

Задача 1. Угадай семейство

Однажды небольшой огород, на котором росло несколько грядок картофеля, фасоли и капусты, опрыскали новым экспериментальным средством, созданным на основе нанотехнологий. Через некоторое время огород превратился в цветущий луг, на котором все культурные растения растворились в огромной массе других – «некультурных». Прополка, по-видимому, перед внесением удобрения не проводилась. Удивительно, но все растения на участке зацвели в одно и то же время. Вещество отправили на доработку, а растения передали в соседнюю школу в гербарии.

Определите, к каким семействам принадлежат указанные диаграммы цветков. Укажите, к каким семействам относятся картофель, фасоль и капуста. Ответ напишите в виде цифровой комбинации (если отсутствует ответ в виде цифровой комбинации, то вопрос не будет проверяться!). Первая цифра соответствует подвопросу А, вторая – подвопросу Б, третья – подвопросу В и так далее по алфавиту (если не можете ответить на вопрос, то укажите ноль или пробел). Цифру можно взять из таблицы с названиями семейств. За каждый правильный ответ на подвопрос вы получаете **1 балл**.

А

Б

В

Г

Д

Е к какому семейству относится картофель?

Ж к какому семейству относится фасоль?

З к какому семейству относится капуста?

Таблица			
1	Злаковые (<i>Poaceae</i>)	6	Вьюнковые (<i>Convolvulaceae</i>)
2	Астровые (<i>Asteraceae</i>)	7	Бобовые (<i>Fabaceae</i>)
3	Крестоцветные (<i>Brassicaceae</i>)	8	Розовые (<i>Rosaceae</i>)
4	Зонтичные (<i>Apiaceae</i>)	9	Лилейные (<i>Liliaceae</i>)
5	Пасленовые (<i>Solanaceae</i>)		

Всего – 8 баллов

Задача 2. Определи пептид

Последовательность нуклеотидов из середины кодирующего участка мРНК содержит информацию о некоем пептиде, включая стартовый и стоп кодон. Используя таблицу кодонов, определите закодированный пептид.

CGAUGAAGGAUUAUGAUUGAAC

Таблица кодонов

1-е основание	2-е основание			
	U	C	A	G
U	UUU Фенилаланин UUC Фенилаланин UUA Лейцин UUG Лейцин	UCU Серин UCC Серин UCA Серин UCG Серин	UAU Тирозин UAC Тирозин UAA Стоп-кодон (Ochre) UAG Стоп-кодон (Amber)	UGU Цистеин UGC Цистеин UGA Стоп-кодон (Opal) UGG Триптофан
C	CUU Лейцин CUC Лейцин CUA Лейцин CUG Лейцин	CCU Пролин CCC Пролин CCA Пролин CCG Пролин	CAU Гистидин CAC Гистидин CAA Глутамин CAG Глутамин	CGU Аргинин CGC Аргинин CGA Аргинин CGG Аргинин
A	AU Изолейцин AUC Изолейцин AUA Изолейцин AUG Метионин, Стартовый	ACU Треонин ACC Треонин ACA Треонин ACG Треонин	AAU Аспарагин AAC Аспарагин AAA Лизин AAG Лизин	AGU Серин AGC Серин AGA Аргинин AGG Аргинин
G	GUU Валин GUC Валин GUA Валин GUG Валин	GCU Аланин GCC Аланин GCA Аланин GCG Аланин	GAU Аспарагиновая кислота GAC Аспарагиновая кислота GAA Глутаминовая кислота GAG Глутаминовая кислота	GGU Глицин GGC Глицин GGA Глицин GGG Глицин

Всего – 8 баллов

Задача 3. Загадочное свечение

Медуза *Aequorea victoria* способна излучать зелёный свет. Из нее был выделен белок экворин, биолюминесценция которого инициируется ионами кальция. Выделенный из медузы и очищенный экворин *in vitro* в присутствии ионов кальция излучает свет с максимумом 469 нм, в то время как живая медуза светится зелёным. За зелёное свечение ответственен другой белок – GFP (англ. *green fluorescent protein* – зелёный флуоресцирующий белок), излучающий зелёный свет при поглощении излучения экворина. Юные исследователи поймали медузу *Aequorea victoria*, посадили ее в банку с изотоническим раствором хлорида натрия, поместили в темную комнату и осветили желтым светом. Каким цветом будет светиться медуза и почему?

Всего – 8 баллов

Задача 4. Энергия для нанороботов

Для диагностики состояния пациента в его организм были введены медицинские нанороботы. Часть нанороботов прикрепились к мембранам эритроцитов и проникли в них, а часть была фагоцитирована макрофагами. Для того чтобы нанороботы полноценно функционировали, они должны получать энергию для своей работы. Разработчики утверждают, что на работу нанороботов тратится энергия 1% молекул АТФ, получаемых клетками в процессе гликолиза и аэробного дыхания. Подсчитайте, пожалуйста, сколько молекул АТФ будет потрачено на работу нанороботов в отдельном эритроците и макрофаге, если в катаболизм в каждой из клеток вступит 50 молекул глюкозы.

