



Nuclear physics in medicine: present and prospects

ЧЕРНЯЕВ А.П.
ЯДРО 2020, Санкт-Петербург

Возникновение лучевой терапии

- В.К. Рентген в ноябре **1895** г. обнаружил **новые лучи**, названные им **X-лучами**.



Возникновение лучевой терапии



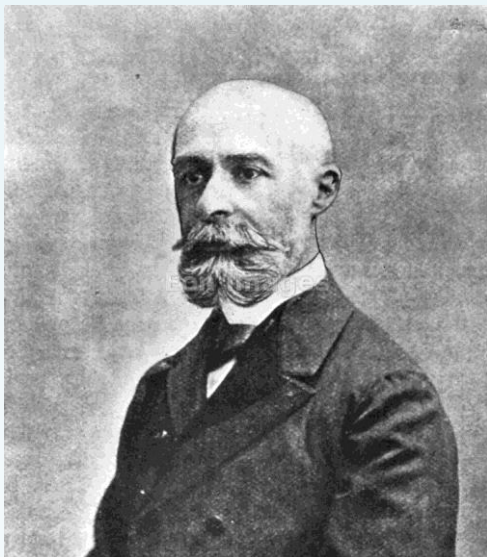
Первые попытки воздействовать на рост злокачественных опухолей с помощью X-лучей были совершены всего через несколько месяцев после их открытия.

Эмиль Груббе уже в **1896** г. провел облучение молочной железы при неоперабельной карциноме (имя первой пациентки Rose Lee).

Как писали в то время в медицинских журналах, у онкологических больных «впервые появилась надежда там, где ее не было...».

Возникновение лучевой терапии

В том же **1896** г. Анри Беккерель открыл эффект самопроизвольной радиоактивности солей урана, за что в **1903** г. он, а также Пьер и Мария Кюри были удостоены Нобелевской премии по физике «в знак признания их совместных исследований явлений радиации».



ПЕРВЫЕ УСКОРИТЕЛИ В МЕДИЦИНЕ

Первый электронный ускоритель для лечения онкологических больных был установлен в Лондоне в госпитале Святого Варфоломея (St. Bartholomew's Hospital) в **1937** г. Размеры установки достигали 10 м, максимальная энергия полученных на нем тормозных фотонов не превышала 1 МэВ.

В США и Канаде применялись бетатроны с энергией 13–25 МэВ, а также высоковольтные трансформаторы и генераторы Ван-де-Графа с номинальной энергией тормозных фотонов 1–4 МэВ



ВОЗНИКНОВЕНИЕ ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ

- В **1924** году Дж. Хэвешы с помощью ^{214}Bi (радий-С) изучал гемоциркуляцию у животных. Он стал автором метода меченых атомов, в будущем ставшим основой ядерной медицины.
- В **1937** году в лаборатории Э. Ферми впервые синтезировали радионуклид $^{99\text{m}}\text{Tc}$. В настоящее время 80–90% всех радиодиагностических исследований во всем мире проводят с радиофармпрепаратами (РФП), меченными $^{99\text{m}}\text{Tc}$.
- В **1940** году Гамильтон впервые исследовал функцию щитовидной железы по гамма-излучению радиоизотопа ^{131}I , полученного искусственным образом на циклотроне.
- В **1946** году начались поставки радиоизотопов в медицинские учреждения для диагностики и терапии. Этот год считают датой зарождения современной ядерной медицины.

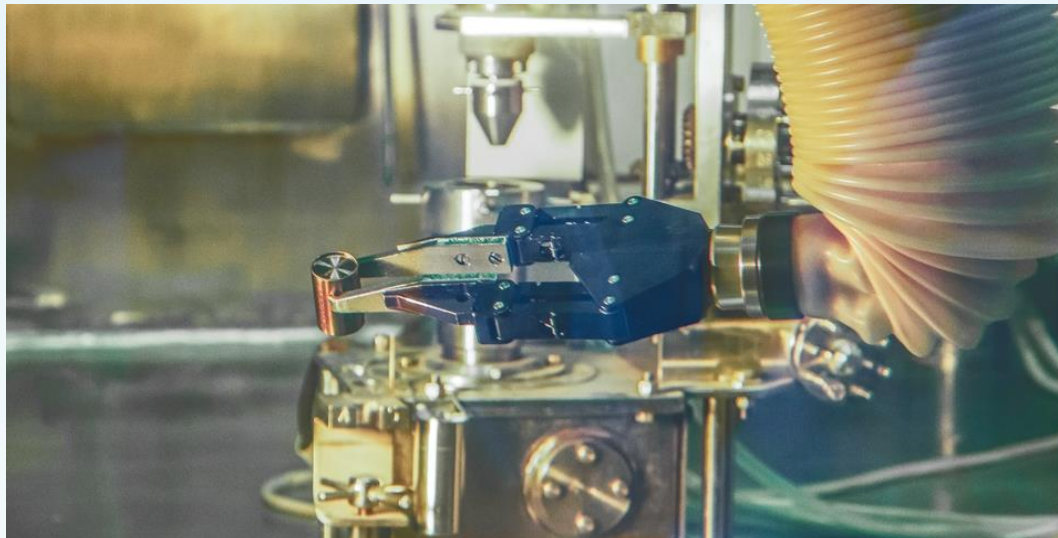
ВОЗНИКНОВЕНИЕ ПРОТОННОЙ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

