



КУРРИКУЛУМ ЦЕНТРА ИЛИЗАРОВА

**Современные медицинские технологии:
наука, образование, практика**

ПРОГРАММА

дополнительного профессионального образования
повышение квалификации врачей
травматологов-ортопедов

«Визуализация органов опорно-двигательной системы»

Продвинутый курс

36 часов

Национальный медицинский исследовательский центр
травматологии и ортопедии
имени академика Г.А. Илизарова
Курган 2023

федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр
травматологии и ортопедии
имени академика Г.А. Илизарова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России)

ПРИНЯТО
Ученым Советом
ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика
Г.А. Илизарова» Минздрава России
«28» августа 2023 г.
Протокол № 7/23



«02» 10 2023 г.

Приказ № 429 от 29 сентября 2023 г.

ПРОГРАММА
дополнительного профессионального образования
«Визуализация органов опорно-двигательной системы»

Продвинутый курс
36 часов

Курган 2023

Программа ДПО обсуждена на заседании Учебного отдела ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России (протокол № 06/23 от «23» августа 2023 г.)

Заведующий учебного отдела,

д.м.н., профессор Солдатов Ю.П.



Заместитель главного врача по взаимодействию с регионами и образованию,

к.м.н. Каминский А.В.



Авторы программы:

Кычев А.С. – инженер конструктор
лаборатории научных исследований и
инжиниринга

Солдатов Ю.П. - заведующий учебного отдела
ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А.
Илизарова» Минздрава России, д.м.н.,
профессор

Рецензенты:

Доцент кафедры Механизации и
электрификации сельского хозяйства
Курганской государственной
сельскохозяйственной академии имени
Т.С. Мальцева – филиал ФГБОУ ВО КГУ
кандидат технических наук
доцент Д.Н. Овчинников

АННОТАЦИЯ
программы ДПО (повышение квалификации)
«Визуализация органов-опорно-двигательной системы»

Специальность	Травматология и ортопедия, рентгенология
Уровень	Продвинутый
Контингент	Врачи травматологи-ортопеды, рентгенологи, научные работники, профессорско-преподавательский состав профильных кафедр
Форма итоговой аттестации (зачет/экзамен)	Зачет
Количество зачетных единиц	36
Количество часов всего, из них:	36
лекционные	4
стажировка	26
семинар	6

Нормативные документы

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации";
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 1 июля 2013 г. N 499 г. Москва "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам";
- Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 9 октября 2013 г. № 06-735 «О дополнительном профессиональном образовании»;
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 09.01.2014 г. №2 «Об утверждении порядка применения организациями и осуществления образовательную деятельность электронным обучением, дистанционными электронными технологиями для реализации образовательных программ»
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 22.01.2015 г. № ДЛ-1/05 ВК «Методические рекомендации по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствия профессиональных стандартов».

I. Общая характеристика программы

1.1 Цель реализации программы

Характеристика подготовки: программа представляет собой комплекс нормативно-методической документации, регламентирующей содержание, организацию и оценку результатов подготовки.

Основная цель подготовки по программе – повышение уровня квалификации врачей, научных работников, профессорско-преподавательского состава профильных кафедр, овладение новыми техническими и организационными знаниями, приобретение и совершенствование существующих навыков в области 3D моделирования и визуализации объектов, полученных методом лучевой диагностики.

Задачи: овладение теоретическими знаниями и практическими навыками, необходимыми для самостоятельной работы врача, преподавания профильных предметов профессорско-преподавательского состава по 3D моделированию и визуализации объектов, полученных методом лучевой диагностики.

1.2 Планируемые результаты обучения

- расширение знаний в области улучшения качества медицинской помощи в работе врачей, профессорско-преподавательского состава профильных кафедр;
- возможность получить полезный практический опыт в вопросах предоперационного планирования;
- овладение высокотехнологичными методиками в области аддитивных технологий при лечении по клиническому протоколу;
- соответствие профессиональным стандартам, квалификационным требованиям, указанным в квалификационном справочнике.

1.3. Требования к уровню образования слушателя

Согласно: Приказов Министерства образования и науки РФ № 499 от 01.07.2013г. и № 1244 от 15.11.2013г.; Приказа № 761н Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 26.08.2010г – врачи травматологи-ортопеды, рентгенологи, научные работники, профессорско-преподавательский состав базовых кафедр.

