



**ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ
ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ
повышения квалификации
«Технологии и оборудование аддитивного производства»,**

Текущий контроль

Текущий контроль проводится в соответствии с характеристиками контрольных заданий и представлен в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика заданий текущего контроля

| Наименование дисциплины (модуля) | Форма контроля/наименование контрольной точки | Пример задания | Критерии оценки |
|--|---|--|---|
| Технологии и оборудование аддитивного производства | | | |
| Технологии аддитивного производства изделий из полимерных материалов | Тестирование | <p>1. 1. Тесселяция - это</p> <p>а. процесс переработки полимерных материалов</p> <p>б. процесс преобразования геометрической модели (например, CAD) в STL-модель</p> <p>в. процесс удаления поддерживающих структур</p> <p>ответ - б</p> <p>2. Слайсер - это</p> <p>а. инструмент для удаления поддерживающей структуры</p> <p>б. программное обеспечение для</p> | <p><i>Оценка: 5</i> <i>Нижний порог выполнения задания в процентах: 70</i> <i>Описание характеристики выполнения знания:</i> <i>Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно.</i></p> <p><i>Оценка: 4</i> <i>Нижний порог выполнения задания в процентах: 60</i> <i>Описание характеристики выполнения знания:</i> <i>Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач.</i></p> <p><i>Оценка: 3</i> <i>Нижний порог выполнения</i></p> |

| | | | |
|--|--|---|---|
| | | <p>автоматического разделения геометрической модели на подслои</p> <p>в. программная надстройка для одновременной печати нескольких однотипных изделий</p> <p>ответ - б</p> <p>3. Стерелитография - это</p> <p>а. лазерное сканирование изделия для получения 3D-модели</p> <p>б. технология 3d-печати изделий путем послойного отверждения жидкого фотополимера лазерным лучом</p> <p>в. технология нанесения масок на структуры, применяемая в производстве интегральных микросхем</p> <p>ответ - б</p> <p>4. Что такое САМ-система?</p> <p>а. класс продуктов для компьютерной поддержки расчетов и инженерного анализа</p> <p>б. системы для компьютерной поддержки проектирования</p> <p>в. системы компьютерной поддержки производства, необходимая для генерации</p> | <p>задания в процентах: 50</p> <p><i>Описание характеристики выполнения знания:</i></p> <p>Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено.</p> <p><i>Оценка: 2</i></p> <p><i>Нижний порог выполнения задания в процентах: 30</i></p> <p><i>Описание характеристики выполнения знания:</i></p> <p>Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено.</p> |
|--|--|---|---|

| | | | |
|--|---------------------|--|---|
| | | <p>программ управления рабочими органами принтера ответ - в</p> <p>5. Какие из перечисленных САПР содержат в себе САМ-элементы? а. AutoCAD б. Pro/Engineer в. TurboCAD ответ - б</p> | |
| <p>Аддитивные технологии, основанные на плавлении порошка на подложке (PBF).</p> | <p>Тестирование</p> | <p>1. 1. Для формирования изделий из каких материалов возможно использования технологии электронно-лучевого плавления порошка на подложке? а. металлические порошки б. керамические порошки в. полимерные порошки ответ - а</p> <p>2. С какой целью перед началом процесса электронно-лучевого плавления производят охлаждение камеры? а. для подогрева изделия б. для снижения давления в камере в. для стабилизации теплоотвода в процессе формирования изделия ответ - в.</p> | <p><i>Оценка: 5</i> <i>Нижний порог выполнения задания в процентах: 70</i> <i>Описание характеристики выполнения знания:</i> Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно.</p> <p><i>Оценка: 4</i> <i>Нижний порог выполнения задания в процентах: 60</i> <i>Описание характеристики выполнения знания:</i> Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач.</p> <p><i>Оценка: 3</i> <i>Нижний порог выполнения задания в процентах: 50</i> <i>Описание характеристики выполнения знания:</i> Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено.</p> <p><i>Оценка: 2</i> <i>Нижний порог выполнения задания в процентах: 30</i> <i>Описание характеристики выполнения знания:</i> Оценка</p> |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | | <p>3. Какая из двух технологий - электронно-лучевая, или лазерная, обеспечивает объемный нагрев частиц порошка? а. лазерная б. электронно-лучевая в. обе технологии ответ - б.</p> <p>4. Что такое эффект “дымления” при электронно-лучевой наплавке а. появление задымления, ухудшающего наблюдение за процессом б. разлет частиц порошка вследствие накопления отрицательного заряда в. плазменные явления в электронной пушке, приводящие к высоковольтным пробоям ответ - б.</p> <p>5. Вследствие какого из указанных факторов может наблюдаться явление деляминации, или расслоения изделий, формируемых методом PBF? а. неоднородность размеров и характеристик порошков б. появление термических напряжений между слоями</p> | <p>"неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено.</p> |
|--|--|---|--|