Всего – 8 баллов

Задача 5. Аденоассоциированные вирусы и флуоресцентные белки

Для исследования механизмов работы мозга часто используют визуализацию динамики внутриклеточной концентрации ионов Ca^{2+} в различных клетках мозга, в том числе в нейронах и астроцитах. Для визуализации $[Ca^{2+}]_i$ в клетке используют флуоресцентную микроскопию. Для этого необходимы молекулы, интенсивность флуоресценции которых зависит от концентрации Ca^{2+} . Это могут быть небольшие синтетические красители, а могут быть трансгенные флуоресцентные белки. Для экспрессии чужеродных белков в заданном организме можно прибегать к помощи вирусных конструкций со встроенной в вирусный геном кодирующей последовательностью нужного белка, находящейся под определенным промотором. В качестве носителя часто используются аденоассоциированные вирусы, поскольку они могут инфицировать как делящиеся, так и неделящиеся клетки, и не являются патогенными. По сравнению с низкомолекулярными красителями, использование генетически кодируемых флуоресцентных кальциевых репортеров обладает рядом преимуществ.

1. Как Вы думаете, какими? (4 балла)

К сожалению, есть у этого метода и ряд недостатков: далеко не все клетки заражаются вирусом и удерживают его ДНК в ядре, при этом возможно заражение клеток не только нужного типа, но и других. Астроциты – одни из наиболее распространенных клеток глии. В коре их примерно столько же, сколько и нейронов. Известно, что эти клетки играют важную роль в работе синаптических контактов между нейронами и регуляции локального кровотока. Ваша задача – исследовать кальциевую активность в астроцитах коры мозга мышей. Для этого Вы используете вирусную конструкцию на основе аденоассоциированного вируса AAV2, который преимущественно заражает клетки нервной системы. В геноме вируса встроена последовательность ДНК, кодирующая флуоресцентный белок, чувствительный к $[Ca^{2+}]_i$. Данная последовательность находится под промотором *gfa2*, ответственного за синтез глиального фибриллярного белка, который экспрессируется в большинстве астроцитов. Известно, что данный вирус заражает нейроны с вероятностью 50% (т. е. 50% нейронов оказываются зараженными), а астроциты – с вероятностью 30%. При этом у 90% зараженных астроцитов экспрессируется нужный флуоресцентный белок. Однако данный промотор не так специфичен, как хотелось бы, и около 10% зараженных нейронов также синтезируют трансгенный белок. Через три недели после инъекции вируса в мозг животных Вы проводите эксперимент, и под микроскопом видите светящиеся клетки.

2. Оцените вероятность, что выбранная Вами светящаяся клетка окажется астроцитом, а не нейроном. **(4 балла)** Ответ обоснуйте.

Всего – 8 баллов

Задача 1. Угадай семейство

Однажды небольшой огород, на котором росло несколько грядок редиски, гороха и помидоров опрыскали новым экспериментальным средством, созданным на основе нанотехнологий. Через некоторое время огород превратился в цветущий луг, на котором все культурные растения растворились в огромной массе других – «некультурных». Прополка, по-видимому, перед внесением удобрения не проводилась. Удивительно, но все растения на участке зацвели в одно и то же время. Вещество отправили на доработку, а растения передали в соседнюю школу в гербарии.

Определите, к каким семействам принадлежат указанные диаграммы цветков. Укажите, к каким семействам относятся редиска, горох и помидоры. Ответ напишите в виде цифровой комбинации (если отсутствует ответ в виде цифровой комбинации, то вопрос не будет проверяться!). Первая цифра соответствует подвопросу А, вторая – подвопросу Б, третья – подвопросу В и так далее по алфавиту (если не можете ответить на вопрос, то укажите ноль или пробел). Цифру можно взять из таблицы с названиями семейств. За каждый правильный ответ на подвопрос вы получаете **1 балл**.

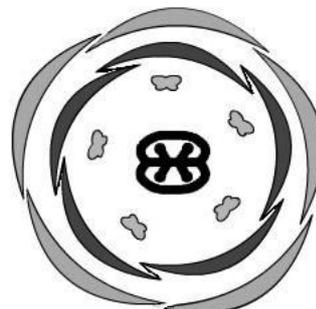
А



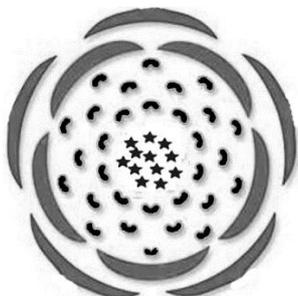
Б



В



Г



Д



Е к какому семейству относится редиска?

Ж к какому семейству относится горох?

З к какому семейству относится помидоры?

Таблица			
1	Зонтичные (<i>Apiaceae</i>)	6	Вьюнковые (<i>Convolvulaceae</i>)
2	Астровые (<i>Asteraceae</i>)	7	Бобовые (<i>Fabaceae</i>)
3	Крестоцветные (<i>Brassicaceae</i>)	8	Розовые (<i>Rosaceae</i>)
4	Злаковые (<i>Poaceae</i>)	9	Лилейные (<i>Liliaceae</i>)
5	Пасленовые (<i>Solanaceae</i>)		

Всего – 8 баллов

Задача 2. Определи пептид

Последовательность нуклеотидов из середины кодирующего участка мРНК содержит информацию о некоем пептиде, включая стартовый и стоп кодон. Используя таблицу кодонов определите закодированный пептид.