1.4. Нормативный срок освоения программы

36 часов при очной форме подготовки, для всех видов аудиторных занятий, академический час устанавливается продолжительностью 45 мин.

1.5. Форма обучения

Форма очная, продолжительность обучения - 5 дней, 7,2 часа в день

1.6. Характеристика квалификации, подлежащей совершенствованию или приобретению и связанных с ней компетенций и (или) видов профессиональной деятельности, в том числе трудовых функций и (или) уровней квалификации слушателей

Профессиональные компетенции:

1. Знать и уметь технику выполнения диагностических мероприятий и планирования лечебного процесса;
2. Готовность к преподавательской деятельности по образовательным программам высшего образования, дополнительным профессиональным программам по профилю травматология и ортопедия.

Универсальные компетенции:

1. Способность визуализации DICOM снимков в 3D объект;
2. Способность и готовность определить ортопедо-хирургическую тактику лечения с применением 3Д технологий.

II. Требования к содержанию программы

Учебный план

«Визуализация органов опорно-двигательной системы»

Цель обучения: совершенствование и получение новых знаний и практических навыков по применению метода аддитивных технологий при визуализации органов человека.

Категория слушателей: врачи травматологи-ортопеды, рентгенологи, научные работники с высшим медицинским образованием, профессорско-преподавательский состав профильных кафедр.

Срок обучения: 1 неделя (36 часов)

Форма обучения: очная

Режим занятий: 7,2 часа в день

Виды учебных занятий: лекции, стажировка, семинары

№	Наименование тем и разделов	Всего часов	В том числе			Форма контроля
			Лекции	Стажировка	Семинары	
1.	ВВЕДЕНИЕ В ОБЛАСТЬ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.	4	1	2	1	
2.	СОЗДАНИЕ 3D ОБЪЕКТА (ОРГАНА ЧЕЛОВЕКА) ПО ИМЕЮЩИМСЯ DICOM СНИМКАМ.	6	1	4	1	-
3.	КОРРЕКТИРОВКА ИМЕЮЩЕЙСЯ 3D МОДЕЛИ И ПОДГОТОВКА К ЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИЮ.	20	1	18	1	-
4.	СОЗДАНИЕ G-КОДА МОДЕЛИ С	4	1	1	2	-

	ПОСЛЕДУЮЩИМ ИЗГОТОВЛЕНИЕМ 3D МОДЕЛИ					
5.	ПОСТОБРАБОТКА ГОТОВЫХ МОДЕЛЕЙ	2	-	1	1	-
	Всего:	36	4	26	6	Зачет

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН «Визуализация органов опорно-двигательной системы»

Цель обучения: совершенствование и получение новых знаний и практических навыков по применению метода аддитивных технологий при визуализации органов человека.

Категория слушателей: врачи травматологи-ортопеды, рентгенологи, научные работники с высшим медицинским образованием, профессорско-преподавательский состав профильных кафедр.

Срок обучения: 1 неделя (36 часов)

Форма обучения: очная

Режим занятий: 7,2 часа в день

Виды учебных занятий: лекции, стажировка, семинары

№	Наименование тем и разделов	Всего часов	В том числе			Форма контроля
			Лекции	Стажировка	Семинары	
1.	ВВЕДЕНИЕ В ОБЛАСТЬ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.	4	1	2	1	
2	СОЗДАНИЕ 3D ОБЪЕКТА (ОРГАНА ЧЕЛОВЕКА) ПО ИМЕЮЩИМСЯ DICOM СНИМКАМ.	6	1	4	1	
2.1	Введение в структуру dicom снимка при построении объёмного объекта	3	1	2	-	
2.2	Работа с ПО по визуализации объектов из dicom снимков	3	-	2	1	
3	КОРРЕКТИРОВКА ИМЕЮЩЕЙСЯ 3D МОДЕЛИ И ПОДГОТОВКА К ЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИЮ.	20	1	18	1	
3.1	Введение в полигональные поверхности объёмных объектов	5	1	4	-	
3.2	Добавление и удаление новых объектов или поверхностей объектов	5	-	5	-	
3.3	Корректировка имеющихся объёмных объектов	5	-	5	-	
3.4	Сохранение готовых 3D моделей	5	-	4	1	
4	СОЗДАНИЕ G-КОДА МОДЕЛИ С ПОСЛЕДУЮЩИМ ИЗГОТОВЛЕНИЕМ 3D МОДЕЛИ	4	1	1	2	
4.1	Оборудование для изготовления объёмных изделий	2	-	1	1	
4.2	Алгоритмы создания G-кода при помощи специализированного программного обеспечения	2	1	-	1	

5	ПОСТОБРАБОТКА ГОТОВЫХ МОДЕЛЕЙ	2	-	1	1	
	Итоговая аттестация					Зачет
	Всего:	36	4	26	6	

УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА
«Визуализация органов опорно-двигательной системы»

1. ВВЕДЕНИЕ В ОБЛАСТЬ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.

