

## Спецификация для заключительного (очного) этапа Олимпиады «Я – профессионал» 2019-2020

Название направления	<b>Инженерно-физические, ядерные и нанотехнологии в медицине</b>
Указание уровня подготовки	Категория «Магистратура/специалитет»
Описание целевой аудитории	Данный комплект заданий подготовлен в рамках олимпиады «Я – профессионал» и предназначен для оценки знаний и навыков студентов магистратуры и специалитета, обучающихся в первую очередь по направлениям: «Медицинская биофизика», «Биомедицинская фотоника» «Промышленная экология и биотехнологии», «Биотехнические системы и технологии», «Физика», «Химия», «Наноматериалы», «Биоинженерия и биоинформатика», «Нанохимия», «Материаловедение и технологии материалов», а также студентов других направлений подготовки, интересующихся исследованиями и разработками в области биофизики и нанотехнологий, биомедицинской фотоники
Максимальное количество баллов за задание	100 баллов
Время на выполнение	180 минут
Список ресурсов для самостоятельной подготовки	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Федорова В.Н., Фаустов Е.В. Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами: учебное пособие. 2010. - 592 с. <a href="http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970414231.html">http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970414231.html</a></li> <li>2. Климанов В.А. Физика ядерной медицины : учеб. пособие для студ. вузов. -М. : НИЯУ МИФИ Ч. 1. - 2012.-308 с.</li> <li>3. Беляев В.Н., Климанов В.А. Физика ядерной медицины : учеб. пособие для студ. вузов. -М. : НИЯУ МИФИ Ч. 2. -2012.-248 с.</li> <li>4. Терновой С.К., Абдураимов А.Б., Федотенков И.С. Компьютерная томография: учебное пособие. 2008. - 176 с. : ил. (Серия "Карманные атласы по лучевой диагностике") <a href="http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970408902.html">http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970408902.html</a></li> <li>5. Ильясова Н.Ю., Куприянов А.В., Храмов А.Г. Информационные технологии анализа изображений в задачах медицинской диагностики. -М.: Радио и связь,2012.-424 с.</li> <li>6. Васильев А.Ю., Ольхова Е.Б. Лучевая диагностика [Электронный ресурс] - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – ЭБС "Электронная библиотека технического ВУЗа. (Консультант студента)"</li> <li>7. Абрамов А.А., Афанасов М.И., Попков В.А. Получение радионуклидов. Короткоживущие изотопы и их использование в медицине и технике. М.: Изд. МГУ, 2010, 46 с.</li> <li>8. Сапожников Ю.А., Алиев Р.А., Калмыков С.Н. Радиоактивность окружающей среды. М.: Бином. 2006. 286 с.</li> <li>9. Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения). М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004, 448 с.</li> </ol>

	<p>10. Лещенко В.Г., Ильич Г.К. Медицинская и биологическая физика. Москва «ИНФРА-М», 2012.</p> <p>11. Герман И. Физика организма человека. Изд.дом ИНТЕЛЛЕКТ, Долгопрудный, 2011.</p> <p>12. Климанов В.А. Радионуклидная диагностика физические принципы и технологии. Изд.дом ИНТЕЛЛЕКТ, Долгопрудный, 2014.</p> <p>13. Тучин В.В., Оптическая биомедицинская диагностика. Т. 1 и Т. 2, М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006.</p> <p>14. Еремин В.В., Каргов С.И. и др., Основы физической химии. Теория и задачи., М.: 2005.</p> <p>15. Глинка Н.Л. Общая химия., Л.: 1985.</p> <p>16. Еремин В.В., Борщевский А.Я., Сборник задач по общей и физической химии., Интеллект: 2019.</p> <p>17. Лекции по коллоидной химии для студентов IV курса Химического факультета МГУ  <a href="http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/colloid-roldugin-lectures/">http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/colloid-roldugin-lectures/</a></p> <p>18. Основы биохимии Ленинджера в 3-х томах., Лаборатория знаний: 2019.</p> <p>19. С.А. Вознесенский Физика и биофизика. Stanuprofi.ru</p> <p>20. Суздалев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов., 2-е изд., испр. – Либроком: 2009.</p> <p>21. Биология. Под редакцией Н.В.Чебышева. Москва, МИА. 2016.</p>
<p>Формат состязаний.</p> <p>Требования к содержанию и оформлению заданий.</p>	<p>Очный этап проводится в один день и состоит из задач теоретического характера. Все задачи разрабатываются совместно с работодателями.</p> <p>Обеспечивается проживание участников заключительного этапа в общежитиях НИЯУ МИФИ.</p> <p>В день заключительного этапа проводится индивидуальный конкурс. Задание очного заключительного тура состоит из пяти задач, разделенных на 3 блока различной трудности.</p>
<p>Дополнительная информация/инструкции для участников, которые не вошли в Регламент по направлению</p>	<p>нет</p>
<p>Краткое описание структуры задания и его основные характеристики. Система оценивания заданий.</p>	<p>Задания очного заключительного тура состоит из 5 заданий, разделённых на 3 блока заданий различной трудности:</p> <p><b>Первый блок</b> состоит из 2 заданий средней трудности. Каждое задание требует написания развернутой схемы решения и получения численного ответа. Задания оцениваются по 15 баллов.</p> <p><b>Второй блок</b> состоит из 2 заданий высокой трудности. Каждое задание требует написания развернутой схемы решения и получения численного ответа. Задания оцениваются по 20 баллов.</p> <p><b>Третий блок</b> состоит из одного задания повышенной трудности, выполнение которого требует: умения читать и разбираться в протекающих физических процессах, описанных в условии; умения использовать расчетные</p>

