

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Приволжский исследовательский медицинский университет"  
Министерства здравоохранения Российской Федерации



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
Богомолова Е.С.

« 25 » мая 2021 г.

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине **Аддитивные технологии в медицине**

направление подготовки **09.04.02 Информационные системы и технологии**

профиль **Информационные системы и технологии в здравоохранении**

Квалификация выпускника:

**Магистр**

Форма обучения:

**очно-заочная**

Нижний Новгород  
2021

Фонд оценочных средств по дисциплине «Аддитивные технологии в медицине» предназначен для контроля знаний по программе магистратуры по направлению подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии», профилю «Информационные системы и технологии в здравоохранении».

### 1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Аддитивные технологии в медицине»

Компетенция	Результаты обучения	Виды занятий	Оценочные средства
ПК-1	способен осуществлять интеллектуальный анализ данных и управление знаниями по тематике проекта		
	<p><b>Знать:</b> ИД-3<sub>ПК-1.3</sub> механизмы интеллектуального анализа данных для экспериментальных технических процессов аддитивного производства в медицине.</p> <p><b>Уметь:</b> ИД-10<sub>ПК-1.10</sub> применять знания механизмов интеллектуального анализа для разработки инновационных технологических процессов аддитивного производства медицинских изделий с заданными свойствами.</p> <p><b>Владеть:</b> ИД-18<sub>ПК-1.18</sub> навыками управления знаниями технических процессов аддитивного производства в медицине.</p>	Самостоятельная работа Лекции, практические и семинарские занятия	Реферат Контрольная работа
ПК-3	способен выполнять планирование, мониторинг и управление проектами с применением современных методов и инструментальных средств		
	<p><b>Знать:</b> ИД-5<sub>ПК-3.5</sub> современное оборудование для выращивания изделий из различных материалов в медицине.</p> <p><b>Уметь:</b> ИД-12<sub>ПК-3.12</sub> изготавливать медицинские изделия с применением 3D принтеров Makerbot Replicator 2, Makerbot Replicator 2x Experimental и 3D сканера.</p> <p><b>Владеть:</b> ИД-20<sub>ПК-3.20</sub> навыками проведения контроля качества готового медицинского изделия, изготовленного с помощью 3D принтеров.</p>	Лекции, практические и семинарские занятия	Контрольная работа Тестирование Собеседование

Текущий контроль по дисциплине «Аддитивные технологии в медицине» осуществляется в течение всего срока освоения данной дисциплины. Выбор оценочного средства для проведения текущего контроля на усмотрение преподавателя.

Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине «Аддитивные технологии в медицине» проводится по итогам обучения и является обязательной.

### 2. Критерии и шкала оценивания

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания	
	Не зачтено	Зачтено
<b>Полнота знаний</b>	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Могут быть допущены несущественные



		ошибки
<b>Наличие умений</b>	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи, выполнены все задания. Могут быть допущены несущественные ошибки.
<b>Наличие навыков (владение опытом)</b>	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач. Могут быть допущены несущественные ошибки.
<b>Мотивация (личностное отношение)</b>	Учебная активность и мотивация слабо выражены, готовность решать поставленные задачи качественно отсутствуют	Проявляется учебная активность и мотивация, демонстрируется готовность выполнять поставленные задачи.
<b>Характеристики сформированности компетенции</b>	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение	Сформированность компетенции соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач.
<b>Уровень сформированности компетенций</b>	Низкий	Средний/высокий

### 3. Оценочные средства

#### 3.1. Текущий контроль

##### 3.1.1. Контролируемый раздел дисциплины «Введение в аддитивные технологии»

#### Перечень вопросов

1. Методы получения данных для аддитивного производства
2. Строение FDM 3D-принтера
3. Алгоритм загрузки материала в печатающую головку
4. История развития аддитивных технологий
5. Этапы компьютерного моделирования трехмерных объектов
6. Терминология в аддитивных технологиях
7. Основные этапы и методы аддитивного производства.
8. Автоматизация процесса быстрого прототипирования.
9. Строение и особенности работы SLA 3D-принтера.
10. Дизайн трехмерных объектов

#### Перечень тем рефератов

1. Строение SLS 3D-принтера
2. Медицинские 3D принтеры
3. Материалы для медицинской 3D печати
4. Постобработка медицинских изделий, изготовленных с помощью 3D печати
5. Правовое регулирование медицинской 3D печати в России

6. История развития медицинской 3D печати
  7. Правовое регулирование медицинской 3D печати в США
  8. Правовое регулирование медицинской 3D печати в Европе
  9. ГОСТ по аддитивным технологиям
  10. CAD/CAM/CAE
- 3.1.2. Контролируемый раздел дисциплины «Основы аддитивных технологий»

