

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Заключительный этап  
Биотехнологический профиль  
Междисциплинарные задачи**

---

**11 класс**

**1 вариант**

**Задача 1. Под защитой вирусов**

Большинство людей даже не догадываются о том, какую роль играют вирусы в жизни на нашей планете. Если бы все вирусы вдруг исчезли, мир стал бы совершенно другим. По современным оценкам, большая часть вирусов является бактериофагами, которые избирательно поражают бактериальные клетки, вызывая их смерть.

1. Представим, что в некую безвирусную среду мы поместили 1 бактерию, при этом количество питательной среды ничем не ограничено. Через какое количество часов масса бактерий сравняется с массой планеты, если масса Земли  $6 \times 10^{24}$  кг, масса одной бактерии  $3 \times 10^{-13}$  кг, деление бактерий происходит 1 раз в 40 минут?

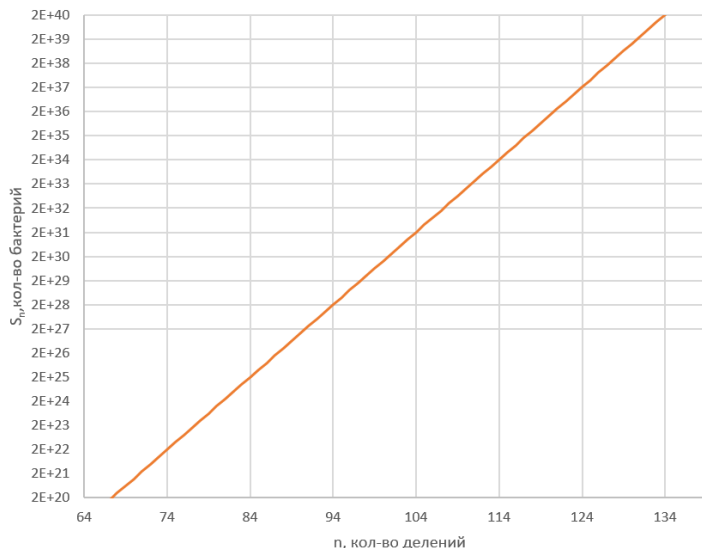
2. Во сколько раз объём биомассы больше объёма Земли, если средняя плотность планеты  $5,5 \times 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, а плотность биомассы  $1,56 \times 10^3$  кг/м<sup>3</sup>?  
Ответ округлите до сотых.

3. Во сколько раз радиус получившейся биомассы больше радиуса Земли? Ответ округлите до сотых.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Биотехнологический профиль**  
**Междисциплинарные задачи**

---

Логарифмический график зависимости количества  
бактерий от числа делений



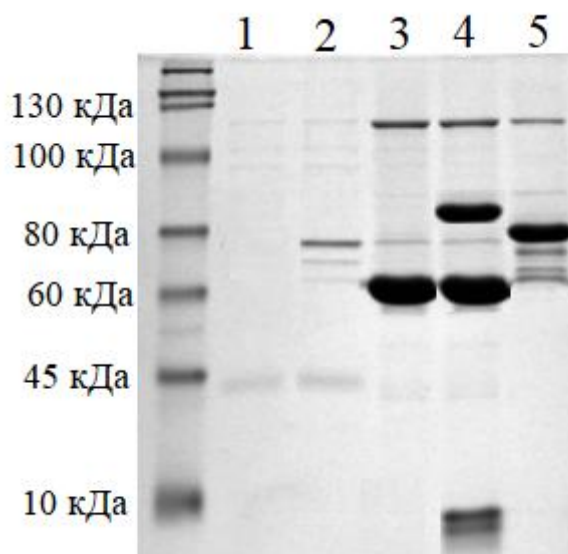
### Задача 2. Электрофорез

Электрофорез белков в полиакриламидном геле — метод разделения смесей белков в геле в соответствии с их электрофоретической подвижностью (функцией длины полипептидной цепочки или молекулярной массы). Данный способ фракционирования белков и пептидов широко применяют в современной биотехнологии.