GAAUGGCCAACGAUUCGUGAUA

Таблица кодонов

1-е основание	2-е основание			
	U	C	A	G
U	UUU Фенилаланин UUC Фенилаланин UUA Лейцин UUG Лейцин	UCU Серин UCC Серин UCA Серин UCG Серин	UAU Тирозин UAC Тирозин UAA Стоп-кодон (Ochre) UAG Стоп-кодон (Amber)	UGU Цистеин UGC Цистеин UGA Стоп-кодон (Opal) UGG Триптофан
C	CUU Лейцин CUC Лейцин CUA Лейцин CUG Лейцин	CCU Пролин CCC Пролин CCA Пролин CCG Пролин	CAU Гистидин CAC Гистидин CAA Глутамин CAG Глутамин	CGU Аргинин CGC Аргинин CGA Аргинин CGG Аргинин
A	AU Изолейцин AUC Изолейцин AUA Изолейцин AUG Метионин, Стартовый	ACU Треонин ACC Треонин ACA Треонин ACG Треонин	AAU Аспарагин AAC Аспарагин AAA Лизин AAG Лизин	AGU Серин AGC Серин AGA Аргинин AGG Аргинин
G	GUU Валин GUC Валин GUA Валин GUG Валин	GCU Аланин GCC Аланин GCA Аланин GCG Аланин	GAU Аспарагиновая кислота GAC Аспарагиновая кислота GAA Глутаминовая кислота GAG Глутаминовая кислота	GGU Глицин GGC Глицин GGA Глицин GGG Глицин

Всего – 8 баллов

Задача 3. Загадочное свечение

Медуза *Aequorea victoria* способна излучать зелёный свет. Из нее был выделен белок экворин, биолюминесценция которого инициируется ионами кальция. Выделенный из медузы и очищенный экворин *in vitro* в присутствии ионов кальция излучает свет с максимумом 469 нм, в то время как живая медуза светится зелёным. За зелёное свечение ответственен другой белок – GFP (англ. *green fluorescent protein* – зелёный флуоресцирующий белок), излучающий зелёный свет при поглощении излучения экворина. Предположим, что была создана генномодифицированная медуза *Aequorea victoria* с нокаутированным геном, кодирующим GFP. Медузу посадили в банку с морской водой, поместили в темную комнату и осветили красным светом. Каким цветом будет светиться медуза и почему?

Всего – 8 баллов

Задача 4. Энергия для нанороботов

Для диагностики состояния пациента в его организм были введены медицинские нанороботы. Часть нанороботов прикрепились к мембранам эритроцитов и проникли в них, а часть была фагоцитирована макрофагами. Для того чтобы нанороботы полноценно функционировали, они должны получать энергию для своей работы. Разработчики утверждают, что на работу нанороботов тратится энергия 2% молекул АТФ, получаемых клетками в процессе гликолиза и аэробного дыхания. Подсчитайте, пожалуйста, сколько молекул АТФ будет потрачено на работу нанороботов в отдельном эритроците и макрофаге, если в катаболизм в каждой из клеток вступит 50 молекул глюкозы.

Всего – 8 баллов

Задача 5. Аденоассоциированные вирусы и флуоресцентные белки

Для исследования механизмов работы мозга часто используют визуализацию динамики внутриклеточной концентрации ионов Ca^{2+} в различных клетках мозга, в том числе в нейронах и астроцитах. Для визуализации $[Ca^{2+}]_i$ в клетке используют флуоресцентную микроскопию. Для этого необходимы молекулы, интенсивность флуоресценции которых зависит от концентрации Ca^{2+} . Это могут быть небольшие синтетические красители, а могут быть трансгенные флуоресцентные белки. Для экспрессии чужеродных белков в заданном организме можно прибегать к помощи вирусных конструкций со встроенной в вирусный геном кодирующей последовательностью нужного белка, находящейся под определенным промотором. В качестве носителя часто используются аденоассоциированные вирусы, поскольку они могут инфицировать как делящиеся, так и неделящиеся клетки, и не являются патогенными. По сравнению с низкомолекулярными красителями, использование генетически кодируемых флуоресцентных кальциевых репортеров обладает рядом преимуществ.

