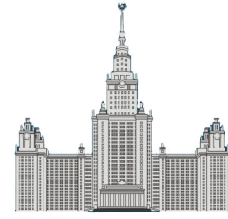


**Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Факультет биоинженерии и биоинформатики**



**XI Заочная Олимпиада
для учащихся 7-10 классов по комплексу предметов
(математика, физика, химия, биология)**

Дорогой друг!

Очень хочется надеяться на то, что если ты читаешь эту информацию, тебе уже сейчас небезразлична самая интересная, неожиданная, парадоксальная и сложная из всех наук, когда-либо созданных человечеством – **биоинженерия**. Не исключена возможность и того, что уровень "стандартных" школьных задач тобой уже освоен, и их решение теперь не вызывает у тебя чувств удовлетворения и внутренней победы. Если это действительно так, то для тебя наступило время попытаться покорить следующую вершину и освоить уровень олимпиадных задач. И потому в путь....

Победители получат заслуженную награду, а олимпийцы, показавшие хорошие результаты, смогут регулярно получать свежую информацию о нашем факультете.

Для участия в олимпиаде необходимо:

До 20 апреля (включительно) отправить ответы и регистрационную карточку, содержащую следующую информацию (разборчиво без сокращений):

1. ФИО участника;
2. класс;
3. номер (или юридическое название) и полный адрес с индексом школы, в которой Вы учитесь;
4. ФИО учителя;
5. полный домашний адрес с индексом;
6. контактный телефон с кодом города;
7. адрес электронной почты;
8. фотографию участника (желательно).

по электронной почте: olymp@genebee.msu.ru

или по адресу:

119991 г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, дом 1, стр. 73, Факультет биоинженерии и биоинформатики

**тел. для справок: 8 (495) 939-41-95
интернет-сайт: www.fbb.msu.ru**

Удачи Вам и веры в себя!

Задания для 7го класса

Дорогие участники олимпиады! Обратите внимание, что дословное списывание не допускается! Если вы нашли верный ответ в литературе (или интернете), то старайтесь изложить его своими словами, указав источник.

1. Как вы думаете, как птицы защищаются или могли бы защищаться от гнездового паразитизма (подкладки чужих яиц в их гнезда)? Предложите как можно больше вариантов ответа.
2. Оцените примерное число клеток в мозге человека. Приведите ход решения.
3. Брошенный вертикально вверх мяч пролетел мимо наблюдателя на высоте 5,1 м вверх и затем вниз с интервалом 2 с. На какую высоту поднимался мяч?
4. Оцените, во сколько раз изменится кинетическая энергия альфа-частицы в результате упругого столкновения с покоящимся ядром ^{24}Mg , после которого она полетела в обратном направлении?
5. (**Тетрамино**) Назовём клетчатую фигурку тетрамино, если она состоит из четырех клеток и она связная (из любой клетки этой фигуры можно добраться до любой другой, несколько раз переместившись в соседнюю, то есть имеющую общую сторону, клетку). Такие фигурки можно увидеть в игре «Тетрис».
 - a. Нарисуйте все возможные тетрамино (фигурки, одну из которых можно вырезать из бумаги и совместить с другой, считаются одинаковыми).
 - b. Можно ли из всех тетрамино (каждую используем по одному разу) сложить прямоугольник?
 - c. А можно ли сложить из нескольких тетрамино одного типа прямоугольник? Если можно – покажите как, а если нельзя – докажите почему. Отдельно оценивается решение для каждого вида тетрамино.
 - d. А можно ли замостить тетрамино одного типа всю клетчатую плоскость? Для каждого вида тетрамино это отдельный вопрос. Замостить плоскость – это значит, расположить на клетках непересекающиеся фигурки так, чтобы любая клетка плоскости была покрыта.
6. (**Пустые треугольники**) Пусть на плоскости отмечено несколько точек, причем никакие три не лежат на одной прямой. Треугольник с вершинами в трех из этих точек называется *пустым*, если не содержит больше ни одной из исходных точек. Например, на рисунке №1 треугольник ABD пустой, а ABC – нет, так как в нем лежит точка D. Более того, количество пустых треугольников с вершинами в данных четырех точках может равняться только трём (как на рисунке №1) или четырём (как на рисунке №2).