В ходе трансфекции было отобрано 5 штаммов генетически модифицированных продуцентов. В результате их культивирования было получено 5 образцов культуральной жидкости, содержащих смесь интактных белков. Известно, что масса целевого полипептида равна 60 кДа. Определите, какой из штаммов является отличным источником целевого продукта, исходя из результатов проведённого электрофореза. Объясните, почему именно этот штамм является лучшим для производства белка. Определите длину м-РНК, кодирующую данный белок, если средняя масса аминокислоты 110 Да.

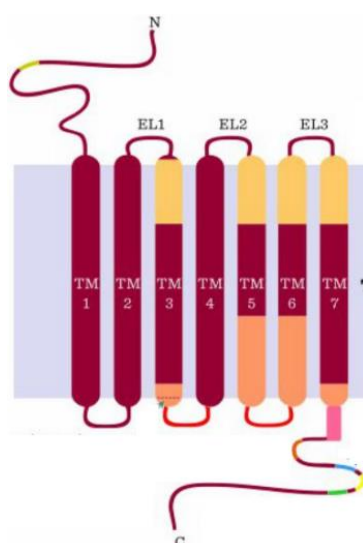
**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Заключительный этап  
Биотехнологический профиль  
Междисциплинарные задачи

---



### Задача 3. G-белки

Белки выполняют широчайший спектр функций и имеют различную локализацию в клетке. G-белки — это семейство белков, относящихся к ГТФазам и функционирующих в качестве вторичных посредников во внутриклеточных сигнальных каскадах, необходимых для регуляции клеточных процессов.



Рецепторы, сопряжённые с G-белками – это семиспиральные (семь раз пересекающие мембрану в виде  $\alpha$ -спиралей) белки. Они осуществляют

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Биотехнологический профиль**  
**Междисциплинарные задачи**

---

передачу внешних регуляторных сигналов внутрь клетки. Молекулярная масса белка составляет 85 кДа. Вычислите долю аминокислотных остатков белка, формирующих  $\alpha$  спираль. Если альфа-спираль имеет шаг 0,54 нм и содержит 3,6 аминокислотных остатка на 1 поворот. Толщина мембраны составляет 8 нм. Средняя масса аминокислотного остатка в белке составляет 110 Да. Ответ дайте в процентах с округлением до целых.

**2 вариант**

**Задача 1. Серая слизь**

Серая слизь от англ. *grey goo* – «гипотетический сценарий конца света», связанный с успехами молекулярных нанотехнологий и предсказывающий, что неуправляемые самореплицирующиеся нанороботы поглотят всё доступное им вещество Земли.

1. Представим, что в далёком будущем одна из подобных машин появилась на нашей планете. Через какое количество часов наномшины смогут поглотить всю биосферу нашей планеты, если масса биосферы  $3 \times 10^{15}$  кг, масса одной наномшины  $1,5 \times 10^{-15}$  кг, деление наномшины происходит 1 раз в 15 минут? В процессе деления каждая наномшина потребляет эквивалентное своей массе количество материи.

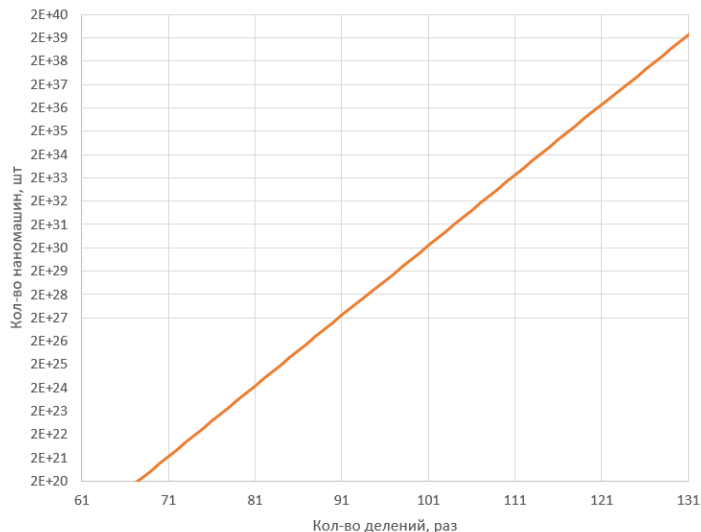
2. Какое количество углекислого газа выделяют наномшины в атмосферу, если 1 наномшина в процессе деления выделяет  $5 \times 10^{-16}$  кг? Ответ округлите до сотых.