| | | | |
|--|--------------|---|---|
| | | в. окисления материала в процессе наплавки ответ - б. | |
| Технологии направленного энерговклада (DED, DMD) с подачей присадочного материала в виде порошка | Тестирование | <p>1. 1. Какие три основных метода подачи порошка в зону выращивания используют для лазерных DMD-процессов</p> <p>а. нижняя подача б. боковая подача в. многоструйная подача г. засыпка с предварительным выравниванием слоя д коаксиальная подача</p> <p>ответ - б, в, д</p> <p>2. К чему приводит неполное расплавление частиц порошка в струе?</p> <p>а. к разбрызгиванию металла б. к формированию шероховатой поверхности в. к возникновению эффекта Марангони</p> <p>ответ - б.</p> <p>3. К чему должно приводить увеличение мощности лазерного луча при сохранении остальных параметров режима постоянными?</p> <p>а. к формированию кинжального проплавления б. к повышению пористости слоя</p> | <p><i>Оценка: 5</i> <i>Нижний порог выполнения задания в процентах: 70</i> <i>Описание характеристики выполнения знания:</i> Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно.</p> <p><i>Оценка: 4</i> <i>Нижний порог выполнения задания в процентах: 60</i> <i>Описание характеристики выполнения знания:</i> Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач.</p> <p><i>Оценка: 3</i> <i>Нижний порог выполнения задания в процентах: 50</i> <i>Описание характеристики выполнения знания:</i> Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено.</p> <p><i>Оценка: 2</i> <i>Нижний порог выполнения задания в процентах: 30</i> <i>Описание характеристики выполнения знания:</i> Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено.</p> |

| | | | |
|--|---------------------|--|---|
| | | <p>в. к увеличению ширины и глубины проплавления</p> <p>ответ - в.</p> <p>4. Оказывает ли струя порошка динамическое воздействие на жидкую ванну при реализации DMD-процесса?</p> <p>а. оказывает, формируются колебания поверхности ванны</p> <p>б. не оказывает</p> <p>в. оказывается, высота ванны увеличивается</p> <p>ответ - а.</p> <p>5. Какие типичные значения имеет коэффициент использования порошка (КИП) при реализации DMD-лазерной наплавки?</p> <p>а. 10-15%</p> <p>б. 15-76%</p> <p>в. 96-98%</p> <p>ответ - б.</p> | |
| <p>Технологии аддитивного формообразования с подачей присадочного материала в виде проволоки</p> | <p>Тестирование</p> | <p>1. 1. В чем отличие TIG процесса наплавки от MIG процесса?</p> <p>а. при TIG наплавке электродом является присадочная проволока, а при MIG используется нерасходуемый вольфрамовый электрод.</p> <p>б. при TIG-процессе подается инертный газ, а при MIG-процесса - химически активный</p> | <p><i>Оценка: 5</i> <i>Нижний порог выполнения задания в процентах: 70</i> <i>Описание характеристики выполнения знания:</i> Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно.</p> <p><i>Оценка: 4</i> <i>Нижний порог выполнения задания в процентах: 60</i> <i>Описание характеристики выполнения знания:</i> Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения</p> |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | | <p>в. при MIG наплавке электродом является присадочная проволока, а при TIG используется нерасходуемый вольфрамовый электрод. ответ - в.</p> <p>2. В чем сущность СМТ-процесса наплавки? а. в применении водяного охлаждения проволоки б. в использования импульсного тока и возвратно- поступательного движения проволоки в. в управляемом охлаждении сопла ответ - б.</p> <p>3. В чем суть запатентованного процесса RPD? а. в применении TIG-наплавки с подачей проволоки б. в применении плазменной наплавки с подачей проволоки в. в применении MIG-наплавки ответ - б.</p> <p>4. В чем основное преимущество СМТ процесса перед MIG - процессом? а. в уменьшении теплоотвода в подслой и его повторного проплавления б. в повышении</p> | <p>задач.</p> <p><i>Оценка: 3</i> <i>Нижний порог выполнения задания в процентах: 50</i> <i>Описание характеристики выполнения знания:</i> Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено.</p> <p><i>Оценка: 2</i> <i>Нижний порог выполнения задания в процентах: 30</i> <i>Описание характеристики выполнения знания:</i> Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено.</p> |
|--|--|---|--|

