



*X Международный турнир естественных наук, 2010-2019*  
*www.scitourn.ru*

Санкт-Петербургский государственный университет



**Очный этап**  
13 – 19 ноября 2019

**X Международного турнира естественных наук**

## Задачи очного этапа

### БЛОК А

#### А1. Водородная вода (Вертекс)

В последние годы на фармацевтический и нутрицевтический рынок выходит много нетривиальных продуктов, но часто их возможный эффект на организм остается недоказанным. Одним из таких продуктов является завоевывающая рынки, прилавки, столы и кулеры т.н. «водородная вода» – вода насыщенная газообразным водородом.

Оцените научную обоснованность предлагаемого продукта с физической, химической и биологической точки зрения, а также уровень доказательной базы по проведенным доклиническим и клиническим исследованиям. На основе ваших выводов составьте понятную для потребителя презентацию, стоит ли тратить на водородную воду.

#### А2. Послезавтра

Одной из проблем глобального потепления, которая приводит к повышению уровня Мирового океана, является таяние ледников. В то же время в некоторых местах на планете ледники не тают, а растут – например, ледники в Пакистане, а также некоторые ледники Норвегии. Выскажите гипотезы: какие факторы привели к возникновению таких "аномалий". Каким образом можно стимулировать рост ледников для сохранения уровня Мирового океана постоянным?

#### А3. Атлант расправил плечи

Почти каждый человек в современном мире сталкивается с зажатостью мышц. Длительное напряжение плечевого пояса и воротниковой зоны приводит к зажимам шейной группы мышц. Зжатые мышцы блокируют кровообращение, в следствие возникают застойные и дегенеративные процессы, развиваются хронические заболевания. Список инструментальных методов диагностики такого состояния короткий и состоит из очень дорогих исследований.

Предложите концепцию прибора для своевременной диагностики мышечных зажимов в домашних условиях.

#### A4. Спутники ([Красцветмет](#))

Иридий, родий, рутений и осмий называют «металлами-спутниками» из-за их присутствия в малых количествах в рудах платины и палладия. Эти металлы нашли свое применение в различных областях промышленности, однако требуют тщательного отделения друг от друга. Предложите эффективную для промышленности схему аффинажа данных металлов из концентратов платино-палладиевого производства и объясните каждый из ее этапов. Для оценки условий учитывайте, что средний объем загружаемого в реактор концентрата около 500 кг, доля всех четырех элементов в концентрате не превышает 0.5%, а содержание металлов можно принять приблизительно одинаковым. Среднее значение платины и палладия (суммарно) в концентрате считайте равным 95% по весу.

#### A5. Последний рубеж

*«Непобедимый», крейсер второго класса, самый большой корабль, которым располагала База в системе Лиры, шел на фотонной тяге. Восемьдесят три человека команды спали в туннельном гибернаторе центрального отсека. Поскольку рейс был относительно коротким, вместо полной гибернации использовался очень глубокий сон, при котором температура тела не падает ниже десяти градусов. В рулевой рубке работали только автоматы. В поле их зрения, на перекрестке прицела, лежал кружок солнца, немногим более горячего, чем обычный красный карлик. Когда кружок занял половину площади экрана, реакция аннигиляции прекратилась.*  
Станислав Лем, «Непобедимый», 1964

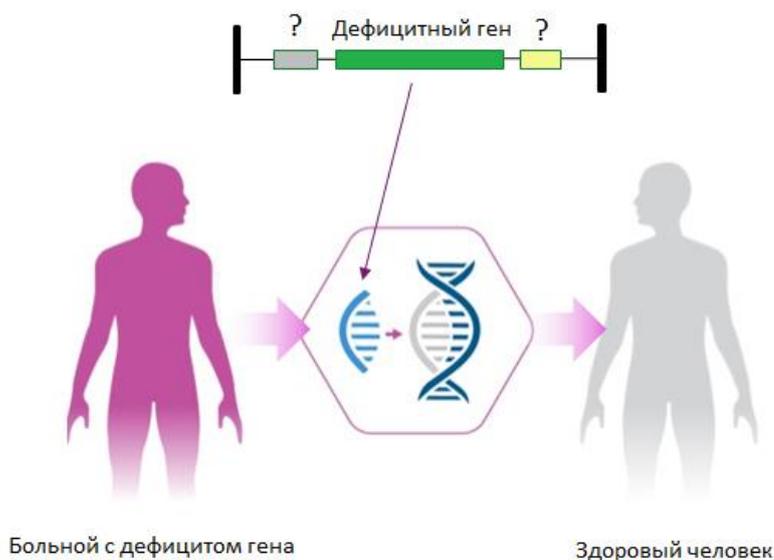
Аннигиляция является самым эффективным способом получения энергии на единицу массы топлива.