1. Как Вы думаете, какими? (4 балла)

К сожалению, есть у этого метода и ряд недостатков: далеко не все клетки заражаются вирусом и удерживают его ДНК в ядре, при этом возможно заражение клеток не только нужного типа, но и других. Астроциты – одни из наиболее распространенных клеток глии. В коре их примерно столько же, сколько и нейронов. Известно, что эти клетки играют важную роль в работе синаптических контактов между нейронами и регуляции локального кровотока. Ваша задача – исследовать кальциевую активность в астроцитах коры мозга мышей. Для этого Вы используете вирусную конструкцию на основе аденоассоциированного вируса AAV2, который преимущественно заражает клетки нервной системы. В геноме вируса встроена последовательность ДНК, кодирующая флуоресцентный белок, чувствительный к $[Ca^{2+}]_i$. Данная последовательность находится под промотором *gfa2*, ответственного за синтез глиального фибриллярного белка, который экспрессируется в большинстве астроцитов. Известно, что данный вирус заражает нейроны с вероятностью 80% (т. е. 80% нейронов оказываются зараженными), а астроциты – с вероятностью 50%. При этом у 80% зараженных астроцитов экспрессируется нужный флуоресцентный белок. Однако данный промотор не так специфичен, как хотелось бы, и около 10% зараженных нейронов также синтезируют трансгенный белок. Через три недели после инъекции вируса в мозг животных Вы проводите эксперимент, и под микроскопом видите светящиеся клетки.

2. Оцените вероятность, что выбранная Вами светящаяся клетка окажется астроцитом, а не нейроном. **(4 балла)** Ответ обоснуйте.

Всего – 8 баллов

Задача 1. Угадай семейство

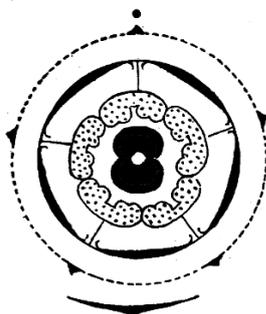
Однажды небольшой огород, на котором росло несколько грядок картофеля, помидоров и укропа опрыскали новым экспериментальным средством, созданным на основе нанотехнологий. Через некоторое время огород превратился в цветущий луг, на котором все культурные растения растворились в огромной массе других – «некультурных». Прополка, по-видимому, перед внесением удобрения не проводилась. Удивительно, но все растения на участке зацвели в одно и то же время. Вещество отправили на доработку, а растения передали в соседнюю школу в гербарии.

Определите, к каким семействам принадлежат указанные диаграммы цветков. Укажите, к каким семействам относятся картофель, помидоры и укроп. Ответ напишите в виде цифровой комбинации (если отсутствует ответ в виде цифровой комбинации, то вопрос не будет проверяться!). Первая цифра соответствует подвопросу А, вторая – подвопросу Б, третья – подвопросу В и так далее по алфавиту (если не можете ответить на вопрос, то укажите ноль или пробел). Цифру можно взять из таблицы с названиями семейств. За каждый правильный ответ на подвопрос вы получаете **1 балл**.

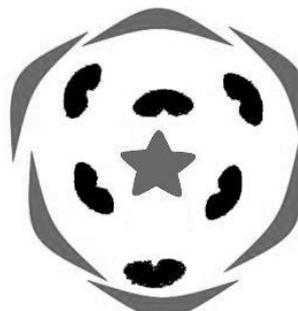
А



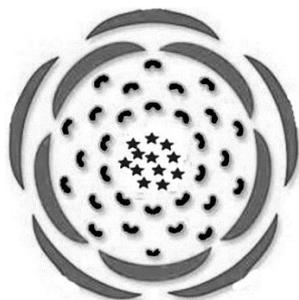
Б



В



Г



Д



Е к какому семейству относится картофель?
Ж к какому семейству относится помидоры?
З к какому семейству относится укроп?

Таблица			
1	Злаковые (<i>Poaceae</i>)	6	Вьюнковые (<i>Convolvulaceae</i>)
2	Астровые (<i>Asteraceae</i>)	7	Бобовые (<i>Fabaceae</i>)
3	Крестоцветные (<i>Brassicaceae</i>)	8	Розовые (<i>Rosaceae</i>)
4	Зонтичные (<i>Apiaceae</i>)	9	Лилейные (<i>Liliaceae</i>)
5	Пасленовые (<i>Solanaceae</i>)		

Всего – 8 баллов

Задача 2. Определи пептид

Последовательность нуклеотидов из середины кодирующего участка мРНК содержит информацию о некоем пептиде, включая стартовый и стоп кодон. Используя таблицу кодонов определите закодированный пептид.

UCAUGACGGACAAUAGGUGAAU

Таблица кодонов

1-е основание	2-е основание			
	U	C	A	G
U	UUU Фенилаланин UUC Фенилаланин UUA Лейцин UUG Лейцин	UCU Серин UCC Серин UCA Серин UCG Серин	UAU Тирозин UAC Тирозин UAA Стоп-кодон (Ochre) UAG Стоп-кодон (Amber)	UGU Цистеин UGC Цистеин UGA Стоп-кодон (Opal) UGG Триптофан
C	CUU Лейцин CUC Лейцин CUA Лейцин CUG Лейцин	CCU Пролин CCC Пролин CCA Пролин CCG Пролин	CAU Гистидин CAC Гистидин CAA Глутамин CAG Глутамин	CGU Аргинин CGC Аргинин CGA Аргинин CGG Аргинин
A	AU Изолейцин AUC Изолейцин AUA Изолейцин AUG Метионин, Стартовый	ACU Треонин ACC Треонин ACA Треонин ACG Треонин	AAU Аспарагин AAC Аспарагин AAA Лизин AAG Лизин	AGU Серин AGC Серин AGA Аргинин AGG Аргинин
G	GUU Валин GUC Валин GUA Валин GUG Валин	GCU Аланин GCC Аланин GCA Аланин GCG Аланин	GAU Аспарагиновая кислота GAC Аспарагиновая кислота GAA Глутаминовая кислота GAG Глутаминовая кислота	GGU Глицин GGC Глицин GGA Глицин GGG Глицин