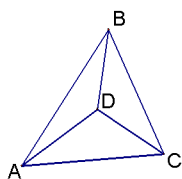


рисунок №1

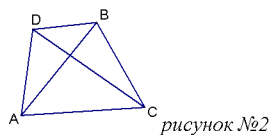


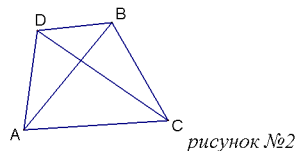
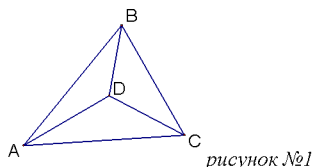
рисунок №2

- a. Приведите пример такого множества из пяти точек, что все треугольники с вершинами в этих точках пустые.
- b. Приведите пример такого множества из n точек, что все треугольники с вершинами в этих точках пустые.
- c. Найдите такое множество из пяти точек, что количество пустых треугольников с вершинами в этих точках минимально возможное (например, для четырех точек ответом была бы конфигурация из рисунка №1). Разумеется, нужно обосновать, почему это число действительно минимально. Кроме того, обязательно поясните, как вы подсчитываете число пустых треугольников на данном чертеже.
- d. Тот же вопрос, что и в пункте c, но для множеств из 6 и 7 точек.

Задания для 8го класса:

Дорогие участники олимпиады! Обратите внимание, что дословное списывание не допускается! Если вы нашли верный ответ в литературе (или интернете), то старайтесь изложить его своими словами, указав источник.

- В начале XVIII века процессы горения объясняли выходящим из горючего флогистонном – сверхтонкой материей с отрицательным весом.
 - Сравните содержание флогистона (где его больше, где – меньше) в одном фунте сухого дерева, нефти и каменного угля.
 - Какова роль зеленых растений в теории флогистона?
 - Какая теория горения сменила флогистонную? Когда это произошло?
- В древности золотые изделия пытались подделать, заменяя золото позолоченным свинцом. Однако такую подделку легко разоблачить, используя способ, который изобрел, согласно легенде, Архимед.
 - Как Архимед мог отличить золото от позолоченного свинца?
 - Какой металл надо покрыть золотом, чтобы способ Архимеда не смог разоблачить подделку?
 - Возможно ли было существование таких подделок при жизни Архимеда?
- Некоторые виды животных полностью исчезли в дикой природе, но сохранились и даже размножаются в неволе. Иногда люди пытаются выпустить их обратно (реинтродуцировать) так, чтобы эти животные могли жить и размножаться без вмешательства человека в своей естественной среде обитания. Какие особенности этих животных и их среды обитания будут способствовать их реинтродукции? А какие мешать? Приведите как можно более полный список. Для каждого из факторов объясните, как и почему он может повлиять на успех реинтродукции.
- Как зависит способность к запоминанию от длительности сна в предшествующую ночь? Опишите, как бы вы организовали исследование, чтобы ответить на этот вопрос. Как вы думаете, с какими трудностями вы столкнетесь? Какие дополнительные факторы могут повлиять на результат?
- С какой начальной скоростью надо бросить камень вертикально вверх, чтобы, поднимаясь, он достиг высоты 16 м за 2 с?
- В сосуде объемом 2 л находится 10 г жидкого аммиака и его насыщенный пар. При температуре 0 °С давление насыщенного пара равно $P_1 = 0,43$ МПа, а при 4 °С $P_2 = 0,5$ МПа. В этом диапазоне температур средняя удельная теплоемкость жидкого аммиака равна $c_{ж} = 4,6$ кДж·кг⁻¹·К⁻¹, насыщенного пара $c_{п} = 3,5$ кДж·кг⁻¹·К⁻¹, а теплота парообразования $L = 1260$ кДж·кг⁻¹. Оцените теплоемкость этой системы в данном интервале температур без учета теплоемкости сосуда.
- (Пустые треугольники)** Пусть на плоскости отмечено несколько точек, причем никакие три не лежат на одной прямой. Треугольник с вершинами в трех из этих точек называется *пустым*, если не содержит больше ни одной из исходных точек. Например, на рисунке №1 треугольник ABD пустой, а ABC – нет, так как в нем лежит точка D. Более того, количество пустых треугольников с вершинами в данных четырех точках может равняться только трём (как на рисунке №1) или четырём (как на рисунке №2).



