

**Программа повышения квалификации**  
**«Химическая технология радиофармпрепаратов»**

*Лектор Богородская Марина Анатольевна* – канд. хим. наук,  
 доцент кафедры химии высоких энергий и радиоэкологии  
 Российского химико-технологического университета (РХТУ)  
 им. Д. И. Менделеева

<b>21 ноября – понедельник, аудитория БЗ-13</b>	
<b>время</b>	<b>Мероприятие</b>
$8^{30}-10^{05}$	(Л) Ядерная медицина, основные понятия. Метод меченых атомов, применение в радионуклидной диагностике. Понятие о томографии, альтернативные методы визуализации. Функциональные и анатомические исследования.
$10^{15}-11^{50}$	(Л) Прогресс ядерной медицины в России и мире. Историческая справка: открытие природной и искусственной радиоактивности, успехи радиохимии. Эволюция детекторов ионизирующих излучений.
$12^{00}-13^{35}$	(Л) Физические основы ядерной медицины. Строение атома, единицы измерения массы, заряда и энергии в микромире. Ядерные силы, дефект массы.
$13^{35}-14^{10}$	Перерыв на обед
$14^{10}-15^{45}$	(Л) Радиоактивность, виды радиоактивного распада. Основной закон радиоактивного распада. Единицы измерения активности.
$14^{10}-15^{45}$	(С) Сравнение энерговыделения в процессах ядерных и химических превращений. Расчеты по основному уравнению радиоактивного распада. Понятие об индикаторных количествах. Расчеты диагностических и терапевтических активностей
<b>22 ноября-вторник, аудитория БЗ-13</b>	
$8^{30}-10^{05}$	(Л) Биологическое действие ионизирующих излучений (прямое и косвенное). Энергия, выделяемая при радиоактивном распаде. Дозы: поглощенная, эквивалентная, эффективная; единицы измерения.
$8^{30}-10^{05}$	(Л) Мощность дозы. Предельно допустимые дозы. Классификация радионуклидов по степени радиационной опасности.
$10^{15}-11^{50}$	(Л) Взаимодействие $\gamma$ -излучения с веществом. Сцинтилляционная регистрация $\gamma$ -квантов. Коллиматоры; разрешение и чувствительность детекторов.
$10^{15}-11^{50}$	(Л) $\gamma$ -Камера, однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ). Динамическая сцинтиграфия. Мультимодальные устройства ОФЭКТ/КТ, ОФЭКТ/МРТ
$12^{00}-13^{35}$	(Л) Физические основы и принцип действия ПЭТ-сканера, электронное коллимирование, разрешение и чувствительность. Новейшие достижения в

	приборостроении, мультимодальные устройства ПЭТ/КТ, ПЭТ/МРТ, времяпролетные системы
<b>23 ноября-среда, аудитория БЗ-13</b>	
$8^{30}-10^{05}$	(Л) Радиофармпрепараты, изотопно- и неизотопномеченные; органотропные и индикаторы перфузии. Фармакокинетика и фармакодинамика. Требования к РФП. Факторы, определяющие биораспределение.
$8^{30}-10^{05}$	(С) Основные физико-химические формы РФП. Механизмы локализации РФП. Понятие об индикаторных количествах.
$8^{30}-10^{05}$	(С) Получение искусственных радионуклидов, запись ядерных реакций. Понятие о сечении ядерной реакции.
$10^{15}-11^{50}$	(Л) Радионуклиды для ядерной медицины, ядерно-физические свойства. Классификация. Свойства ионизирующих излучений ( $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ , электронов внутренней конверсии и оже-электронов).
$10^{15}-11^{50}$	(Л) Общая схема исследовательского ядерного реактора. Реакторные радионуклиды: осколочные и полученные по реакции радиационного захвата нейтрона. «Молибденовый кризис».
$12^{00}-13^{35}$	(С) Зависимость сечения ядерных реакций от энергии нейтронов. Метод Сцилларда-Чалмерса.
$12^{00}-13^{35}$	(Л) Получение радионуклидов на ускорителях заряженных частиц. Типы ускорителей. Сечение реакций и функция возбуждения. Медицинские циклотронные радионуклиды, методы их выделения.
$13^{40}-14^{25}$	(Л) Генераторные радионуклиды для ядерной медицины. Характеристики «медицинских» генераторных пар, параметры «идеальной» генераторной пары. Показатели качества генератора. Определение времени максимального накопления. Основные типы генераторов $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ . Понятие о наборах (kits). Генератор $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ . Анализ продукции.
<b>24 ноября-четверг, аудитория БЗ-13</b>	
$8^{30}-10^{05}$	(Л) Синтез РФП. Основные этапы создания новых РФП. Стадии рутинного синтеза РФП. Основные методы синтеза: химический синтез, изотопные обмен, биосинтез и синтез с использованием наборов. Очистка меченых соединений. Показатель рН. Осмотическое давление и изотоничность. Устойчивость и хранение меченых соединений.
$10^{15}-11^{50}$	(Л) Анализ и контроль качества РФП. Физический, химический и биологический контроль, основные критерии качества. Основные разделы фармакопейной статьи предприятия (ФСП). Радионуклидные примеси, их источники.
$10^{15}-11^{50}$	(С) Методы определения РХЧ. Микробиологический контроль: тесты на стерильность и LAL-тест.