Всего – 8 баллов

Задача 3. Загадочное свечение

Медуза *Aequorea victoria* способна излучать зелёный свет. Из нее был выделен белок экворин, биолюминесценция которого инициируется ионами кальция. Выделенный из медузы и очищенный экворин *in vitro* в присутствии ионов кальция излучает свет с максимумом 469 нм, в то время как живая медуза светится зелёным. За зелёное свечение ответственен другой белок – GFP (англ. *green fluorescent protein* – зелёный флуоресцирующий белок), излучающий зелёный свет при поглощении излучения экворина. Юные исследователи поймали медузу *Aequorea victoria*, посадили ее в банку с изотоническим раствором хлорида натрия, поместили в темную комнату и осветили синим светом. Каким цветом будет светиться медуза и почему?

Всего – 8 баллов

Задача 4. Энергия для нанороботов

Для диагностики состояния пациента в его организм были введены медицинские нанороботы. Часть нанороботов прикрепились к мембранам эритроцитов и проникли в них, а часть была фагоцитирована макрофагами. Для того чтобы нанороботы полноценно функционировали, они должны получать энергию для своей работы. Разработчики утверждают, что на работу нанороботов тратится энергия 5% молекул АТФ, получаемых клетками в процессе гликолиза и аэробного дыхания. Подсчитайте, пожалуйста, сколько молекул АТФ будет потрачено на работу нанороботов в отдельном эритроците и макрофаге, если в катаболизм в каждой из клеток вступит 50 молекул глюкозы.

Всего – 8 баллов

Задача 5. Аденоассоциированные вирусы и флуоресцентные белки

Для исследования механизмов работы мозга часто используют визуализацию динамики внутриклеточной концентрации ионов Ca^{2+} в различных клетках мозга, в том числе в нейронах и астроцитах. Для визуализации $[Ca^{2+}]_i$ в клетке используют флуоресцентную микроскопию. Для этого необходимы молекулы, интенсивность флуоресценции которых зависит от концентрации Ca^{2+} . Это могут быть небольшие синтетические красители, а могут быть трансгенные флуоресцентные белки. Для экспрессии чужеродных белков в заданном организме можно прибегать к помощи вирусных конструкций со встроенной в вирусный геном кодирующей последовательностью нужного белка, находящейся под определенным промотором. В качестве носителя часто используются аденоассоциированные вирусы, поскольку они могут инфицировать как делящиеся, так и неделящиеся клетки, и не являются патогенными. По сравнению с низкомолекулярными красителями, использование генетически кодируемых флуоресцентных кальциевых репортеров обладает рядом преимуществ.

1. Как Вы думаете, какими? (4 балла)

К сожалению, есть у этого метода и ряд недостатков: далеко не все клетки заражаются вирусом и удерживают его ДНК в ядре, при этом возможно заражение клеток не только нужного типа, но и других. Астроциты – одни из наиболее распространенных клеток глии. В коре их примерно столько же, сколько и нейронов. Известно, что эти клетки играют важную роль в работе синаптических контактов между нейронами и регуляции локального кровотока. Ваша задача – исследовать кальциевую активность в астроцитах коры мозга мышей. Для этого Вы используете вирусную конструкцию на основе аденоассоциированного вируса AAV2, который преимущественно заражает клетки нервной системы. В геноме вируса встроена последовательность ДНК, кодирующая флуоресцентный белок, чувствительный к $[Ca^{2+}]_i$. Данная последовательность находится под промотором *gfa2*, ответственного за синтез глиального фибриллярного белка, который экспрессируется в большинстве астроцитов. Известно, что данный вирус заражает нейроны с вероятностью 70% (т. е. 70% нейронов оказываются зараженными), а астроциты – с вероятностью 20%. При этом у 90% зараженных астроцитов экспрессируется нужный флуоресцентный белок. Однако данный промотор не так специфичен, как хотелось бы, и около 5% зараженных нейронов также синтезируют трансгенный белок. Через три недели после инъекции вируса в мозг животных Вы проводите эксперимент, и под микроскопом видите светящиеся клетки.

2. Оцените вероятность, что выбранная Вами светящаяся клетка окажется астроцитом, а не нейроном. **(4 балла)** Ответ обоснуйте.

Всего – 8 баллов

Задача 1. Угадай семейство

Однажды небольшой огород, на котором росло несколько грядок картофеля, капусты и помидоров опрыскали новым экспериментальным средством, созданным на основе нанотехнологий. Через некоторое время огород превратился в цветущий луг, на котором все культурные растения растворились в огромной массе других – «некультурных». Прополка, по-видимому, перед внесением удобрения не проводилась. Удивительно, но все растения на участке зацвели в одно и тоже время. Вещество отправили на доработку, а растения передали в соседнюю школу в гербарии.