- Приведите пример такого множества из пяти точек, что все треугольники с вершинами в этих точках пустые.
 - Приведите пример такого множества из n точек, что все треугольники с вершинами в этих точках пустые.
 - Найдите такое множество из пяти точек, что количество пустых треугольников с вершинами в этих точках минимально возможно (например, для четырех точек ответом была бы конфигурация из рисунка №1). Разумеется, нужно обосновать, почему это число действительно минимально. Кроме того, обязательно поясните, как вы подсчитываете число пустых треугольников на данном чертеже.
 - Тот же вопрос, что и в пункте **c**, но для множеств из 6 и 7 точек.
 - Для всех $n > 3$ придумайте конфигурацию из $2n$ точек такую, чтобы существовало хотя бы $n(n-1)(n-2)/6$ непустых треугольников с вершинами в этих $2n$ точках.
 - Предложите способ построения конфигурации из n точек, чтобы число непустых треугольников было как можно больше. Обязательно поясните, сколько, по вашему мнению, в построенной конфигурации точно будет непустых треугольников и почему.
- 8. (Разведчики)** Есть отряд из n разведчиков. На разведку ходят по трое. Однако, сходяв один раз в разведку, бойцы перестают доверять друг другу и больше никакие два из этой тройки вместе в разведку не ходят. Возникает вопрос: а какое наибольшее число групп можно отправить на задание из этого отряда? Например, если разведчиков всего четверо, то после того, как в разведку сходит первая тройка, никого больше послать в разведку не получится. Действительно, из трех разведчиков второй тройки хотя бы двое ходили вместе в прошлый раз, а значит уже друг другу не доверяют.
- А какой ответ, если разведчиков 5, 6 или 7?
 - Докажите, что из отряда в n разведчиков всегда можно послать $[(n-1)/2]$ разведгрупп. Здесь и далее $[x]$ – целая часть x , то есть наибольшее целое число, не превосходящее x .
 - Докажите, что не удастся послать больше $[n(n-1)/6]$ разведгрупп.
 - Постарайтесь улучшить, насколько это возможно, результат пункта **b** (возможно, ваше улучшение будет касаться не всех n , а только, например, четных или больших 100 – это тоже ценно).
 - Постарайтесь улучшить, насколько это возможно, результат пункта **c** (возможно, ваше улучшение будет касаться не всех n , а только, например, четных или больших 100 – это тоже ценно).

Задания для 9го класса:

Дорогие участники олимпиады! Обратите внимание, что дословное списывание не допускается! Если вы нашли верный ответ в литературе (или интернете), то старайтесь изложить его своими словами, указав источник.

1. В романе Жюль Верна «Из пушки на Луну» экипаж «космического корабля» использовал для получения кислорода хлорат калия, а для поглощения углекислого газа – гидроксид натрия.

1) Сколько нужно взять на борт хлората калия, чтобы обеспечить кислородом экипаж из трех человек в течение 96 ч 20 мин и поддерживать пламя ацетиленовой горелки, которая за это время израсходует 6,4 кг карбида кальция?

2) Какое минимальное количество гидроксида натрия потребуется, чтобы поглотить выделяющийся CO_2 ? Считайте, что человек потребляет 30 л кислорода (н.у.) в час и выделяет столько же CO_2 .

3) Напишите уравнения реакций.

2. Для получения источников белого света используют ультрафиолетовые светодиоды на основе полупроводников, состоящих из нитридов алюминия, галлия, индия.

1) Какие реакции могут происходить, если размельченный кристалл такого светодиода поместить в кипящую воду? 20%-ную соляную кислоту при комнатной температуре?

2) Какие реакции могут происходить, если в 20%-ную соляную кислоту поместить измельченные кристаллы светодиодов инфракрасного излучения (от пультов дистанционного управления)?

3. Некоторые паразиты способны целенаправленно воздействовать на поведение своих хозяев, увеличивая шанс своего дальнейшего распространения. Попробуйте найти как можно больше примеров такого воздействия. Для каждого из примеров объясните, как измененное поведение способствует распространению паразита.

4. Студент разработал противовирусный препарат, который препятствует слиянию мембран вируса (некоторые вирусы упакованы в мембранную оболочку) и клетки хозяина. Однако оказалось, что этот препарат подавляет слияния вообще любых биологических мембран. Как вы думаете, какие проблемы возникнут у подопытного животного, если ему ввести такой препарат? С нарушением каких процессов в клетке будут связаны эти проблемы? Попробуйте написать как можно более полный список таких процессов.