- В конце **1950** – начале **1960-х** годов проведены первые эксперименты по терапии онкологических больных протонами в Беркли (США) и Упсала (Швеция). В России созданы три центра протонной лучевой терапии:
 - в **1967** г. в ОИЯИ (Дубна),
 - в **1969** г. в ИТЭФ (Москва),
 - в **1975** г. в ЛИЯФ (Гатчина).
- В **1990** году в Лома-Линде (США) запущен первый медицинский протонный ускоритель.
- **2019** год. В мире действует 84 и находится в стадии строительства и проектирования еще 52 специализированных госпитальных центров протонной лучевой терапии.



КОБАЛЬТОВЫЕ УСТАНОВКИ

- **1951** год. В Канаде фирмой, имеющей современное название MDS Nordion запущен первый аппарат для лучевой терапии с источником ^{60}Co .
- **1970**-е годы. Их число достигало 17 тысяч.
- **2019** год. В мире действует 2000 кобальтовых установок, в России – 237



ЛАЗЕРЫ В МЕДИЦИНЕ

1954 год. Лазер. советскими физиками А.М. Прохоровым и Н.Г. Басовым одновременно с американским физиком Ч. Таунсом создан лазер.

Конец **1960**-х годов. в СССР возникла лазерная терапия. В это же время был создан институт лазерной медицины.

2003 год. Россия. Физики и медики из Нижнего Новгорода первыми в мире составили атласы оптических томограмм практически всех внутренних органов.

XXXX год. Возникла лазерная хирургия.



ЛАЗЕРЫ В МЕДИЦИНЕ



1970-е годы. Возникла лазерная хирургия.

В медицине лазерное излучение находит все более широкое применение. Наша страна первой в мире стала развивать методы лечения и диагностики в медицине с использованием лазерного излучения. К методам применения лазерного излучения в медицине относятся хирургия, терапия внутренних органов и диагностика.

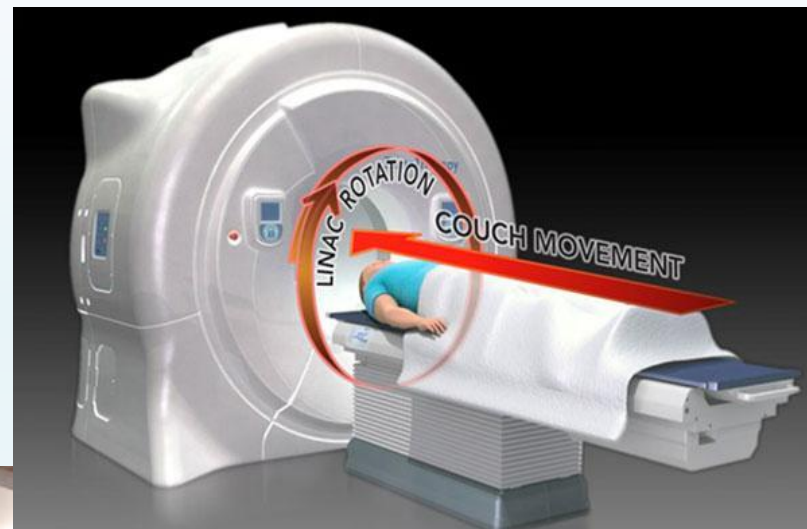
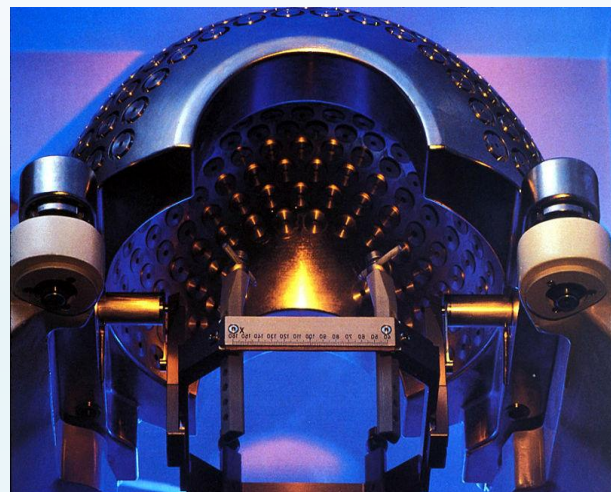


Стереотаксическая хирургия

ГАММА-НОЖ
Конец 1940-х гг.

КИБЕР-НОЖ
1992 год

ТОМОТЕРАПИЯ
2000-е годы



Компьютерная томография

В **1972** г. английским физиком Годфри Хаунсфилдом был создан первый такой прибор и опробован в клинике.