Определите, к каким семействам принадлежат указанные диаграммы цветков. Укажите, к каким семействам относятся картофель, капуста и помидоры. Ответ напишите в виде цифровой комбинации (если отсутствует ответ в виде цифровой комбинации, то вопрос не будет проверяться!). Первая цифра соответствует подвопросу А, вторая – подвопросу Б, третья – подвопросу В и так далее по алфавиту (если не можете ответить на вопрос, то укажите ноль или пробел). Цифру можно взять из таблицы с названиями семейств. За каждый правильный ответ на подвопрос вы получаете **1 балл**.

А



Б



В



Г



Д



Е к какому семейству относится картофель?

Ж к какому семейству относится капуста?

З к какому семейству относится помидоры?

Таблица			
1	Злаковые (<i>Poaceae</i>)	6	Вьюнковые (<i>Convolvulaceae</i>)
2	Астровые (<i>Asteraceae</i>)	7	Бобовые (<i>Fabaceae</i>)
3	Крестоцветные (<i>Brassicaceae</i>)	8	Розовые (<i>Rosaceae</i>)
4	Зонтичные (<i>Apiaceae</i>)	9	Лилейные (<i>Liliaceae</i>)
5	Пасленовые (<i>Solanaceae</i>)		

Всего – 8 баллов

Задача 2. Определи пептид

Последовательность нуклеотидов из середины кодирующего участка мРНК содержит информацию о некоем пептиде, включая стартовый и стоп кодон. Используя таблицу кодонов определите закодированный пептид.

AAAUGAUCCACCUACAUUGAAG

Таблица кодонов

1-е основание	2-е основание			
	U	C	A	G
U	UUU Фенилаланин UUC Фенилаланин UUA Лейцин UUG Лейцин	UCU Серин UCC Серин UCA Серин UCG Серин	UAU Тирозин UAC Тирозин UAA Стоп-кодон (Ochre) UAG Стоп-кодон (Amber)	UGU Цистеин UGC Цистеин UGA Стоп-кодон (Opal) UGG Триптофан
C	CUU Лейцин CUC Лейцин CUA Лейцин CUG Лейцин	CCU Пролин CCC Пролин CCA Пролин CCG Пролин	CAU Гистидин CAC Гистидин CAA Глутамин CAG Глутамин	CGU Аргинин CGC Аргинин CGA Аргинин CGG Аргинин
A	AU Изолейцин AUC Изолейцин AUA Изолейцин AUG Метионин, Стартовый	ACU Треонин ACC Треонин ACA Треонин ACG Треонин	AAU Аспарагин AAC Аспарагин AAA Лизин AAG Лизин	AGU Серин AGC Серин AGA Аргинин AGG Аргинин
G	GUU Валин GUC Валин GUA Валин GUG Валин	GCU Аланин GCC Аланин GCA Аланин GCG Аланин	GAU Аспарагиновая кислота GAC Аспарагиновая кислота GAA Глутаминовая кислота GAG Глутаминовая кислота	GGU Глицин GGC Глицин GGA Глицин GGG Глицин

Всего – 8 баллов

Задача 3. Загадочное свечение

Медуза *Aequorea victoria* способна излучать зелёный свет. Из нее был выделен белок экворин, биолюминесценция которого инициируется ионами кальция. Выделенный из медузы и очищенный экворин *in vitro* в присутствии ионов кальция излучает свет с максимумом 469 нм, в то время как живая медуза светится зелёным. За зелёное свечение ответственен другой белок – GFP (англ. *green fluorescent protein* – зелёный флуоресцирующий белок), излучающий зелёный свет при поглощении излучения экворина. Юные исследователи поймали медузу *Aequorea victoria*, посадили ее в банку с изотоническим раствором хлорида натрия и поместили в темную комнату. Каким цветом будет светиться медуза и почему?

Всего – 8 баллов

Задача 4. Энергия для нанороботов

Для диагностики состояния пациента в его организм были введены медицинские нанороботы. Часть нанороботов прикрепились к мембранам эритроцитов и проникли в них, а часть была фагоцитирована макрофагами. Для того чтобы нанороботы полноценно функционировали, они должны получать энергию для своей работы. Разработчики утверждают, что на работу нанороботов тратится энергия 10% молекул АТФ, получаемых клетками в процессе гликолиза и аэробного дыхания. Подсчитайте, пожалуйста, сколько молекул АТФ будет потрачено на работу нанороботов в отдельном эритроците и макрофаге, если в катаболизм в каждой из клеток вступит 50 молекул глюкозы.