Предположим, что мы научились получать и хранить антивещество в большом количестве. Для работы двигателя на основе аннигиляции выберете и подтвердите расчетами такую пару частиц и античастиц, чтобы максимально быстро разогнаться до субсветовой скорости.

Какая масса такого топлива требуется на каждый кг корабля для разгона? Энергией, требуемой для удержания антивещества можно пренебречь.

#### A6. Человек, меняющий свою кожу ([БИОКАД](#))

Существует ряд врожденных генетических заболеваний кожи, обусловленных отсутствием в клетках эпидермиса гена, ответственного за продукцию белков, формирующих нормальную структуру кожного покрова. Одним из таких заболеваний является буллёзный эпидермолиз. На данный момент болезнь неизлечима, исключая единичные случаи, в которых детям проводили длительную и болезненную трансплантацию трансгенной кожи. С помощью методов генной инженерии можно создать лекарство, которое позволит восстановить наличие гена и его функцию в клетках кожи. Опишите детально, каким методом вы бы воспользовались для доставки необходимого гена в клетки пациента.



### A7. Ага

Спустя 80 лет в результате искусственной интродукции жабы Ага в Австралию популяция этого вида на материке достигла 200 миллионов особей и продолжает расти. Жаба-ага ядовита во всех частях тела, наносит не только колоссальный экономический, но и экологический ущерб. На сегодня действенным, но весьма неэффективным способом борьбы с Ага остается ручной отлов. Предложите экономически доступную технологию контролируемого снижения популяции данного вида на территории Австралии с дальнейшим поддержанием её на безопасном/низком уровне. Минимизируйте возможное влияние предложенного вами способа на эко-систему Австралии.

## БЛОК Б

### Б1. Восток

Восток – самое крупное и глубинное подледное озеро в Антарктиде. Получение проб с данного озера могло бы пролить свет на развитие жизни на Земле, а также служить модельной системой для получения подледных образцов с других небесных тел. Однако существует большая проблема забора проб воды так, чтобы не контаминировать озеро. Ученым удалось исследовать только приледный слой, но такие образцы не репрезентативны с точки зрения возможной жизни в озере, так как в приледном слое и на дне условия могут значительно различаться. Как получить пробы с дна Востока, чтобы не загрязнить озеро и не внести в него чужеродные микроорганизмы? Можно ли использовать предложенный вами способ в космических исследованиях?

### Б2. Блеск ([Красцветмет](#))

Одним из способов придать ювелирным сплавам серебра (самый распространенный содержит серебро и медь в соотношении 37-3 по массе) большую стойкость к потемнению при использовании является родирование – покрытие изделия тонким слоем родия. Однако, несмотря на распространенность, такой метод недостаточно эффективен – родированное серебро все равно темнеет при ношении или работе.

Предложите альтернативный способ создания серебряных изделий, которые бы не темнели при использовании. Учитывайте экономическую эффективность

### Б3. Биология - наука 21 века (MEL Science)

Компания «[MEL Science](#)» производит и распространяет обучающие наборы по физике и химии для проведения экспериментов в домашних условиях. Предложите прототип экспериментального набора по биологии и медицине, позволяющий наглядно продемонстрировать основные достижения молекулярной биологии, биохимии и физиологии человека. Предлагаемый набор должен быть полностью безопасным и соответствовать ограничениям международной почтовой пересылки.

### Б4. БЖУ

В современном обществе все больше людей начинают уделять внимание качеству и составу продуктов и блюд в их ежедневном рационе. Разработайте концепцию столового прибора или посуды, которая могла бы определять значимые пищевые характеристики блюда в процессе употребления человеком пищи. Обозначьте, какой параметр будет измерять прибор и какой аналитический сигнал будет обрабатывать. Предположите, какие ограничения возникнут при эксплуатации данного прибора. Обратите внимание, что при конструкции прибора необ-

ходимо придерживаться безопасных для человека материалов и принципа работы.