5. Сравните время, которое затрачивает на поворот на треке велосипедист и конькобежец. Трек велосипедиста находится под углом α к горизонту, а ледяной трек горизонтален. Как выгоднее проходить маршрут этим спортсменам, по внутренней или по внешней бровке трека?

6. Предложите способ оценки скорости света в домашних условиях с использованием СВЧ-печи и подручных средств.

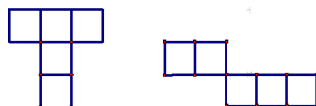
7. (**Пентамино**) Назовём клетчатую фигурку пентамино, если она состоит из пяти клеток и она связная (из любой клетки этой фигуры можно добраться до любой другой, несколько раз переместившись в соседнюю, то есть имеющую общую сторону, клетку). Например, фигура, расположенная слева на рисунке, является пентамино, а фигура справа – не является, поскольку из клеток верхнего ряда нельзя добраться до клеток нижнего ряда.

a. Нарисуйте все возможные пентамино (фигурки, одну из которых можно вырезать из бумаги и совместить с другой, считаются одинаковыми).

b. Можно ли из всех пентамино (каждую используем по одному разу) сложить прямоугольник?

c. А можно ли сложить из нескольких пентамино одного типа прямоугольник? Если можно — покажите как, а если нельзя — докажите почему. Отдельно оценивается решение для каждого вида пентамино.

d. А можно ли замостить пентамино одного типа всю клетчатую плоскость? Для каждого вида пентамино это отдельный вопрос. Замостить плоскость – это значит, расположить на клетках непересекающиеся фигурки так, чтобы любая клетка плоскости была покрыта.



8. (**Преследование**) Замок представляет из себя несколько комнат, между некоторыми из которых есть прямой переход. Известно, что из каждой комнаты можно попасть в другую, совершив несколько переходов. В некоторых комнатах замка стоят полицейские. В какой-то момент в одной из комнат замка обнаруживается бандит. Он знает, в каких комнатах полицейские и сам выбирает в какой комнате его впервые заметят. После чего начинается преследование: каждую минуту сначала каждый полицейский перемещается в одну из соседних комнат (в ту, в которую есть переход из комнаты, в которой он сейчас) или остаётся в той же комнате. Затем то же самое делает грабитель. Полицейский ловит грабителя, если после своего хода он оказался в одной комнате с грабителем. В начале каждого своего хода полицейские знают, где грабитель, а грабитель знает местоположение всех его преследователей. Кроме того, все знают схему замка.

a. Предположим, что в замке нет циклических маршрутов между комнатами (то есть путей, которые начинаются и заканчиваются в одной и той же комнате и не проходят более одного раза ни по какому переходу). Докажите, что при таком устройстве замка достаточно одного полицейского, чтобы поймать грабителя.

b. Предположим, что в замке ровно один циклический маршрут, и количество переходов в этом маршруте как минимум 4. Какое минимальное количество полицейских достаточно, чтобы поймать грабителя? Обязательно пояснить, почему данное количество полицейских действительно минимальное, то есть доказать, что меньше полицейских не справятся.

c. Предположим, что замок имеет вид клетчатой таблицы 50×100 и переходами соединены клетки, соседние по стороне. Какое минимальное количество полицейских необходимо здесь? Обязательно пояснить, почему данное количество полицейских действительно минимальное, то есть доказать, что меньше полицейских не справятся.

d. Предположим, что замок имеет вид куба $3 \times 3 \times 3$. (То есть в нём 27 комнат, и те из них соединены переходом, у которых есть общая грань.) Какое минимальное количество полицейских сможет поймать грабителя? Обязательно пояснить, почему данное количество полицейских действительно минимальное, то есть доказать, что меньше полицейских не справятся.

e. Предположим, что каждая комната замка пронумерована некоторой последовательностью длины 20, состоящей из 0 и 1, причём единиц ровно 10. Несложно понять, что в замке всего $20!/(10!10!)$ комнат. А переходом соединены такие комнаты, у последовательностей, нумерующих которые, ровно в 5 местах у обеих стоят единицы. Что можно сказать о необходимом количестве полицейских здесь? (Оцениваются любые доказанные факты вида: “Такого-то количества полицейских недостаточно” или “Такого-то количества полицейских точно хватит”. Не обязательно получить конкретный ответ. Просто надо как можно лучше ограничить количество полицейских с двух сторон.)