Аддитивные технологии. Их развитие, взаимодействие со всеми областями жизнедеятельности человека. Внедрение аддитивных технологий в медицину

2. СОЗДАНИЕ 3D ОБЪЕКТА (ОРГАНА ЧЕЛОВЕКА) ПО ИМЕЮЩИМСЯ DICOM СНИМКАМ.

2.1 Введение в структуру dicom снимка при построении объёмного объекта

Определение DICOM. Как он помогает медицинским работникам и инженерам. Протокол DICOM. Полигоны и как с их помощью создается объёмная 3D модель. Компьютер, как машина. Важные аспекты ошибок построения моделей.

2.2 Работа с ПО по визуализации объектов из DICOM снимков

Введение в ПО InVesalius. Пошаговая инструкция по работе в данном программном комплексе от загрузки DICOM снимков до сохранения в формате файла, широко используемого для хранения трёхмерных моделей объектов для использования в аддитивных технологиях .STL.

3. КОРРЕКТИРОВКА, ИМЕЮЩЕЙСЯ 3D МОДЕЛИ И ПОДГОТОВКА К ЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИЮ.

3.1 Введение в полигональные поверхности объёмных объектов

Полигон. Методика построения объёмных фигур с помощью полигонов. Общая информация о программном комплексе Autodesk MeshMixer.

3.2 Добавление и удаление новых объектов или поверхностей объектов

Введение в ПО Autodesk MeshMixer. Способы создания объёмных моделей и добавление их в нужный проект. Первичная обработка вновь созданной модели из DICOM снимку.

3.3 Корректировка имеющихся объёмных объектов

Пошаговая инструкция по работе программном комплексе Autodesk MeshMixer. Методы воздействия на объемную модель для достижения необходимого результата. Создание твердых объектов на основе 3D модели.

3.4 Сохранение готовых 3D моделей

Методы сохранения готовых 3D моделей в зависимости от целей конечного результата .

4. СОЗДАНИЕ G-КОДА МОДЕЛИ С ПОСЛЕДУЮЩИМ ИЗГОТОВЛЕНИЕМ 3D МОДЕЛИ

4.1 Оборудование для изготовления объёмных изделий

Все виды оборудования которые могут применяться для изготовления 3D моделей

4.2 Алгоритмы создания G-кода при помощи специализированного программного обеспечения

Общая методика создания G кода на всех видах оборудования. Методы переноса G кода в оборудование. Внесение корректировки в G-код.

5. ПОСТОБРАБОТКА ГОТОВЫХ МОДЕЛЕЙ

Оборудование для постобработки. Необходимость постобработки. Как минимизировать время постобработки.

III. Требования к результатам освоения программы

Организационно-педагогические условия реализации программы (учебно-методическое и информационное обеспечение, материально-технические условия реализации программы)

Наименование подразделения	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и прочее с перечнем основного оборудования
Учебный отдел	Учебная аудитория с комплексом учебно-методического обеспечения: компьютерные обучающие программы, набор методических рекомендаций и пособий, монографий, учебные слайды, видеофильмы. Мультимедийный проектор с набором презентаций.
Кабинет 3D моделирования	Компьютер, программы, КТ, рентгенограммы, 3D принтер, расходные материалы