	<p>справочные рекомендации, с учетом анализа границ их применимости; умения использовать базы данных (таблицы) для получения данных о физических величинах. Задание оценивается в 30 баллов.</p> <p>Критерии оценки для каждой задачи определяются ее содержанием и, как правило, 20-40% от максимального балла дается за правильную формулировку исходных соотношений и формул для ее решения, 50-80% за частично правильные результаты расчета, 100% за полностью правильные результаты решения.</p> <p>Максимальное количество баллов за теоретические задания – 100 баллов.</p>
Информация об элементах практикоориентированности в заданиях (участие работодателей в составлении заданий)	<p>Теоретические практико-ориентированные задания составлены с участием или согласованы с представителями следующих предприятий и организаций работодателей, представляющих партнеров:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ГК «Росатом»,</li> <li>• Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН,</li> <li>• ЗАО «БИОСПЕК»,</li> <li>• Научно-технический центр «Амплитуда»,</li> <li>• Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН.</li> </ul> <p>Теоретические практико-ориентированные задания оценивают знания и умения по медицинской биофизики, нанотехнологий, ядерной медицине, физике биологических процессов; умения использовать расчетные справочные рекомендации, с учетом анализа границ их применимости; умения использовать базы данных (таблицы) для получения данных о физических величинах.</p>
Критерии оценивания	<p>Критерии оценки для каждой задачи теоретического тура определяются ее содержанием и, как правило, 20-40% от максимального балла дается за правильную формулировку исходных соотношений и формул для ее решения, 50-80% за частично правильные результаты расчета, 100% за полностью правильные результаты решения.</p>

**Демонстрационный вариант**

задания заключительного (очного) этапа

по направлению

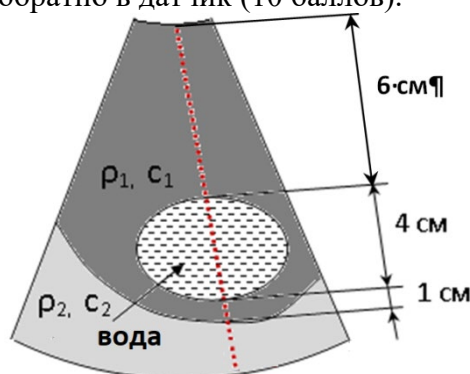
«Инженерно-физические, ядерные и nano-технологии в медицине»

Категория участия: «Магистратура/специалитет»  
(для поступающих в аспирантуру/ординатуру)

Максимальный балл за заключительный тур – 100 баллов

**Задача 1 (15 баллов)**

При ультразвуковом (УЗ) исследовании изображенного на рисунке биообъекта УЗ луч направлен вдоль пунктирной линии. В пределах этого тонкого луча сверху вниз посылается короткий УЗ импульс, который последовательно отражается от всех трех границ между тканями. Отраженные импульсы (эхо-сигналы) по очереди возвращаются обратно в датчик (10 баллов).