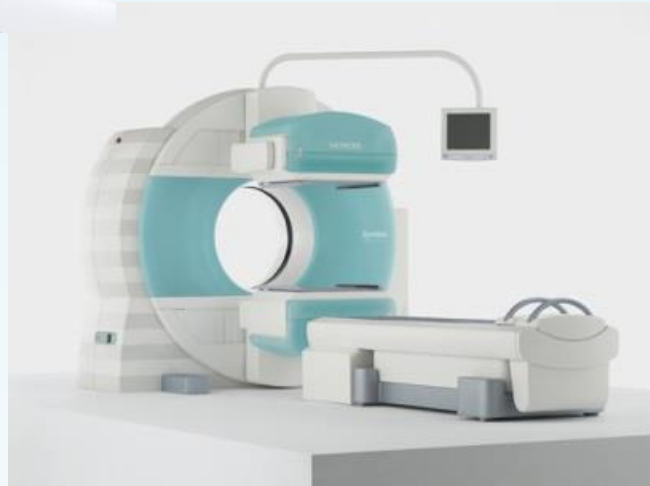
за последующие 45 лет создано **семь поколений** КТ-томографов.

РАДИОНУКЛИДНАЯ ДИАГНОСТИКА

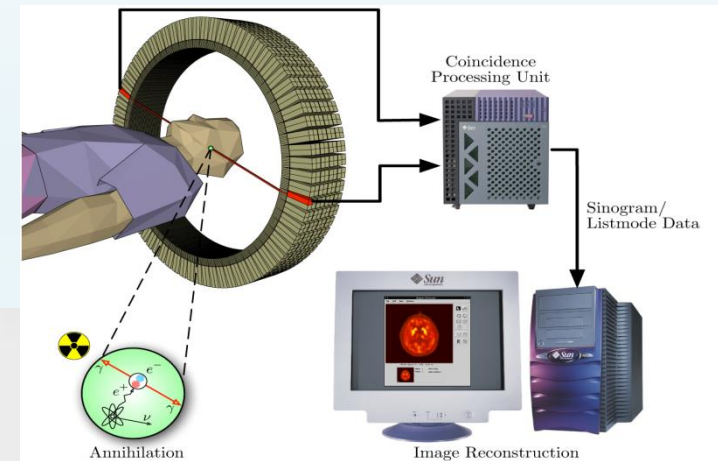
- В 1949 г.
Гамма-камера



- Середина 1960-х годов.
ОФЭКТ



- 1970 год
Создан первый опытный образец ПЭТ-сканера.



Магнитно-резонансная томография

5 Нобелевских премий



❖ Ядерный магнитный резонанс (ЯМР) был открыт в 1938 году И.Раби, за что в 1944 году он был удостоен *Нобелевской премии.*

❖ *Нобелевская премия по химии за 1991 г.* была присуждена Р.Эрнсту «*За вклад в развитие методологии ядерной магнитной резонансной спектро-скопии высокого разрешения.*»



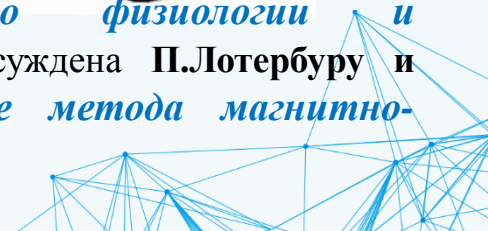
❖ *Нобелевская премия по физике за 1952 г.* была присуждена Ф. Блоху и Э.М. Пёрселлу «*За развитие новых методов для точных ядерных магнитных измерений и связанные с этим открытия.*»



❖ *Нобелевская премия по химии за 2002 г.* (1/2 часть) была присуждена К.Вютриху «*За разработку применения ЯМР-спектроскопии для определения трехмерной структуры биологических макромолекул в растворе.*»



❖ *Нобелевская премия по физиологии и медицине за 2003г.* Была присуждена П.Лотербуру и П.Мэнсфилду «*За изобретение метода магнитно-резонансной томографии.*»



Радиационные технологии в медицине

Радиационные технологии в медицине в мире



Ускорители:

- Кибер-нож
- Томотерапия
- Линейные ускорители
- Протонные ускорители

~ 12 900



Лучевая диагностика:

- ПЭТ
- КТ
- МРТ
- Гамма-камера
- ОЭКТ

~ 93 000



- Изотопные установки:
- Брахитерапия
- Гамма-нож
- Кобальтовые установки

~ 4 900



ВСЕГО: ~111 000

Радиационные технологии в медицине в РФ

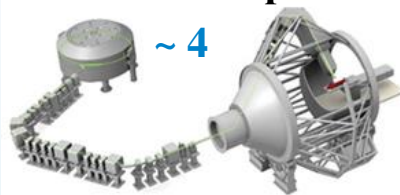
 Ускорители электронов ~ 250



Потребность

~ 1000


 Центры протонной и ионной терапии

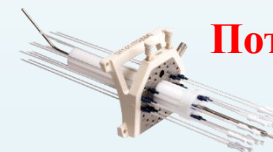


~ 4

Потребность 34


 Центры нейтронной терапии ~ 2

 Оборудование для брахитерапии ~ 107



Потребность

~ 300

 Источники гамма-излучения Co-60 ~ 239



ВСЕГО:


~2613 (5800)

 МРТ ~ 500

Потребность

~ 2000



 Компьютерные томографы ~ 1104 (63)

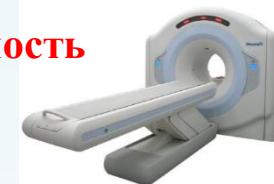


 Гамма-камеры в т.ч. ОФЭКТ ~ 282




 ПЭТ сканеров ~ 54

Потребность ~ 300-400



Потребность ~ 2000

 Установки стереотаксической радиохирургии ~ 16

Потребность ~ 100

ОБРАЗОВАНИЕ

ПОДГОТОВКА КАДРОВ



Персонал в лучевой терапии

Необходимое количество физико-технического персонала для лучевой терапии в РФ

НЕОБХОДИМО

физико-технического персонала

~ 3000



Инженеры
Медфизики

~ 1000

~ 2000



ИМЕЕТСЯ

физико-технического персонала

~ 790



Инженеры
Медфизики

~ 250

~ 640

! Сегодня медицинских физиков в России

в **6 раз** меньше, чем в Европе

и в **14 раз** меньше, чем в США



640



3800



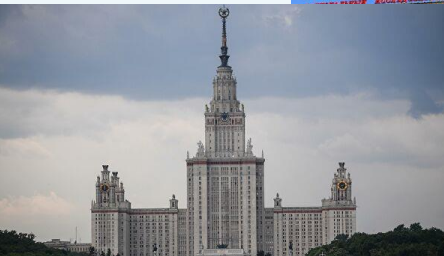
9000

Кто готовит медицинских физиков и инженеров в России?



Магистерские программы обучения медицинских физиков:

- | | |
|---|---------|
| МГУ имени М.В.Ломоносова | 20 чел |
| ■ НИЯУ МИФИ | 30 чел |
| ■ Томский политехнический университет | 10 чел |
| ■ Санкт-Петербургский Политехнический университет | 5-7 чел |
| ■ Новосибирский Государственный Университет | 5-7 чел |



Квалификация «медицинский физик»

В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ

В наличии:

1. Курсы повышения квалификации в ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России (совместно с МАГАТЭ)
2. Программа профессиональной переподготовки по специальности «медицинский физик» на базе МГУ имени М.В.Ломоносова совместно с Ассоциацией Медицинских Физиков России (АМФР), ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, МНИОИ имени П. А. Герцена, МРНЦ им. А. Ф. Цыба, АО «Европейский медицинский центр»

Выпуск специалистов на кафедре



Выпуск специалистов на кафедре физики • ускорителей и радиационной медицины МГУ

Выпущены кафедрой
в 2005-2019 годах

190

студентов

Онкологические центры,
в которых работают
выпускники кафедры по
специальности медицинская
физика:

- НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина
- МНИОИ имени П.А. Герцена
- ИТЭФ имени А.И. Алиханова
- 57-ая городская больница
- НИИ нейрохирургии им. Н. Бурденко
- Московский областной онкодиспансер
- НМИЦ ДГОИ им. Д.Рогачева
- ФМБЦ имени А.И. Бурназяна



85

Остались
в специальности



Участники проекта по разработке программы профессиональной переподготовки

Фонд инфраструктурных и образовательных программ — заказчик программы

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова — основной исполнитель

Национальный медицинский исследовательский радиологический центр Минздрава РФ

Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна ФМБА России

Приглашенные эксперты

Заказчик

Исполнители

Профессиональная переподготовка медфизиков для отделений лучевой терапии

Разработчик:
физический факультет
МГУ имени М.В. Ломоносова

Цель:
сформировать необходимые
профессиональные компетенции
для работы в качестве
специалистов отделений лучевой
терапии и центров ядерной
медицины

Объем программы: 530 часов

Форма обучения: очная

Режим обучения:
30–36 часов в неделю

Срок обучения: 4–5 месяцев



ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАММЕ ПРОШЛИ:
в 2017 г. — 18 физиков из Москвы,
московской области и Санкт-Петербурга
в 2019 г. — 4 физика из Москвы, Кирова и
Рязани, 10 физиков из Узбекистана

Структура программы

Программа профессиональной переподготовки включает в себя три этапа:

I этап

- Дистанционная часть 70 часов

II этап

- Очная часть: лекции, семинары, практикум 180 часов
самостоятельная работа 180 часов

III этап

- Клиническая практика:
онкологические 100
часов
центры и больницы

ВСЕГО

530 часов

Клиническая практика

Клиническая практика проводится для групп из 4-6 человек в отделениях лучевой терапии ЛПУ, принимающих участие в разработке и реализации образовательной программы:

- Национальный медицинский исследовательский радиологический центр Минздрава РФ (МНИОИ имени П.А. Герцена и МРНЦ)
- Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна ФМБА России
- Онкологический Центр им. Н.Н.Блохина
- 57-я клиническая больница
- Клиника РЖД
- Национальный научно-практический центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева

Итоговая аттестация

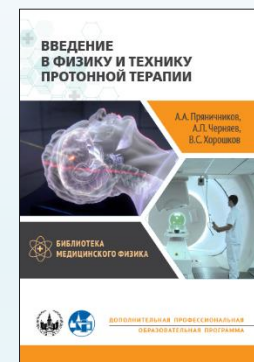
- Итоговая аттестация осуществляется аттестационной комиссией, в состав которой входят преподаватели основных учебных курсов общепрофессионального и специальных модулей, представители организации-работодателя и учреждений, на базе которых проводились практические занятия и профессиональные стажировки.
- На рассмотрение комиссии должны быть представлены материалы и результаты промежуточных оценочных испытаний обучающихся по соответствующим целевым группам, отчет о прохождении практики (стажировки), а также зачетный лист обучающегося.
- На основании решения аттестационной комиссии обучающемуся выдается диплом об успешном прохождении полного цикла обучения по программе профессиональной переподготовки в области эксплуатации и применения высокотехнологичных систем для лучевой терапии.
- Лицам, прошедшим соответствующее обучение по программе профессиональной переподготовки в полном объеме и аттестацию выдаются документы установленного образца.



Образец диплома

Профессиональная переподготовка медицинских физиков

Профессиональная переподготовка медицинских физиков для отделений лучевой терапии



Учебная литература



Будущее



Основные тенденции (в РФ)

В фундаментальной науке предпочтение отдается международным проектам.

В Российской Федерации такой проект “Ника” реализуется в ОИЯИ (Дубна).

К важным для ядерной медицины фундаментальным исследованиям XXI века относятся:

- увеличение темпа ускорения
- уменьшение размеров ускорителя
- создание ускорителей на “холодных магнитах” и с “холодными ускоряющими структурами”,
- создание источников синхротронного излучения четвертого поколения и лазеров на свободных электронах.

Основные тенденции (в РФ)

Количество радиационных установок ежегодно увеличивается на 5-7%.

Количество рентгеновских аппаратов близко к их уровню в ведущих странах. Рентгеновских аппаратов около 40-43%, медицинских источников с радиоактивными изотопами около 51-54%. Более 50% из них необходимо заменить современным оборудованием.

Необходимо разработать собственное высокотехнологичное оборудование: ПЭТ, КТ, МРТ, ОФЭКТ, а также комбинированные сканерные системы (такие как ПЭТ/КТ, ПЭТ/МРТ, ПЭТ/ОФЭКТ). А также возглавить комбинированную тройную разработку ПЭТ/КТ/МРТ, ПЭТ/ОФЭКТ/МРТ и т.д., а также четырехкомпонентной ПЭТ/ОФЭКТ/МРТ/КТ, которые ведутся в Китае.

Основные тенденции (в РФ)

Для соответствия глобальному распределению ускорителей в основных отраслях мировой экономики необходимо увеличить количество ускорителей:

в медицине-до 870,

в народном хозяйстве-до 1700

в фундаментальной науке-до 70-80.

Всего у нас должно быть около 2630 ускорителей.

это должно быть в 5,5 раза больше, чем сейчас.

Основные тенденции (в РФ)

В ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЕ:

- увеличение количества отделений, в которых осуществляются процедуры с открытыми радиоактивными источниками;
- создание полного цикла производства радиоактивных изотопов для медицинского применения;
- разнообразить количество радиоактивных изотопов медицинского назначения;
- существенно увеличить мощности производства радиофармпрепаратов в нашей стране.


СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



МЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА



В рамках профессионального стандарта выделены пять обобщенных трудовых функций медицинских физиков:

- Кадровое обеспечение лучевой (радиационной) терапии.
 - Кадровое обеспечение лучевой диагностики и интервенционной радиологии.
 - Кадровое обеспечение ядерной медицины.
 - Кадровое обеспечение медицинского использования неионизирующих излучений.
 - Кадровое обеспечение радиационной безопасности.
- 

• МЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА: Образование в Франции

образование в области «Медицинская физика»

ТЕОРИЯ

Магистр медицинской
физики

УНИВЕРСИТЕТЫ:

- Тулуза
- Лион – Гренобль
- Нант
- Париж-Юг XI

ПРАКТИКА

Квалификационный диплом
по радиологической
и медицинской физике
(DQPRM)

- Учебный курс: 3 месяца
- Практика: 9 месяцев

МЕДИЦИНСКИЙ
ФИЗИК

ОБЩЕСТВЕННЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ

Медицинские физики объединены в:

- Международную организацию медицинских физиков (**ИОМР**).
Образована в **1963** году. В нее входят 86 стран (более 25000 членов), в рамках шести региональных организаций:
- Европейская федерация организаций медицинских физиков (**ЕФОМР**), ит34 страны, 8100 членов;
- Азиатско-Тихоокеанская федерация организаций медицинских физиков (**АФОМР**), 2000 членов;
- Латиноамериканская федерация организаций медицинских физиков (**АЛФИМ**),
- Южноазиатская федерация организаций медицинских физиков (**СЕАФОМР**),
- Федерация Африканских организаций медицинских физиков (**ФАМРО**)
- Средневосточная федерация организаций медицинских физиков (**АФОМР**).