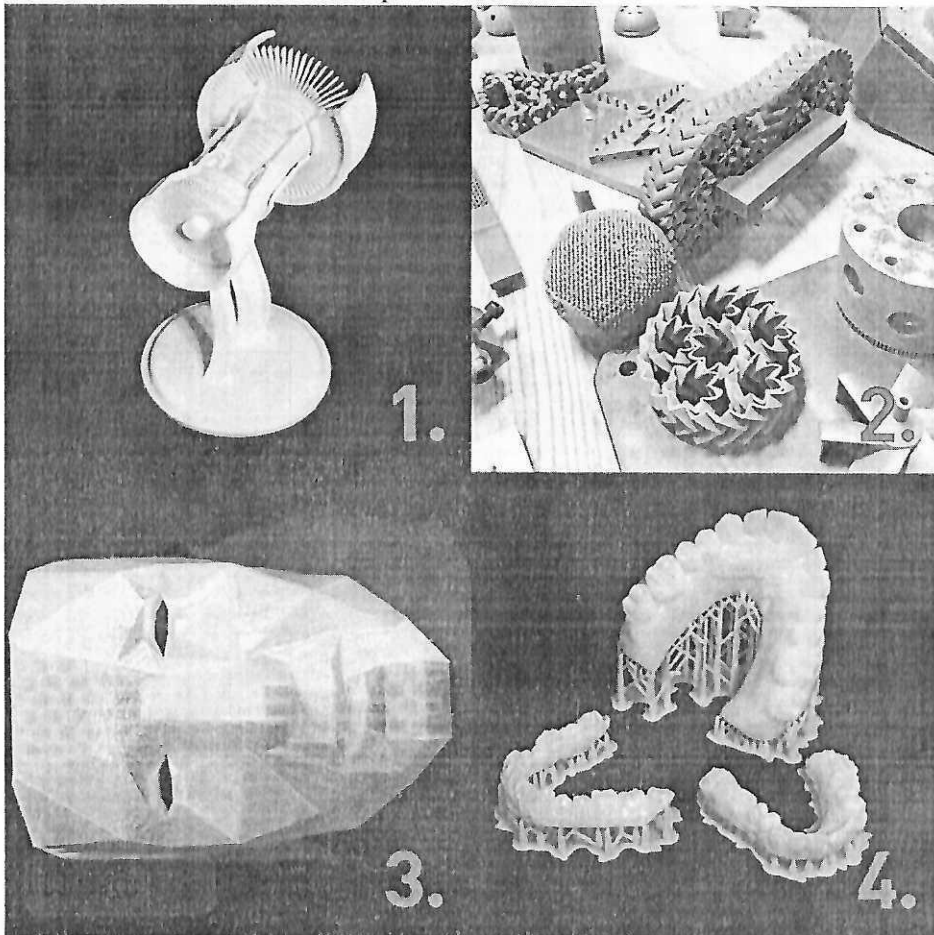
IV. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- 1) Аддитивное производство - это:
 - a) процесс соединения материалов для создания объектов на основе данных трехмерных моделей, как правило, послойно);
 - b) одна из разновидностей металлообработки;
 - c) послойное фрезерование заготовки;
 - d) метод высокоточного литья.
- 2) Какой материал из перечисленных, не доступен для 3D-печати:
 - a) Титан;
 - b) ABS;
 - c) Шоколад;
 - d) Древесина.
- 3) Как расшифровывается аббревиатура SLS:
 - a) Выборочное селективное лазерное спекание;
 - b) Выборочное селективное лазерное плавление;
 - c) Выборочное тепловое спекание
 - d) Такого метода не существует;
- 4) Чем технология FDM отличается от FFF:
 - a) FDM – это аббревиатура для персональных принтеров, а FFF – промышленных машин;

- b) FFF – это печать фотополимером, а FDM – пластиком в нитях;
 c) Ищем, это одно и то же, дело в патентах;
 d) В зависимости от диаметра нити (1,75 – FDM, 2,85 мм - FFF).

- 5) Почему печать по технологии FDM на персональных 3D принтерах не используется в особо нагруженных деталях? (Несколько вариантов ответов)
- a) Прочность изделий на разрыв вдоль слоя ниже, чем при изготовлении по другим технологиям (применимо к обычным пластикам ABS, PLA и т.д.) Titan;
 b) Персональные FDM принтеры не могут стабильно печатать инженерными высокотемпературными прочными пластиками (типа ULTEM, PEEK и т.д.);
 c) На самом деле используются, я всюю дома печатаю PEEKом на Prusa i3;
 d) Технология FDM в любом виде не может обеспечить прочность по сравнению с другими технологиями.
- 6) Какая из технологий 3D печати позволяет печатать фотополимерами?
- a) SLA;
 b) DLP;
 c) MJM;
 d) Все из перечисленных.

- 7) На каком изображении использовалась технология SLS?