| | | | |
|---|---------------------------|--|--|
| | | <p>производительности процесса</p> <p>в. в повышении концентрации источника нагрева</p> <p>ответ - а.</p> <p>5. Чем отличается плазменная дуга от плазменной струи?</p> <p>а. в первом случае анод является отдельным электродом, а во втором анодом является изделие</p> <p>б. в применении турбулизаторов для закручивания потока плазмообразующего газа</p> <p>в. в первом случае анодом является изделие, а во втором - отдельный анод-сопло</p> <p>ответ - в.</p> | |
| <p>Принципы разработки аддитивных технологий и выбора элементов оборудования.</p> | <p>Контрольная работа</p> | <p>1. Как влияет на формирование слоя при PBF-процессе изменение скорости сканирования луча?</p> <p>2. Как влияет на формирование слоя при PBF-процессе изменение мощности луча?</p> <p>3. Как влияет на формирование слоя при PBF-процессе изменение мощности луча?</p> <p>4. Как влияет на формирование слоя при PBF-процессе изменение эквивалентной теплопроводности порошкового слоя?</p> <p>5. Что такое</p> | <p><i>Оценка: 5</i> <i>Нижний порог выполнения задания в процентах: 70</i> <i>Описание характеристики выполнения знания:</i> Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно.</p> <p><i>Оценка: 4</i> <i>Нижний порог выполнения задания в процентах: 60</i> <i>Описание характеристики выполнения знания:</i> Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач.</p> <p><i>Оценка: 3</i> <i>Нижний порог выполнения задания в процентах: 50</i></p> |

| | | | |
|--|--|---|---|
| | | погонная энергия процесса и как она связана со скоростью подачи присадочного материала (для DED и DMD-процессов)? | <p><i>Описание характеристики выполнения знания:</i> Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено.</p> <p><i>Оценка: 2</i> <i>Нижний порог выполнения задания в процентах: 30</i></p> <p><i>Описание характеристики выполнения знания:</i> Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено.</p> |
|--|--|---|---|

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по программе проводится в форме зачета, экзамена или отчета о стажировке в соответствии с учебным планом. Характеристика заданий представлена в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика заданий промежуточной аттестации

| Наименование дисциплины (модуля) | Пример задания | Критерии оценки |
|--|------------------|------------------|
| Технологии и оборудование аддитивного производства | Не предусмотрено | Не предусмотрено |

Итоговая аттестация

Итоговая аттестация по программе проводится в форме *итогового зачета*. Характеристика заданий представлена в табл. 3.

Таблица 3

Характеристика заданий итоговой аттестации

| Вид контроля | Краткая характеристика задания | Критерии оценки |
|---------------------|---|---|
| Итоговая аттестация | <p>Итоговый тест</p> <p>1. Какое типичное разрешение по толщине слоя характерно для стереолитографических процессов 3D-печати</p> <p>а. 0,05-0,2 мм</p> <p>б. 0,5-2 мм</p> <p>в. 2-4 мм</p> | <p><i>Оценка: зачтено</i></p> <p><i>Описание характеристики выполнения знания:</i> Оценки «зачтено» заслуживает слушатель, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного и нормативного материала, умеющий свободно выполнять</p> |

| | | |
|--|---|---|
| | <p>ответ - а</p> <p>2. Что такое сшивка фотополимера?</p> <p>а. механическое соединение нескольких напечатанных изделий полимерной нитью</p> <p>б. удержание изделия в процессе печати опорной структурой</p> <p>в. создание сильных ковалентных связей между цепями после воздействия лазерного излучения</p> <p>ответ - в.</p> <p>3. Какие характерные размеры имеют частицы металлических порошков, применяемых в технологии EBM?</p> <p>а. 1-20 мкм</p> <p>б. 200-400 мкм</p> <p>в. 40-100 мкм</p> <p>ответ - в.</p> <p>4. С какой целью проводят сфероидизацию частиц порошков, применяемых в технологиях PBF?</p> <p>а. для удаления оксидных и других пленок с их поверхности</p> <p>б. для устранения эффекта “дымления”</p> <p>в. для повышения плотности засыпки и обеспечения хорошей “текучести” порошковой среды</p> <p>ответ - в.</p> <p>5. За счет какого фактора транспортируется металлический порошок от питателя к соплу при DMD-лазерной наплавке?</p> <p>а. за счет силы тяжести</p> <p>б. за счет продувки воздухом</p> <p>в. за счет продувки инертным газом - аргоном</p> <p>ответ - в.</p> <p>6. Какие скорости охлаждения вблизи температуры кристаллизации характерны для процесса коаксиальной лазерной наплавки (КЛП)?</p> <p>а. 100 градусов Цельсия в секунду</p> <p>б. 1000-100000 градусов Цельсия в секунду</p> | <p>задания, предусмотренные программой.</p> <p><i>Оценка:</i> не зачтено</p> <p><i>Описание характеристики выполнения знания:</i> Оценка «не зачтено» выставляется слушателю, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допускающему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.</p> |
|--|---|---|