#### **Перечень вопросов**

1. Устройства, использующие твердофазные методы быстрого прототипирования
2. Материалы для твердофазных методов быстрого прототипирования
3. Устройства, использующие методы быстрого прототипирования с участием жидкой фазы
4. Материалы для быстрого прототипирования с участием жидкой фазы
5. Методы быстрого прототипирования на порошковой основе
6. Биопринтеры
7. Материалы для биопечати
8. Биофабрикация
9. Порошковые материалы для медицинской 3D печати
10. Физические основы процессов экструзии

#### **Перечень тем рефератов**

1. Установки для быстрого прототипирования
2. Послойное создание объектов с использованием твердофазных методов быстрого прототипирования
3. Фотополимеризационные материалы
4. Физические основы стереолитографии.
5. Создание органов и тканей человеческого организма с помощью биопечати.
6. Биореактор
7. Двухлучевые системы быстрого прототипирования
8. Аппаратура для стереолитографии
9. Биогенные материалы для 3D печати
10. Физические основы селективного лазерного спекания

3.1.3. Контролируемый раздел дисциплины «Применение аддитивных технологий в медицине»

#### **Перечень вопросов**

1. Макеты для обучения и предоперационного планирования
2. Индивидуальные ортопедические стельки
3. Индивидуальные ортезы
4. Индивидуальные протезы
5. Индивидуальные имплантаты из титанового сплава
6. Индивидуальные имплантаты из костнозамещающих материалов
7. Хирургические шаблоны, резекционные блоки и индивидуальные направители
8. Каппы
9. Элайнеры
10. 3D-печать в фармакологии



### Перечень тем рефератов

1. Применение аддитивных технологий в травматологии и ортопедии
2. Применение аддитивных технологий в стоматологии
3. Применение аддитивных технологий в челюстно-лицевой хирургии
4. Применение аддитивных технологий в общей хирургии
5. Применение аддитивных технологий в кардиологии
6. Применение аддитивных технологий в урологии
7. Применение аддитивных технологий в акушерстве и гинекологии
8. Индивидуальные ортопедические изделия
9. Применение аддитивных технологий в нейрохирургии
10. Индивидуальные медицинские инструменты

#### 4.2. Промежуточный контроль

##### Вопросы для зачета

1. Методы получения данных для аддитивного производства
2. Строение FDM 3D-принтера
3. Алгоритм загрузки материала в печатающую головку
4. История развития аддитивных технологий
5. Этапы компьютерного моделирования трехмерных объектов
6. Строение SLA 3D-принтера
7. Строение SLS 3D-принтера
8. Виды медицинских 3D принтеров
9. Материалы для медицинской 3D печати
10. Постобработка изделий изготовленных с помощью 3D печати
11. Правовое регулирование медицинской 3D печати
12. Устройства, использующие твердофазные методы быстрого прототипирования
13. Материалы для твердофазных методов быстрого прототипирования
14. Устройства, использующие методы быстрого прототипирования с участием жидкой фазы
15. Материалы для быстрого прототипирования с участием жидкой фазы
16. Методы быстрого прототипирования на порошковой основе
17. Биопринтеры
18. Материалы для биопечати
19. Биофабрикация
20. Макеты для обучения и предоперационного планирования
21. Индивидуальные ортопедические изделия
22. Индивидуальные имплантаты
23. Хирургические шаблоны, резекционные блоки и индивидуальные направители
24. Каппы и элайнеры
25. 3D-печать в фармакологии

#### Тестовые вопросы

<i>Тестовые вопросы и варианты ответов</i>	<i>Компетенция, формируемая тестовым вопросом</i>
--	---

<p>1. АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭТО:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Технологии послойного синтеза объекта</li> <li>2) Технологии синтеза объекта, основанные на вычитании элементов друг из друга</li> <li>3) Технологии гидролиза</li> </ol>	ПК-1
<p>2. В КАКОМ ФОРМАТЕ ДОЛЖНА БЫТЬ СОХРАНЕНА МОДЕЛЬ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) DICOM</li> <li>2) STL</li> <li>3) JPEG</li> </ol>	ПК-1
<p>3. КАКУЮ ТОЛЩИНУ СТЕНКИ МОЖНО НАПЕЧАТАТЬ ПРИ ДИАМЕТРЕ ЭКСТРУДЕРА 0.4 ММ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 0.2 мм</li> <li>2) 0.04 мм</li> <li>3) 0.4 мм</li> </ol>	ПК-1
<p>4. КАК СКОРОСТЬ ПЕЧАТИ ВЛИЯЕТ НА КАЧЕСТВО ПЕЧАТИ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Чем медленнее, тем качественнее</li> <li>2) Не влияет</li> <li>3) Чем быстрее, тем качественнее</li> </ol>	ПК-1
<p>5. КАКОЙ МИНИМАЛЬНЫЙ УГОЛ ВОЗМОЖЕН ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ БЕЗ ПРИМЕНЕНИЯ ПОДДЕРЖЕК:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 45 градусов</li> <li>2) 90 градусов</li> <li>3) 10 градусов</li> </ol>	ПК-1
<p>6. КАКОЕ МАКСИМАЛЬНОЕ КОЛИЧЕСТВО МАТЕРИАЛОВ МОЖЕТ БЫТЬ ИСПОЛЬЗОВАНО ПРИ POLYJET ТЕХНОЛОГИИ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 10</li> <li>2) 6</li> <li>3) 16</li> </ol>	ПК-1
<p>7. МОЖНО ЛИ С ОДНОГО КОМПЬЮТЕРА УПРАВЛЯТЬ ПЯТЬЮ И БОЛЕЕ НАСТОЛЬНЫМИ 3D-ПРИНТЕРАМИ:</p>	ПК-1