- a) Вариант 1;
 b) Вариант 2;
 c) Вариант 3;
 d) Вариант 4.
 говорим

- 8) Какие объекты максимально «сложны» для 3D-сканирования с помощью структурированного света?
- Черные, глянцевые, прозрачные;*
 - Матовые, белые, непрозрачные;*
 - Нет разницы для данного вида 3D-сканирования с помощью структурированного света;*
 - Такого вида 3D-сканирования не существует, не надо путать людей.*
- 9) С помощью чего (какого ПО) можно подготовить модель для FDM печати?
- С помощью любого 3D редактора, работающего с полигональными моделями, сохранить в .stl формате и все, сразу на принтер и в печать;*
 - Можно только скачивать с интернета специальные, уже подготовленные 3D модели для печати;*
 - Заказывать разработку специального G-code у программистов;*
 - С помощью специальных программ для «слайсинга» модели, к примеру, Cura или Simplify 3D.*
- 10) После FDM печати модели можно обрабатывать, чтобы сгладить неровности. Какая пара Материал - Растворитель правильные для постобработки распечаток? (возможно несколько вариантов)?
- ABS – Ацетон, Дихлорметан;*
 - PLA – вода;*
 - PPS – D-Limonene;*
 - PVA – Дихлорметан.*
- 11) Какой материал из перечисленных еще не доступен для 3D-печати?
- Титан;*
 - ABS;*
 - Шоколад;*
 - Древесина.*
- 12) Основное применение фотополимерных принтеров в медицине? (может быть несколько вариантов)
- Стоматология;*
 - Изготовление всех прототипов органов тела;*
 - Биоимпланты;*
 - Изготовление прототипов органов тела? медицинских инструментов и вспомогательных приспособлений.*
- 13) Основные функции при моделировании органов пациентов в ПО MeshMixer
- Выделение, создание объема, удаление;*
 - Выделение, обрезание, удаление, сшивание выделенной поверхности;*
 - Массовое удаление объектов, выделение, удаление одиночных объектов;*
 - Только удаление.*
- 14) Какой функцией пользуются при сглаживании объекта в ПО MeshMixer
- Выравнивание с вытягиванием;*
 - Выравнивание с вдавливанием;*
 - Точечное вытягивание;*
 - Ни какое из перечисленных.*

- 15) При моделировании органов тела человека, какой должен быть минимально необходимый уровень знаний?
- Главное знать первую и кровеносную систему;
 - Анатомию области моделирования;
 - Анатомию всего человека;
 - Хватит и биологии 9 класс.
- 16) Сфера применения аддитивной технологии
- Все сферы;
 - Машиностроение и пищевая промышленность;
 - Только для домашнего пользования;
 - Все сферы кроме пищевой промышленности.

Ответы к тестам

1. a	5.b	9.d	13.b
2. d	6.d	10.a	14.b
3.a	7.a	11.d	15.b
4.c	8.a	12.d	16.a

V. Рекомендуемая литература

Основная литература

- Маркина С.Э., Калинин К.А. 3Д-визуализация медицинских данных: Учебное пособие. Екатеринбург, 2016. 105с.

Дополнительная литература

- Багатурия Г.О. Перспективы использования 3Д-печати при планировании хирургических операций // Медицина: теория и практика. Том 1. №1. С.26-35.
- Кузьмин А.В. Трехмерное моделирование и визуализация в медицине // Вестник Пензенского государственного университета. №4 (12). 2015. С.122-127.
- Корниенко Н.А., Корниенко А.А., Чаплыгина Е.В. Актуальные вопросы использования 3d-технологий в медицине // Современные проблемы науки и образования. — 2017. — № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=27287> (дата обращения: 09.08.2023).
- Андреева, А. Д. Обзор программ для визуализации медицинских данных / А. Д. Андреева, С. Э. Маркина. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2013. — № 3 (50). — С. 512-516. — URL: <https://moluch.ru/archive/50/6394/> (дата обращения: 09.08.2023).
- Титова М.В., Пелешок С.А., Елисеева М.И. Трехмерная печать в хирургическом планировании и медицинском образовании // Известия Российской военно-медицинской академии. 2020. Т. 39. № S3-5. С. 215-221.

6. Цифровое моделирование критических состояний эндопротезирования пястно-фалангового сустава / А.Н. Николаенко, В.В. Иванов, С.О. Дороганов, А.С. Букачый, Д.О. Згирский, П.Ю. Исайкин. Гений ортопедии. 2023 № 29 (2). С.148-154.