| | | |
|--|---|--|
| | <p>в. выше 100000 градусов Цельсия в секунду ответ - б.</p> <p>7. Каков порядок максимальной производительности процессов “проволочной” наплавки</p> <p>а. порядка 10 кг/час б. порядка 1 кг/час в. порядка 100 кг/час ответ - а.</p> <p>8. С какой целью применяют развертку электронного пучка в технологии ЕВАМ?</p> <p>а. для эффективного перемешивания при наплавке разнородных металлов б. для создания требуемых размеров пятна нагрева в. для точного “прицеливания” в проволоку ответ - б.</p> <p>9. В какой среде осуществляется процесс электронно-лучевой наплавки?</p> <p>а. в защитном газе б. в технологическом вакууме в. при атмосферных условиях ответ - б.</p> <p>10. Какие источники нагрева применяются для наплавки изделий с подачей присадочной проволоки</p> <p>а. лазерный луч, дуговой и плазменно-дуговой нагрев, электронный луч, электроконтактный нагрев б. косвенный нагрев сопротивлением, лазерный нагрев, электронно-лучевой нагрев в. индукционный нагрев, дуговой нагрев, лазерный и электронно-лучевой нагрев ответ - а.</p> | |
|--|---|--|

Независимая оценка качества обучения

Независимая оценка качества обучения предполагает внутренний аудит программ ДПО и анкетирование слушателей и/или работодателей по вопросам удовлетворенности процессом и результатами обучения.

Учебно-методическое и информационное обеспечение

а) литература НТБ МЭИ:

1. Аддитивные технологии в производстве изделий аэрокосмической техники : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по инженерно-техническим направлениям / А. Л. Галиновский, Е. С. Голубев, Н. В. Коберник, А. С. Филимонов ; общ. ред. А. Л. Галиновский . – Москва : Юрайт, 2020 . – 115 с. – (Высшее образование) . - ISBN 978-5-534-12043-1 .;

2. Аддитивные технологии в производстве металлических конструкций : учебник по курсам "Аддитивные технологии в современном производстве" (направление 13.04.03 "Энергетическое машиностроение"); "Аддитивные технологии" (направление 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника"); "Плазменные, электронно-лучевые и лазерные установки" (направление 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника") и др. / А. В. Щербаков, Д. А. Гапонова, А. П. Слива, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") ; ред. А. Г. Григорьянц, В. К. Драгунов . – Москва : Изд-во МЭИ, 2022 . – 676 с. - Авторы указаны на обороте тит. л. - ISBN 978-5-7046-2493-6 .

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=11936>;

3. Гибсон, Я. Технологии аддитивного производства : [трехмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство] : пер. с англ. / Я. Гибсон, Д. Розен, Б. Стакер . – Москва : Техносфера, 2020 . – 648 с. – (Мир станкостроения) . - ISBN 978-5-94836-447-6 .;

4. Электронно-лучевая технология аддитивного формообразования с подачей присадочной проволоки : монография / А. В. Щербаков, Д. А. Гапонова, А. П. Слива, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – 2-е изд., испр. и перераб . – Москва : Изд-во МЭИ, 2020 . – 196 с. - ISBN 978-5-7046-2336-6 .

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=11423>.

б) литература ЭБС и БД:

1. С. В. Каменев, К. С. Романенко- "Технологии аддитивного производства", Издательство: "Оренбургский государственный университет", Оренбург, 2017 - (145 с.) <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481769>.

в) используемые ЭБС:

Не предусмотрено

Руководитель ЭППЭ
(должность)

| | |
|--|-----------------------------|
| Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| Владелец | Цырук С.А. |
| Идентификатор | Raf2c04da-TsyrukSA-47ef358f |

(подпись)

С.А. Цырук
(расшифровка
подписи)

Начальник ОДПО
(должность)

| | | |
|---|---|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Крохин А.Г. |
| | Идентификатор | R6d4610d5-KrokhinAG-aa301f84 |

(подпись)

А.Г. Крохин
(расшифровка
подписи)