Всего – 8 баллов

Задача 5. Аденоассоциированные вирусы и флуоресцентные белки

Для исследования механизмов работы мозга часто используют визуализацию динамики внутриклеточной концентрации ионов Ca^{2+} в различных клетках мозга, в том числе в нейронах и астроцитах. Для визуализации $[Ca^{2+}]_i$ в клетке используют флуоресцентную микроскопию. Для этого необходимы молекулы, интенсивность флуоресценции которых зависит от концентрации Ca^{2+} . Это могут быть небольшие синтетические красители, а могут быть трансгенные флуоресцентные белки. Для экспрессии чужеродных белков в заданном организме можно прибегать к помощи вирусных конструкций со встроенной в вирусный геном кодирующей последовательностью нужного белка, находящейся под определенным промотором. В качестве носителя часто используются аденоассоциированные вирусы, поскольку они могут инфицировать как делящиеся, так и неделящиеся клетки, и не являются патогенными. По сравнению с низкомолекулярными красителями, использование генетически кодируемых флуоресцентных кальциевых репортеров обладает рядом преимуществ.

1. Как Вы думаете, какими? (4 балла)

К сожалению, есть у этого метода и ряд недостатков: далеко не все клетки заражаются вирусом и удерживают его ДНК в ядре, при этом возможно заражение клеток не только нужного типа, но и других. Астроциты – одни из наиболее распространенных клеток глии. В коре их примерно столько же, сколько и нейронов. Известно, что эти клетки играют важную роль в работе синаптических контактов между нейронами и регуляции локального кровотока. Ваша задача – исследовать кальциевую активность в астроцитах коры мозга мышей. Для этого Вы используете вирусную конструкцию на основе аденоассоциированного вируса AAV2, который преимущественно заражает клетки нервной системы. В геноме вируса встроена последовательность ДНК, кодирующая флуоресцентный белок, чувствительный к $[Ca^{2+}]_i$. Данная последовательность находится под промотором *gfa2*, ответственного за синтез глиального фибриллярного белка, который экспрессируется в большинстве астроцитов. Известно, что данный вирус заражает нейроны с вероятностью 56% (т. е. 60% нейронов оказываются зараженными), а астроциты – с вероятностью 40%. При этом у 80% зараженных астроцитов экспрессируется нужный флуоресцентный белок. Однако данный промотор не так специфичен, как хотелось бы, и около 10% зараженных нейронов также синтезируют трансгенный белок. Через три недели после инъекции вируса в мозг животных Вы проводите эксперимент, и под микроскопом видите светящиеся клетки.

2. Оцените вероятность, что выбранная Вами светящаяся клетка окажется астроцитом, а не нейроном. **(4 балла)** Ответ обоснуйте.

Всего – 8 баллов

Задача 6. Плазматическая мембрана

Плазматическая мембрана – один из важнейших компонентов клеток. Изменение свойств плазматической мембраны (состава, мембранного потенциала, поверхностного заряда, появление изгибов и впячиваний и т.п.) существенным образом зависит от функционирования клеток и, в свою очередь, влияет на клеточные функции. Одними из основных компонентов мембран любых клеток являются липиды, образующие два монослоя, и белки, пронизывающие всю мембрану насквозь, частично погруженные в липиды или расположенные на поверхности липидной части мембраны.

1. Перечислите другие (неупомянутые) вещества, входящие в состав плазматической мембраны. Какие вещества могут временно находиться в плазматической мембране? **(4 балла)**
2. Перечислите основные функции плазматической мембраны. **(по 1 баллу за правильную функцию, но не более 4 баллов)**

Известно, что условно все липиды мембраны могут быть поделены по “форме”. Так, большинство липидов имеют цилиндрическую форму, некоторые липиды – форму конуса, стоящего на основании или на вершине (см. Таблицу). В зависимости от формы липиды имеют тенденцию к образованию мицелл, плоских или гексагональных структур. Известно, что в зависимости от формы и количества липидов с данной формой, находящихся во внешнем или внутреннем монослое, мембрана может приобретать впячивания или углубления.

3. Напишите, липиды с какой формой должны появиться:
 - (3.1) во внутреннем слое мембраны, чтобы мембрана приобрела углубление (ямку)?
 - (3.2) во внешнем слое мембраны, чтобы она образовала выпячивание?Обоснуйте оба случая.
 - (3.3) Какие биологические процессы/воздействия могут привести к тому, что изменится форма липида? **(6 баллов)**

Липид	Фаза	Форма молекулы
Лизофосфолипиды Детергенты	 Мицеллярная	 Перевернутый конус
Фосфатидилхолин Сфингомелин Фосфатидилсерин Фосфатидилинозитол Фосфатидилглицерол Фосфатидная кислота Кардиолипин Дигалактозилдиглицерид	 Бислойная	 Цилиндр
Фосфатидилэтаноламин (ненасыщенный) Кардиолипин - Ca ²⁺ Фосфатидная кислота - Ca ²⁺ (pH < 6,0) Фосфатидная кислота (pH < 3,0) Фосфатидилсерин (pH < 4,0) Моногалактозилдиглицерид	 Гексагональная (H ₁)	 Конус

4. За счет чего еще плазматическая мембрана может образовывать выросты и впячивания? В каких клетках изменение их формы и образование различных углублений, выростов, “ножек” и проч. необходимо для реализации функций? (4 балла)
5. В каком клеточном процессе обязательной стадией является образование “ямки” - углубления мембраны? Опишите этот процесс и его назначение. (2 балла)