<p>1) Да 2) Нет</p>	
<p>8. ДЛЯ ЧЕГО МОЖНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ ВТОРОЙ ЭКСТРУДЕР НА НАСТОЛЬНОМ 3D-ПРИНТЕРЕ:</p> <p>1) Для баланса первого экструдера 2) Для печати вторым материалом 3) Для охлаждения первого экструдера</p>	ПК-1
<p>9. ЕСЛИ ПРИ ЭКСПОРТЕ В ФОРМАТ STL УВЕЛИЧИВАТЬ «ГЛАДКОСТЬ» МОДЕЛЕЙ (Т.Е. СНИЖАТЬ ДОПУСК ПО УГЛУ), ЧТО БУДЕТ ИЗМЕНЯТЬСЯ:</p> <p>1) Будет уменьшаться число треугольников 2) Будет увеличиваться число треугольников</p>	ПК-1
<p>10. КАК НАЗЫВАЕТСЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ ЗА СЧЕТ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО НАНЕСЕНИЯ СЛОЕВ МАТЕРИАЛА:</p> <p>1) SL 2) LOM 3) FDM 4) LENS</p>	ПК-1
<p>11. НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫМ МАТЕРИАЛОМ ДЛЯ FDM ПЕЧАТИ НА 3D ПРИНТЕРАХ ЯВЛЯЕТСЯ:</p> <p>1) термопластики 2) съедобные материалы 3) жидкие полимеры 4) металлический порошок</p>	ПК-1
<p>12. В КАКОЙ ПЕРИОД ВРЕМЕНИ ТЕХНОЛОГИЯ FDM НАЧАЛА НАБИРАТЬ ПОПУЛЯРНОСТЬ И ВЫШЛА НА КОММЕРЧЕСКИЙ РЫНОК:</p> <p>1) 1960-1970 гг 2) 1970-1980 гг 3) 1980-1990 гг 4) 1990-2000 гг</p>	ПК-1
<p>13. С ЧЕГО ВСЕГДА НАЧИНАЕТСЯ</p>	ПК-1



<p>ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦИКЛ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) подготовка и настройка оборудования</li> <li>2) непосредственно печать</li> <li>3) финальная обработка поверхности изделия</li> <li>4) обработка трехмерной цифровой модели</li> </ol>	
<p>14. КАК НАЗЫВАЕТСЯ ПРОЦЕСС НАГРЕВА И ВЫДАВЛИВАНИЯ МАТЕРИАЛА ПРИ ТРЕХМЕРНОЙ FDM ПЕЧАТИ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) экструзия</li> <li>2) экстракция</li> <li>3) деструзия</li> </ol>	ПК-1
<p>15. ДЛЯ НАГРЕВА КАКОЙ ЧАСТИ ПРИНТЕРА СЛУЖИТ НАГРЕВАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) подающая шестерня</li> <li>2) термоизолятор</li> <li>3) прижимной ролик</li> <li>4) сопло</li> </ol>	ПК-1
<p>16. ДЛЯ ЧЕГО НЕОБХОДИМО ПОДДЕРЖАНИЕ ГРАДИЕНТА ТЕМПЕРАТУР В ПЕЧАТАЮЩЕЙ ГОЛОВКЕ ПРИНТЕРА:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) плавная подача материала</li> <li>2) капельная подача материала</li> <li>3) исключение забивания сопла</li> <li>4) уменьшение расхода материала</li> </ol>	ПК-3
<p>17. В КАКОМ НАПРАВЛЕНИИ СТРОИТСЯ МОДЕЛЬ ПРИ FDM ПЕЧАТИ НА 3D ПРИНТЕРЕ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) справа налево</li> <li>2) слева направо</li> <li>3) снизу вверх</li> <li>4) сверху вниз</li> </ol>	ПК-3
<p>18. В ЧЕМ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ ОГРАНИЧЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ FDM:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) создание нависающих структур</li> <li>2) узкая область применения</li> <li>3) дороговизна</li> <li>4) особые условия эксплуатации изделий</li> </ol>	ПК-3



