твердеющих смесей	6			2	
Тема 5. Технология создания изделий способом послойной электродуговой наплавки с использованием металлической проволоки	Сравнение технологий АП, использующих металлические материалы схема реализации WAAM-технологии по GMAW-процессу на базе роботизированного комплекса; Роботизированный комплекс для реализации WAAM-технологии по GMAW-процессу	6			2	

#### **4.1.2. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для проведения аудиторных занятий используются учебные аудитории, оснащенные техническими средствами обучения (мультимедийным и презентационным оборудованием) для представления учебной информации и специализированные лаборатории Центра литейных технологий, оснащенные высокотехнологичным оборудованием.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью выхода в сеть «Интернет» и обеспечены доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ.

Основная литература:

1. Аддитивные технологии в литейном производстве: учеб. пособие / *К.В. Никитин*. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2022. – 82 с.

2. Никитин, К.В. Инновации в литье по выплавляемым моделям //К.В. Никитин, А.В. Соколов, В.И. Никитин, В.Н. Дьячков// Самара: Изд-во СамНЦ РАН, 2017. – 144 с.

Дополнительная литература:

1. Никитин К.В., Дунаев Д.А., Жаткин С.С., Никитин В.И. Исследование структуры и свойств наплавленных зон из присадочной проволоки Св-АК5 при роботизированной наплавке. *Izvestiya Vuzov. Tsvetnaya Metallurgiya*. 2022;28(4):67-74. <https://doi.org/10.17073/0021-3438-2022-4-67-74>.

2. Никитин К.В., Тукабайов Б.Н., Дьячков В.Н., Никитин В.И., Деев В.Б., Баринов А.Ю. Совершенствование процесса литья в керамические формы за счет применения аддитивных технологий при изготовлении модельных комплектов. *Izvestiya Vuzov. Tsvetnaya Metallurgiya*. 2021;27(5). <https://doi.org/10.17073/0021-3438-2021-5-58-66>

#### **4.1.3. Формы аттестации и оценочные материалы**

Итоговый контроль успеваемости осуществляется по итогам освоения программы в форме устного опроса.

«Зачтено» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на 50% и более оценивается не ниже «удовлетворительно» при условии отсутствия критерия «неудовлетворительно». Выставляется, когда обучающийся показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

«Не зачтено» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций менее чем 45% оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

### **5. Программа итоговой аттестации**

#### **5.1. Содержание итоговой аттестации, форма аттестации и критерии оценивания**

Итоговая аттестация проводится в форме устного опроса.

Вопросы к итоговой аттестации.

1. Взаимосвязь машиностроения с металлургическими и литейными производствами.
2. Классификация способов литья по виду продукции.
3. Классифицируете свои способы литья по постоянству литейной формы и моделям.
4. Привести принципиальную схему литья в формы из холодно-твердеющих смесей.
5. Указать несколько преимуществ литья в формы из холодно-твердеющих смесей по сравнению с литьем в песчано-глинистые смеси.
6. Указать несколько преимуществ литья по выплавляемым моделям по сравнению с песчано-глинистыми формами (ПГФ) и формами из холодно-твердеющих систем (ХТС).
7. Основные термины и определения аддитивного производства.
8. Основные отрасли промышленности, применяющие аддитивные технологии.
9. Основные преимущества АТ
10. Укрупненная схема аддитивного производства
11. Расширенная классификация аддитивных технологий
12. Классификация АТ по ASTM
13. Приведите классификацию аддитивных технологий по ключевой технологии
14. Дайте определение реверс-инжиниринга.
15. Приведите основные этапы реверс-инжиниринга.
16. По каким признакам реверс-инжиниринг можно отнести к цифровым технологиям?
17. Применение технологий АП при подготовке литейного производства.
18. Изготовление литейной песчано-смоляной формы по аддитивному процессу.
19. Изготовление мастер-модели по аддитивному процессу.
20. Изготовление выплавляемой модели по аддитивному процессу.
21. Изготовление модельного комплекта по аддитивному процессу для литья в ПГФ, ХТС.
22. Какие аддитивные технологии можно применять для изготовления разовых литейных форм?
23. Какие аддитивные технологии можно применять для изготовления разовых моделей? Для какого способа литья?
24. Какие аддитивные технологии можно применять для изготовления пресс-форм? Для какого способа литья?
25. Какие аддитивные технологии можно применять для изготовления постоянных (многоразовых) моделей отливок и элементов литниково-питающих систем? Для какого способа литья?
26. Какие аддитивные технологии можно применять для изготовления мастер-моделей? В чем состоит отличительная особенность получения мастер-моделей от постоянных (многоразовых) моделей?
27. Назовите основные характеристики принтера, работающего по SLA-технологии.
28. Какие структуры внутреннего заполнения наиболее технологичны для изготовления выжигаемых моделей по FDM-технологии?
29. Приведите пример комплексного использования реверс-инжиниринга и FDM-технологии для получения отливки технического назначения.

30. Назовите аддитивную технологию, которую можно использовать для изготовления модельного комплекта в литье по холодно-твердеющим смесям. Приведите пример.

31. Какой конструкторский прием можно использовать при проектировании 3D-моделей, когда их габаритные размеры превышают размеры рабочего поля 3D-принтера?

32. Назовите основные этапы создания 3D-модели при использовании бесконтактного метода реверс-инжиниринга.

## **5.2. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение**

Для проведения итоговой аттестации используется учебная аудитория, оснащенная техническими средствами обучения (мультимедийным и презентационным оборудованием) для представления учебной информации. Аудитория оснащена компьютерной техникой с возможностью выхода в сеть Интернет и обеспечены доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ.

Для подготовки к итоговой аттестации слушатели используют материалы данной программы и литературные источники.

Итоговая аттестация в форме устного опроса позволяет оперативно оценить освоение лекционного материала.

Критерии оценивания устного опроса:

- полнота и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа.

Обучающему засчитывается результат ответа при устном опросе, если обучающийся дает развернутый ответ, который представляет собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывает его умение применять определения, правила в конкретных случаях. И не засчитывается, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

Основная литература:

1. Аддитивные технологии в литейном производстве: учеб. пособие / К.В. Никитин. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2022. – 82 с.
2. Никитин, К.В. Инновации в литье по выплавляемым моделям //К.В. Никитин, А.В. Соколов, В.И. Никитин, В.Н. Дьячков// Самара: Изд-во СамНЦ РАН, 2017. – 144 с.

Дополнительная литература:

3. Никитин К.В., Дунаев Д.А., Жаткин С.С., Никитин В.И. Исследование структуры и свойств наплавленных зон из присадочной проволоки Св-АК5 при роботизированной наплавке. *Izvestiya Vuzov. Tsvetnaya Metallurgiya*. 2022;28(4):67-74. <https://doi.org/10.17073/0021-3438-2022-4-67-74>.
4. Никитин К.В., Тукабайов Б.Н., Дьячков В.Н., Никитин В.И., Деев В.Б., Баринов А.Ю. Совершенствование процесса литья в керамические формы за счет применения аддитивных технологий при изготовлении модельных комплектов. *Izvestiya Vuzov. Tsvetnaya Metallurgiya*. 2021;27(5). <https://doi.org/10.17073/0021-3438-2021-5-58-66>.