Целевые группы для подготовки

- Медицинские физики для отделений дистанционной лучевой терапии (фотоны и электроны)
- Медицинские физики для отделений контактной лучевой терапии
- Медицинские физики для отделений протонной лучевой терапии
- Инженеры по эксплуатации медицинских ускорителей электронов
- Инженеры по эксплуатации медицинских ускорителей протонов



ОБЩЕСТВЕННЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ



Наиболее многочисленная в мире – **Американская** ассоциация медицинских физиков.


Она основана в **1958** г. в Чикаго и объединила около 400 специалистов. За 60 лет их число возросло более чем в 20 раз.

В США работают более 9 тыс. медицинских физиков

В России Ассоциация Медицинских Физиков России создана в **1993**г.


В **1990-е** годы в ассоциацию вступили 360 человек.

Сегодня АМФР объединяет 890 специалистов медицинских физиков и инженеров.





Проведено 3 Евразийских конгресса по медицинской физике и инженерии:

- в 2001 г. участников было около 500 человек,
 - в 2005 г. — 800 человек и в 2010 году — более 1300 человек.
 - С 24 по 26 июня 2013 года в МГУ имени М. В. Ломоносова на базе Медицинского центра проходил первый научно-практический семинар «Ускорители для будущего России», организованный кафедрой физики ускорителей и радиационной медицины
 - В 2010–2015 годах кафедра организовала 3 школы по медицинской физике
 - Школа-конференция молодых ученых по медицинской физике в рамках III Евразийского конгресса по медицинской физике и инженерии — с 21.06 по 25.06.2010, 35 участников;
 - 1-я Школа по физике кибер-ножа и томотерапии — с 29.10 по 01.11.2014, 18 участников;
 - 1-я Школа по физике кибер-ножа и томотерапии — с 01.02 по 04.02.2016, 15 участников.
 - Конференция «Ядерно-физические методы в медицине» (2004)
 - Научно-практический семинар с РОСНАНО (2014г.)
 - Научно-практический семинар с РАО (2018г.)
- 



Научные мероприятия, посвященные медицинской физике, проводимые в МГУ

Проведено 3 Евразийских конгресса по медицинской физике и инженерии:

в 2001 г. участников было около 500 человек,

в 2005 г. — 800 человек и в 2010 году — более 1300 человек.

С 24 по 26 июня 2013 года в МГУ имени М. В. Ломоносова на базе Медицинского центра проходил первый научно-практический семинар «Ускорители для будущего России», организованный кафедрой физики ускорителей и радиационной медицины

В 2010–2015 годах кафедра организовала 3 школы по медицинской физике

Школа-конференция молодых ученых по медицинской физике в рамках III Евразийского конгресса по медицинской физике и инженерии — с 21.06 по 25.06.2010, 35 участников;

1ая Школа по физике кибер-ножа и томотерапии — с 29.10 по 01.11.2014, 18 участников;

2ая Школа по физике кибер-ножа и томотерапии — с 01.02 по 04.02.2016, 15 участников.

Конференция «Ядерно-физические методы в медицине» (2004)

Научно-практический семинар с РОСНАНО (2014г.)

Научно-практический семинар с РАО (2018г.)

Первый выпуск участников программы



Участники программы второго выпуска на лекционных занятиях



МЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА



Медицинская физика базируется на физических знаниях в области теоретической и экспериментальной, фундаментальной и прикладной физики

Медицинская физика базируется и на медицинских знаниях (анатомия, физиология, морфология, клиническая онкология, фармакология, иммунология, генетика, лечебное дело и т.д.)

На технологиях, основанных на использовании физических излучений и методов в диагностике и терапии и систематизированных выше в рамках обобщенного понятия медицинской радиологии.

Медицинская радиационная физика - фундаментальная основа лучевой терапии, объединяющая примерно 80 % всех физиков, работающих в медицине



МЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА

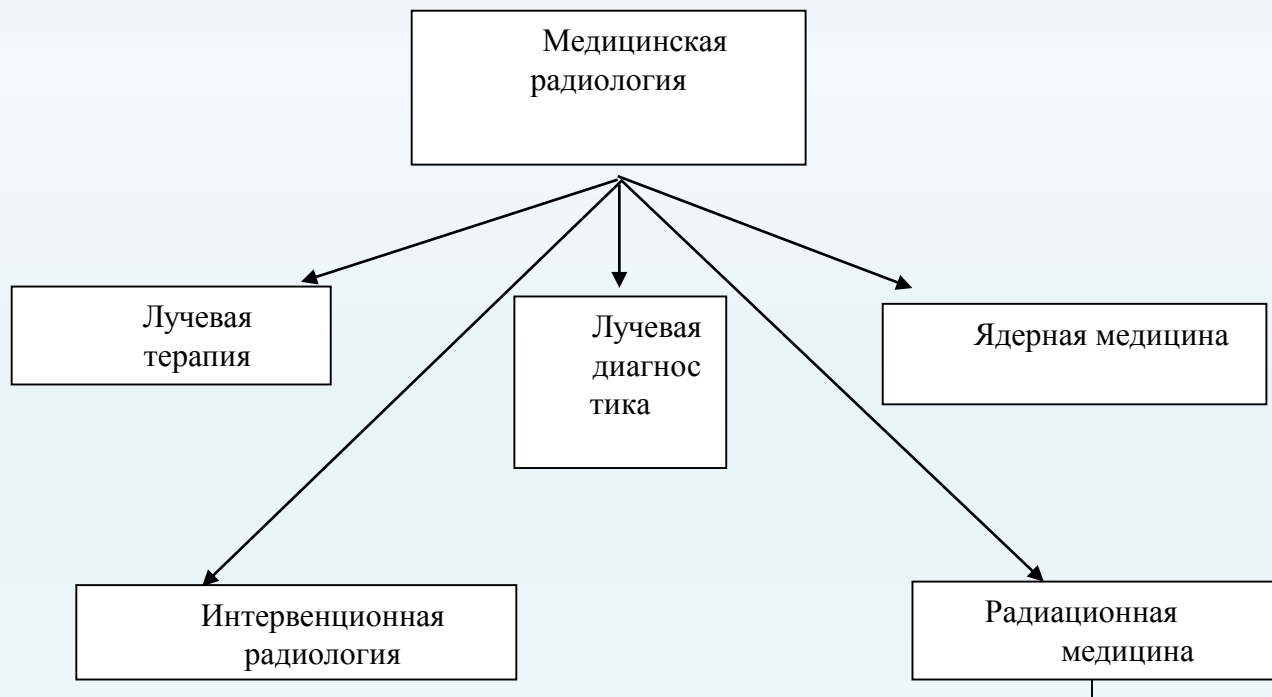


Радиационно-физические направления медицинской физики, связанные с использованием ионизирующего и неионизирующего излучения в медицинских целях, включают:

- физику лучевой терапии (терапевтическое использование генерирующих и закрытых радионуклидных источников ионизирующего излучения)
- физику лучевой диагностики (использование генерирующих источников ионизирующего излучения для рентгенодиагностики и интервенционной радиологии)
- физику ядерной медицины (использование открытых источников ионизирующего излучения для радионуклидной диагностики *in vivo* и *in vitro*, и радионуклидной терапии)
- физику неионизирующих излучений (диагностическое и лечебное использование лазеров, ультразвука, магнитного резонанса, гипертермии и электромагнитных полей)
- физику обеспечения радиационной безопасности (обеспечение радиационной безопасности пациентов, персонала, населения и окружающей среды)



МЕДИЦИНСКАЯ РАДИОЛОГИЯ



Лучевая терапия



Лучевая диагностика



Ядерная медицина

Ядерная медицина подразделяется на:

- радионуклидную диагностику *in vivo* (планарная сцинтиграфия, ОФЭКТ, ПЭТ в статическом и динамическом режимах, радиометрия участков тела, отдельных органов и всего тела, а также мультимодальная визуализация)
- радионуклидную диагностику *in vitro* (радиоиммунный и радиоконкурентный анализы)
- радионуклидную терапию в госпитальном и амбулаторном режимах

ОБЩЕСТВЕННЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ



Наиболее многочисленная в мире – Американская ассоциация медицинских физиков.

Она основана в 1958 г. в Чикаго и объединила около 400 специалистов. За 60 лет их число возросло более чем в 20 раз.

В США работают более 9 тыс. медицинских физиков





В рамках профессионального стандарта выделены пять обобщенных трудовых функций медицинских физиков:

- Физико-техническое обеспечение лучевой (радиационной) терапии.
- Физико-техническое обеспечение лучевой диагностики и интервенционной радиологии.
- Физико-техническое обеспечение ядерной медицины.
- Физико-техническое обеспечение медицинского использования неионизирующих излучений.
- Физико-техническое обеспечение радиационной безопасности.



Кто готовит медицинских физиков и инженеров в России?

1. Магистерские программы обучения медицинских физиков для лучевой терапии и ядерной медицины:

- | | |
|---|---------|
| ■ МГУ имени М.В.Ломоносова | 20 чел |
| ■ НИЯУ МИФИ | 20 чел |
| ■ Томский политехнический университет | 7 чел |
| ■ Санкт-Петербургский Политехнический университет | 5-7 чел |
| ■ Новосибирский Государственный Университет | 5-7 чел |

2. Курсы повышения квалификации для медицинских физиков:

- | | | |
|--|--------------|--------|
| ■ МГУ имени М.В.Ломоносова | ВСЕГО | 75 чел |
| ■ Ассоциация медицинских физиков РФ совместно с ФМБЦ имени А.И. Бурназяна ФМБА России и МАГАТЭ | | |



Кто готовит медицинских физиков и инженеров в России?