<p>19. НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЙ СПОСОБ ПОСТОБРАБОТКИ РАСПЕЧАТАННЫХ НА 3D-ПРИНТЕРЕ ОБЪЕКТОВ ИЗ МАТЕРИАЛА ABS:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) пескоструйная обработка</li> <li>2) обработка парами ацетона</li> <li>3) ошкуривание</li> </ol>	ПК-3
<p>20. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ НЕОБХОДИМА ДЛЯ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) быстрого производства</li> <li>2) крупносерийного производства</li> <li>3) мелкосерийного производства</li> <li>4) производства готовой продукции</li> </ol>	ПК-3
<p>21. ПРИ ОБРАБОТКЕ PLA-ПЛАСТИКА ИСПОЛЬЗУЮТ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) тетрагидрофуран</li> <li>2) дихлорметан</li> <li>3) био-гель</li> <li>4) пар</li> </ol>	ПК-3
<p>22. В КАКОМ ГОДУ В РОССИИ БЫЛА ОСНОВАНА АССОЦИАЦИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО 3D-ПЕЧАТИ В МЕДИЦИНЕ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 2015</li> <li>2) 2016</li> <li>3) 2017</li> <li>4) 2018</li> </ol>	ПК-3
<p>23. ИЗ КАКОГО МАТЕРИАЛА НАИБОЛЕЕ ЧАСТО ИЗГОТАВЛИВАЮТ МАКЕТЫ В ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) термопластик</li> <li>б) титановый сплав</li> <li>в) фотополимерный материал</li> </ol>	ПК-3
<p>24. МАТЕРИАЛ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОРТОПЕДИЧЕСКИХ СТЕЛЕК:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) FLEX</li> <li>2) PLA</li> <li>3) HIPS</li> </ol>	ПК-3

<p>25. ВОДОРАСТВОРИМЫЙ МАТЕРИАЛ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) PVA</li> <li>2) FLEX</li> <li>3) HIPS</li> </ol>	ПК-3
<p>26. ВИДЫ 3D СКАНЕРОВ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Интраоральный сканер</li> <li>2) Конусно-лучевой компьютерный томограф</li> <li>3) Лабораторный сканер</li> <li>4) Лабораторный томограф</li> </ol>	ПК-3
<p>27. В ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ СТЕРЕОЛИТОГРАФИИ (SLA) ЛЕЖИТ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Выдувание слоев жидкой смолы</li> <li>2) Послойное затвердевание смолы за счет избирательного воздействия лазерного луча</li> <li>3) Послойное затвердевание смолы за счет избирательного воздействия рентгеновского излучения</li> <li>4) Послойное затвердевание смолы за счет избирательного воздействия видимого света</li> </ol>	ПК-3
<p>28. В ПРОЦЕССЕ ПЕЧАТИ НА ФОТОПОЛИМЕРНОМ ПРИНТЕРЕ СМОЛУ ВНУТРИ ВАННЫ ПЕРЕМЕШИВАЕТ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Лапка-перемешиватель</li> <li>2) Миксер</li> <li>3) Спица</li> <li>4) Щетка</li> </ol>	ПК-3
<p>29. В ПРОЦЕССЕ ПЕЧАТИ ПО ТЕХНОЛОГИИ DLP ПОСЛОЙНОЕ ЗАТВЕРДЕВАНИЕ СМОЛЫ ЗА СЧЕТ ИЗБИРАТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Луча света цифрового проектора</li> <li>2) Ультрафиолетового луча</li> <li>3) Лазерного луча</li> <li>4) ИК луча</li> </ol>	ПК-3
<p>30. ГОРЯЧЕЕ ИЗОТОНИЧЕСКОЕ ПРЕССОВАНИЕ, ПРИМЕНЯЕМОЕ ПРИ ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОГО СПЕКАНИЯ, СПОСОБСТВУЕТ УСТРАНЕНИЮ ОСТАТОЧНОЙ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Влажности</li> <li>2) Гибкости</li> <li>3) Пористости</li> <li>4) Растяжения</li> <li>5) Хрупкости</li> </ol>	ПК-3

<i>Номер тестового задания</i>	<i>Номер эталона ответа</i>
1	1)
2	2)
3	3)
4	1)
5	1)
6	3)
7	1)
8	2)
9	2)
10	4)
11	1)
12	4)
13	1)
14	1)
15	4)
16	1)
17	3)
18	1)
19	2)
20	1)
21	2)
22	2)
23	1)
24	1)
25	1)
26	1) 2) 3)
27	2)
28	1)
29	1)
30	3)