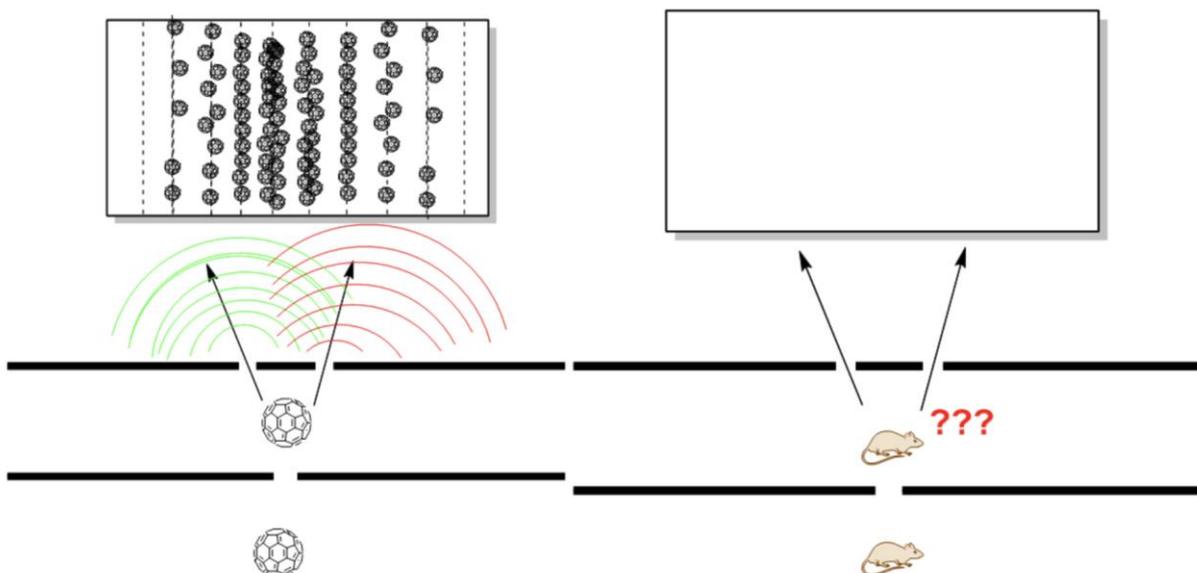
## Б5. Биоремедиация

В 2016 году вблизи пластикоперерабатывающего завода в Японии была обнаружена уникальная бактерия *Ideonella sakaiensis*, способная разрушать пластик с помощью фермента, названного ПЭТ-азой. Предположите механизм химических превращений переработки пластика на основе подобных ферментов. Предложенный вами механизм должен отвечать следующим требованиям: исключается образование токсичных соединений на любой стадии, конечные продукты являются биоразлагаемыми.

## Б6. Клеточные сфероиды ([ГЕРОФАРМ](#))

В связи с активным развитием регенеративной медицины для восполнения дефектов органов и тканей с помощью 3D-биопечати ученые используют так называемые клеточные сфероиды - структуры, содержащие от 4 до 8 тысяч клеток. Большее количество клеток сфероид содержать не может, так как в таком случае «ядро» перестанет получать питательные вещества и клетки начнут погибать, а меньшим числом клеток неудобно производить процесс биопечати. Для получения сфероидов используют специальные агарозные формочки, однако из таких формочек сфероиды трудно извлечь, к тому же заводские формы изготовления на данный момент дорогие. Недостатком же другой технологии - микрокапсулирования является то, что толщина стенки микрокапсулы превышает диаметр самого клеточного сфероида. Предложите альтернативный доступный способ или улучшите один из существующих способов получения клеточного сфероида, содержащего указанное количество клеток.

## Б7. К изумрудному городу ведут две дороги ([БИОКАД](#))



Некоторое время назад австрийские ученые выяснили, что такая сложная и массивная молекула как фуллерен порождает дифракционную картину в эксперименте с двумя щелями и экраном-детектором. Представьте, что вам необходимо провести аналогичный эксперимент с биологическими макромолекулами и выяснить, проявляют ли они подобные свойства. Предложите дизайн подобного эксперимента, какие объекты исследования вы бы выбрали в первую очередь? Необходимы ли какие-либо химические модификации структуры биологической молекулы для того, чтобы осуществление эксперимента стало возможным?

---

Идеи задач предлагали и обсуждали: Александра Суворова (к.х.н.), Андрей Шишов (к.х.н), Антон Голышев, Константин Бенкен, Юлия Орехова, Анастасия Якиманская, Екатерина Карпова, Елизавета Пустовойт, Никита Цветов (к.х.н), Сергей Сафонов (к.х.н), Анна Старикова (к.х.н)

В составлении пакета задач участвовали: Александра Суворова (к.х.н), Андрей Шишов (к.х.н), Антон Голышев, Константин Бенкен, Юлия Орехова, Екатерина Карпова, Никита Цветов (к.х.н), Сергей Сафонов (к.х.н), Анна Старикова (к.х.н)

**Желаем успехов!**

**Оргкомитет Турнира естественных наук**

\*Задачи разделены на блоки А и Б. Каждый из блоков соответствует одному отборочному дню турнира. О том, в какой день будет играть каждый из блоков, будет объявлено за **три дня до начала турнира**. Просим Вас ответственно отнестись к проработке всех задач. Напоминаем, про отказ от задач: **В один отборочный игровой день** команда может оформить **один «вечный» отказ** и **один «тактический» отказ**. Таким образом, команда может отказаться от 4 задач, по две в каждом блоке. «Вечный» отказ от задачи сообщается в начале дня отборочных игр, а «тактический» отказ в течение игрового дня. «Тактический» отказ действует в течение одного игрового дня и отменяется при выходе команды в плей-офф. Во время плей-оффа нельзя использовать «тактический» отказ.