Всего – 20 баллов

Задача 7. Планета Авалон

Планета Авалон была заселена колонистами с Земли. За сто лет население планеты выросло до 140000 человек. Однако внезапно на планете вспыхнула эпидемия, вызванная местным вирусом. 40000 тысяч человек были срочно изолированы под защитный купол, среди них было 30000 взрослых и 10000 детей разного возраста. Среди тех, кто не добрался до купола, 80000 человек заболели, а 20000 совсем от вируса не пострадали. Все недобравшиеся до купола были взрослыми. Их эвакуировали на планету Авалон 2 для изучения этого феномена. Когда медики провели тесты, выяснилось, что для того, чтобы вирус заразил человека, ему нужно соединиться с рецепторным белком fus, в норме находящимся на мембранах иммунных клеток. После конъюгации с этим белком вирус попадал в клетки, размножался в них и вызывал сбой иммунной системы, которая приводила к смерти. У колонистов, не пострадавших от вируса, была врожденная мутация, которая приводила к изменению структуры этого мембранного белка на клетках иммунной системы, и вирус не мог в них попасть. При дальнейшем изучении было обнаружено, что все эти колонисты являются носителями только одного мутантного аллеля гена fus, так как гомозиготы, несущие оба аллеля с этой мутацией, погибали в первый год после рождения. Ген, кодирующий белок fus, не сцеплен с полом. При изучении ДНК колонистов, находящихся под куполом, выяснилось, что соотношение генотипов носителей «спасительной» мутации и обычных людей было такое же, как у тех, кто до него не добрался.

Аллель дикого типа обозначьте как с, а мутантный аллель как С, потому что он является доминантным.

1. Определите долю генотипов у взрослых колонистов под куполом, учитывая, что распределение генотипов у людей под куполом было такое же, как и у тех, кто до него не добрался. Какое количество людей не заболеет? **(7 баллов)**
2. Опираясь на закон Харди-Вайнберга, рассчитайте долю гомозигот по мутантному аллелю среди новорожденных в первом поколении, которые родятся у колонистов под куполом. Закон Харди-Вайнберга – положение популяционной генетики, гласящее, что в популяции бесконечно большого размера, в которой не идет дрейф генов, частоты генотипов по какому-либо гену (в случае, если в популяции есть два аллеля этого гена) будут поддерживаться постоянными из поколения в поколение и соответствовать уравнению: $p^2 + 2pq + q^2 = 1$, где p^2 – доля гомозигот по одному из аллелей; p – частота этого аллеля; q^2 – доля гомозигот по альтернативному аллелю; q – частота соответствующего аллеля; $2pq$ – доля гетерозигот. **(7 баллов)**
3. Приведите пример генетического заболевания, которое дает ее носителям, гетерозиготных по мутантному гену, преимущество при возможном инфицировании патогенами, а у носителей, гомозиготных по этому гену, приводит к развитию тяжелой патологии. **(6 баллов)**

Всего – 20 баллов

Задача 8. Митохондриальные заболевания

На заочном этапе Вам были предложены задания, посвященные митохондриям и митохондриальным заболеваниям. На очном туре мы также предлагаем Вам решить задания, посвященные этим вопросам. Очень надеемся, что Вы не забыли их основные особенности, которые должны были изучить, отвечая на вопросы заочного тура.

Напомним, что в группу митохондриальных заболеваний выделяют наследственные заболевания, связанные с нарушениями в функционировании митохондрий. Это приводит к нарушению энергетических функций в различных органах и тканях.

1. У совершеннолетнего молодого человека наряду с уже имеющимся хроническим заболеванием было диагностировано некоторое митохондриальное заболевание. Одним из оснований постановки такого диагноза явился высокий уровень молочной кислоты (лактата) в крови (побочного продукта образования АТФ из глюкозы) даже после незначительных физических нагрузок. Объясните, как это может быть связано с нарушениями работы митохондрий (подробных схем не требуется). **(4 балла)**
2. Рассчитайте, какая вероятность рождения у этого человека и здоровой женщины ребенка с таким митохондриальным заболеванием (назовем его условно заболевание 1), если известно, что в подавляющем большинстве данное заболевание развивается в подростковом возрасте, его симптомы четко определены, а у больных таким заболеванием родителей могут с большой вероятностью родиться полностью здоровые дети. **(8 баллов)**

3. Молодой человек, страдающий другим митохондриальным заболеванием (условно назовем его заболевание 2), женился на здоровой женщине. Известно, что заболевание 2 может проявляться в различном возрасте и в различных органах и тканях, а его симптомы могут варьировать. Какова вероятность того, что у ребенка, родившегося от этой пары, будет заболевание 2? Обоснуйте свой ответ. **(4 балла)**

4. Существует пара, в которой женщина страдает заболеванием 2. Каким образом, используя методы искусственного оплодотворения, можно помочь данной паре родить здорового ребенка, содержащего гены как отца, так и матери? **(4 балла)**

Всего – 20 баллов