- **Магистерские программы обучения медицинских физиков для лучевой терапии и ядерной медицины:**

- МГУ имени М.В.Ломоносова (20 человек в год)
- НИЯУ МИФИ (30 человек в год)
- Томский политехнический университет (7 человек в год)

- **Курсы повышения квалификации для медицинских физиков:**

- МГУ имени М.В.Ломоносова (17 человек в год)
- Ассоциация медицинских физиков совместно с РМАПО (75 человек в год)
- Курсы МАГАТЭ (68 человек в год)

Подготовка инженеров по эксплуатации медицинских ускорителей

в России НЕ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ.

ВСЕГО: ~ 57

Почему нужны программы профессиональной переподготовки

1. Острый дефицит квалифицированных кадров, особенно в региональных центрах.
2. Магистерские программы дают обширные знания, но не подходят в случае необходимости срочного решения узкопрофильного кадрового запроса.
3. Выпускники московских вузов после нескольких лет в Москве не стремятся ехать работать в регионы.
4. Отсутствие в большинстве регионов преподавателей и современной аппаратной базы для подготовки высококвалифицированных кадров.

Участники проекта по разработке программы профессиональной переподготовки

Фонд инфраструктурных и образовательных программ — заказчик программы

Проектная компания РОСНАНО —
ООО «ПЭТ-Технолоджи»

Московский государственный университет имени
М.В. Ломоносова — основной исполнитель

Национальный медицинский исследовательский
радиологический центр Минздрава РФ

Федеральный медицинский биофизический
центр имени А.И. Бурназяна ФМБА России

Приглашенные эксперты

Заказчики

Исполнители

Профессиональная переподготовка медфизиков для отделений лучевой терапии

Разработчик:
физический факультет
МГУ имени М.В. Ломоносова

Цель:
сформировать необходимые
профессиональные компетенции
для работы в качестве
специалистов отделений лучевой
терапии и центров ядерной
медицины

Объем программы: 530 часов

Форма обучения: очная

Режим обучения:
30–36 часов в неделю

Срок обучения: 4–5 месяцев



ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАММЕ ПРОШЛИ:
в 2017 г. — 18 физиков из Москвы,
московской области и Санкт-Петербурга
в 2019 г. — 4 физика из Москвы, Кирова
и Рязани, 10 физиков из Узбекистана

Структура программы

Программа профессиональной переподготовки включает в себя три этапа:

I этап

- Дистанционная часть **70 часов**

II этап

- Очная часть: лекции, семинары, практикум **180 часов**
самостоятельная работа **180 часов**

III этап

- Клиническая практика: **100 часов**
онкологические
центры и больницы

ВСЕГО

530 часов

Целевые группы для подготовки

- Медицинские физики для отделений дистанционной лучевой терапии (фотоны и электроны)
- Медицинские физики для отделений контактной лучевой терапии
- Медицинские физики для отделений протонной лучевой терапии
- Инженеры по эксплуатации медицинских ускорителей электронов
- Инженеры по эксплуатации медицинских ускорителей протонов



Клиническая практика

Клиническая практика проводится для групп из 4-6 человек в отделениях лучевой терапии ЛПУ, принимающих участие в разработке и реализации образовательной программы:

- Национальный медицинский исследовательский радиологический центр Минздрава РФ (МНИОИ имени П.А. Герцена и МРНЦ)
- Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна ФМБА России
- Онкологический Центр им. Н.Н.Блохина
- 57-я клиническая больница
- Клиника РЖД
- Национальный научно-практический центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева

Итоговая аттестация

- Итоговая аттестация осуществляется аттестационной комиссией, в состав которой входят преподаватели основных учебных курсов общепрофессионального и специальных модулей, представители организации-работодателя и учреждений, на базе которых проводились практические занятия и профессиональные стажировки.
- На рассмотрение комиссии должны быть представлены материалы и результаты промежуточных оценочных испытаний обучающихся по соответствующим целевым группам, отчет о прохождении практики (стажировки), а также зачетный лист обучающегося.
- На основании решения аттестационной комиссии обучающемуся выдается диплом об успешном прохождении полного цикла обучения по программе профессиональной переподготовки в области эксплуатации и применения высокотехнологичных систем для лучевой терапии.
- Лицам, прошедшим соответствующее обучение по программе профессиональной переподготовки в полном объеме и аттестацию выдаются документы установленного образца.



Образец диплома

Учебная литература



Страна	Население страны, млн чел.	Кол-во ускорителей, шт.	Население на один ускоритель, тыс. жителей	Кол-во мед. физиков
США	308.7	3820	80	9550
Китай	1400.0	1113	1325	2782
Япония	128.1	833	140	2082
Германия	81.0	515	200	1288
Франция	70.0	458	168	1145
Италия	61.5	389	163	973
Великобритания	59.5	313	200	783
Бразилия	199.0	287	936	717
Канада	35.1	267	131	668
Испания	47.2	214	228	535
Индия	1140.0	198	2300	495
Турция	76.2	172	540	430
Австралия	23.3	136	170	340
Россия	140.0	218	1120	640
Нидерланды	16.8	126	131	315
Респ. Корея	48.7	122	402	305
Польша	38.2	142	341	355
Всего		~9257		23308