Оценить отношение амплитуд 1-го, 4-го и 7-го по времени эхо-сигналов. Коэффициент ослабления УЗ сигнала в первой ткани принять равным 0,7 дБ/(см·МГц). Ослаблением в воде можно пренебречь. Частота УЗ датчика 4 МГц. Скорость распространения УЗ в тканях  $c_1 = 1540$  м/с,  $c_2 = 3000$  м/с, в воде  $c_в = 1500$  м/с. Плотность тканей  $\rho_1 = 1,1$  г/см<sup>3</sup>,  $\rho_2 = 1,9$  г/см<sup>3</sup>. Коэффициент отражения от границы между двумя тканями  $K_{отр} = (Z_1 - Z_2)/(Z_1 + Z_2)$ , где акустическое сопротивление  $Z = \rho \cdot c$ . Коэффициент прохождения через границу  $K_{пр} = \frac{2 \cdot \sqrt{Z_1 Z_2}}{Z_1 + Z_2}$ . Считать, что отражений на верхнем и нижнем краях рассматриваемой области нет.

**Ответ:** отношения сигналов равны:  $\frac{S_4}{S_1} = 0,022$ ,  $\frac{S_7}{S_1} = 0,0037$ ,  $\frac{S_7}{S_4} = 0,17$ .

**Задача 2 (15 баллов)**

При нейтрон-захватной лучевой терапии в опухоль вводят изотоп  $^{10}\text{B}$ , а затем облучают ее потоком тепловых нейтронов. При этом поглощенная доза в опухоли создается за счет взаимодействия тепловых нейтронов с ядрами  $^{10}\text{B}$ . В результате взаимодействия теплового нейтрона с ядром  $^{10}\text{B}$  образуется альфа-частица с энергией 1,47 МэВ и ядро  $^7\text{Li}$  с энергией 0,84 МэВ.

Во сколько раз изменится величина поглощенной дозы в опухоли при замене  $^{10}\text{B}$  на изотоп лития  $^6\text{Li}$ ? При взаимодействии теплового нейтрона с ядром  $^6\text{Li}$  испускается альфа-частица с энергией 2,7 МэВ и ядро трития с энергией 2 МэВ. Вероятность взаимодействия теплового нейтрона с ядром  $^6\text{Li}$  в 4 раза меньше, чем с ядром  $^{10}\text{B}$ . Вкладом других ядерных реакций в поглощенную дозу пренебречь. Считать, что размер облучаемой опухоли много больше пробега всех вторичных заряженных частиц, а масса вводимых изотопов  $^{10}\text{B}$  или  $^6\text{Li}$  пренебрежимо мала по сравнению с массой опухоли.

**Ответ:** поглощенная доза уменьшится в 1,97 раз.

### Задача 3 (20 баллов)

В условиях неограниченного питания колония микроорганизмов растет со скоростью, пропорциональной ее численности. За первый час их число выросло с 1 до 1000. Через время  $T_0 = 1,5$  часа микроорганизмы начинают гибнуть с постоянной скоростью  $V=60 \text{ с}^{-1}$ . Определить, какова будет численность микроорганизмов через 0,5 часа и через 1 час после начала гибели.

**Ответ:** через 0,5 часа численность микроорганизмов будет равна 29824, а через 1 час - 0.

### Задача 4 (20 баллов)

Молекулярная масса молекулы ДНК равна 72450. Гуанидиловых нуклеотидов в данной молекуле 73. Определите количество адениловых нуклеотидов, учитывая, что средняя молекулярная масса нуклеотида – 345.

**Ответ:** 32.

### Задача 5 (30 баллов)

В гамма-ноже 200 источников  $^{60}\text{Co}$ . Какой должна быть активность каждого источника, чтобы за 1 час в изоцентре\* накапливалась доза 50 Гр. Энергия гамма-квантов  $^{60}\text{Co}$ , вылетающих при каждом распаде, 1,17 МэВ и 1,33 МэВ. Расстояние от источников до изоцентра 50 см. Ослабление излучения по пути к мишени эквивалентно ослаблению на 10 см вещества с массовым коэффициентом ослабления гамма-излучения  $\mu \approx 6,29 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2/\text{г}$ . Массовый коэффициент поглощения энергии для головного мозга считать равным  $\mu_{en} \approx 2,95 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2/\text{г}$ .

\*изоцентр – точка в которой пересекаются все лучи.

**Ответ:**  $7 \cdot 10^{14}$  Бк.