3. Какой объём углекислого газа выделится в атмосферу? Ответ дайте в м<sup>3</sup> с округлением до сотых.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Биотехнологический профиль**  
**Междисциплинарные задачи**

---

Логарифмический график зависимости числа наномашин  
от числа делений



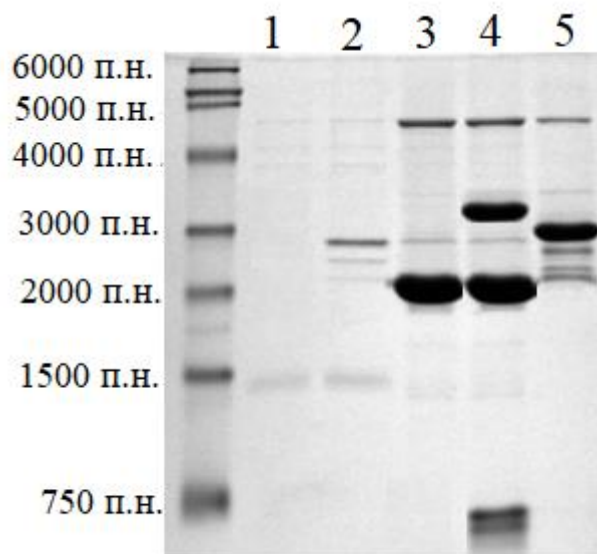
### **Задача 2. Электрофорез**

Электрофорез ДНК в агарозном геле — аналитический метод, применяемый для разделения фрагментов ДНК по длине. Основан на разной скорости движения фрагментов разной длины при движении в геле под действием внешнего электрического поля.

В ходе культивирования 5 штаммов микроорганизма было получено 5 образцов культуральной жидкости, содержащих смесь целевого продукта и примесей. Известно, что основным видом примесей являются нуклеиновые кислоты. Определите, какой из штаммов является отличным источником целевого продукта, исходя из результатов проведённого электрофореза, если количество целевого продукта во всех пробах примерно одинаково. Объясните, почему именно этот штамм является лучшим для производства белка. Определите молекулярную массу белка, если длина м-РНК 660 нуклеотидов, а средняя масса аминокислоты в молекуле белка 110 Да.

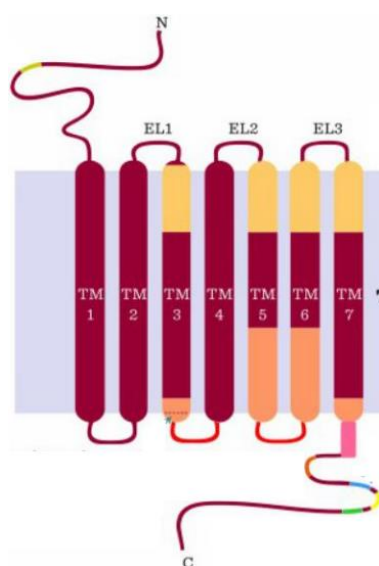
**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Заключительный этап  
Биотехнологический профиль  
Междисциплинарные задачи

---



### Задача 3. G-белки

Белки выполняют широчайший спектр функций и имеют различную локализацию в клетке. G-белки — это семейство белков, относящихся к ГТФамам и функционирующих в качестве вторичных посредников во внутриклеточных сигнальных каскадах, необходимых для регуляции клеточных процессов.



**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Заключительный этап  
Биотехнологический профиль  
Междисциплинарные задачи**

---

Рецепторы, сопряжённые с G-белками – это семиспиральные (семь раз пересекающие мембрану в виде  $\alpha$  – спиралей) белки. Они осуществляют передачу внешних регуляторных сигналов внутрь клетки. Молекулярная масса белка составляет 65 кДа. Вычислите долю аминокислотных остатков белка, формирующих  $\alpha$  – спираль. Если альфа-спираль имеет шаг 0,54 нм и содержит 3,6 аминокислотных остатка на 1 поворот. Толщина мембраны составляет 7 нм. Средняя масса аминокислотного остатка в белке составляет 110 Да. Ответ дайте в процентах с округлением до целых.