12 <sup>00</sup> -13 <sup>35</sup>	(Л) Реакции нуклеофильного замещения $S_N$ . Понятие о нуклеофиле, нуклеофуге, субстрате. Роль реакций $S_{N2}$ в синтезе ПЭТ-трейсеров, механизм реакций $S_{N2}$ . Влияние природы растворителей
12 <sup>00</sup> -13 <sup>35</sup>	(С) Межфазный катализ и катализаторы фазового переноса.
<b>25 ноября-пятница, аудитория БЗ-13</b>	
8 <sup>30</sup> -10 <sup>05</sup>	(Л) Характеристики ядерных реакций получения $^{18}\text{F}$ . Физико-хим свойства фтора. Преимущества использования фтора-18. $^{18}\text{F}$ -РФП. Примеры электрофильного синтеза ( $^{18}\text{F}$ -фтор-ДОФА, 2- $^{18}\text{F}$ фтор-L-тирозина, ФДГ). Выделение $^{18}\text{F}$ фторида из облученной воды и нуклеофильные реакции. Активация $^{18}\text{F}$ фторида для реакций $S_{N2}$ . Защитные группы в органич синтезе. Примеры нуклеофильного синтеза (фтормизонидазол, ФДГ и др.). Модуль нуклеофильного фторирования <i>TRACElab</i> .
8 <sup>30</sup> -10 <sup>05</sup>	(С) Особенности анализа $^{18}\text{F}$ -РФП. Клинические исследования с $^{18}\text{F}$ -ФДГ, недостатки и ограничения. $^{18}\text{F}$ -фторированные аминокислоты и другие РФП.
10 <sup>15</sup> -12 <sup>30</sup>	(Л) $^{11}\text{C}$ -РФП. Ядерные реакции получения $^{11}\text{C}$ . Физико-химические свойства углерода. Ядерно-физические свойства $^{11}\text{C}$ . Изотопная и неизотопная метка. Важнейшие $^{11}\text{C}$ -РФП. Предшественники синтеза и вторичные предшественники - синтоны. Получение $^{11}\text{C}$ в различных химических формах. Особенности синтеза $^{11}\text{C}$ -РФП, фактор времени, радиохимический выход. Этапы приготовления $^{11}\text{C}$ -РФП и потери активности. Номенклатура быстрых реакций.
10 <sup>15</sup> -12 <sup>30</sup>	(С) Получение метилйодида (из $\text{CO}_2$ и метана), и применение его в реакциях метилирования (синтез метионина, холина, гидроксиэфедрина и др.). Получение меченых карбоновых кислот. $^{13}\text{N}$ и $^{15}\text{O}$ в радионуклидной диагностике.
10 <sup>15</sup> -12 <sup>30</sup>	(Л) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -РФП. Радионуклиды технеция, их ядерно-физические свойства. Общий обзор РФП технеция-99m. Химические свойства технеция. Комплексы технеция. Степени окисления технеция в $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -РФП, фармакокинетика. Общая схема приготовления лиофилизата. Примеры приготовления лиофилизатов и РФП на их основе, состав, анализ, биораспределение (На примере выбранных препаратов, «Технетрил», «Пирфотех», «Бромезида»)
12 <sup>30</sup> -13 <sup>35</sup>	Зачёт по курсу «Химическая технология радиофармпрепаратов»