Задания для 10го класса:

Дорогие участники олимпиады! Обратите внимание, что дословное списывание не допускается! Если вы нашли верный ответ в литературе (или интернете), то старайтесь изложить его своими словами, указав источник.

1. В охотничьем патроне 12 калибра содержится 5,4 г черного пороха. Внутренний диаметр гильзы 18,5 мм, полная длина 70 мм. Состав пороха: 74,82% нитрата калия, 11,85% серы и 13,33% угля. Средняя плотность смеси равна $0,9 \text{ г/см}^3$. Тепловой эффект реакции горения пороха составляет 2,8 кДж/г. Известно, что в реакции азот и сера являются окислителями, а углерод восстановителем.

Смесь образующихся пороховых газов имеет среднюю теплоемкость $0,93 \text{ Дж/(г}^\circ\text{C)}$, теплоемкость сульфида калия $0,69 \text{ Дж/(г}^\circ\text{C)}$, исходная температура равна 25°C .

1) Рассчитайте давление в гильзе в момент сгорания пороха (считать, что порох сгорит полностью до начала движения дроби или пули).

2) Известно, что стволы ружей 12 калибра проектируют на максимальное давление 900 атм. Почему результат Вашего расчета не совпадает с проектным значением давления?

2. Один из способов извлечения золота со старых печатных плат заключается в следующем:

«Детали нужно отсортировать и с помощью магнита убрать позолоченную сталь. Очищенные от грязи золотосодержащие платы опускаются на одну неделю в раствор соляной кислоты (две части) и перекиси водорода (одна часть). Ежедневно горшочек с кислотой нужно слегка помешивать. Через неделю раствор темнеет и становятся видны плавающие чешуйки отслоившегося золота. Их нужно пропустить через кофейный фильтр и промыть спиртом».

1) На каких химических реакциях основан способ?

2) Насколько полно извлекается золото из радиодеталей и микросхем данным способом?

3) Оцените пригодность способа для извлечения золота из ювелирных изделий (сплавов золота).

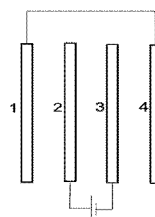
4) Какие преимущества имеет описанный способ по сравнению с другими технологиями извлечения золота из радиодеталей?

3. В результате лабораторного эксперимента студент выделил РНК со следующей первичной структурой: CUCCGAGAGACGUGCUUCGGCACGUCUCUCGGAGAGCCAAGACGAAUCCAAGUCAACAACCAAAACCAAAUGUCAА. Помогите ему предсказать наиболее вероятную вторичную структуру для этой молекулы, т. е. свернуть ее таким образом, чтобы образовалось как можно больше пар между комплементарными нуклеотидами. (В научной литературе приняты следующие сокращения: С - цитозин, U - урацил, G - гуанин, А - аденин.)

4. У студента факультета биоинженерии и биоинформатики Пети на антресоли завелась плесень. «Ага!», – подумал он: «Тут-то мне и пригодятся мои знания по биологии! Я легко придумаю вещество, которое будет убивать грибы, но не навредит моему коту. Наверное, это должен быть ингибитор какого-нибудь фермента, который есть только у грибов, но отсутствует у животных». Как вы думаете, что это могут быть за ферменты? Попробуйте составить наиболее полный список таких ферментов (не обязательно приводить полное название фермента, достаточно написать, какую реакцию он катализирует).

5. Какое натяжение должен выдерживать трос, соединяющий космонавта с космической станцией (МКС), чтобы космонавт не улетел в открытый космос. МКС движется по круговой орбите вокруг Земли. Высота орбиты пренебрежимо мала по сравнению с радиусом Земли $R=6400 \text{ км}$. Масса космонавта 100 кг, масса МКС 7 т, длина троса 33 м. МКС находится между космонавтом и Землей на прямой, соединяющей космонавта и центр Земли.

6. Четыре идентичные металлические пластины, площадью S каждая, расположены в вакууме на равных расстояниях d друг от друга (см. рисунок). Расстояние между пластинами намного меньше их характерных размеров. Крайние пластины (1 и 4) соединены между собой проводником, а средние (2 и 3) подключены к батарее с ЭДС $= \xi$. Найти электрические заряды всех пластин.



7. (Футбольная команда) В футбольной команде играют n человек. За одну тренировку наставник выбирает четырех людей и делает из них сыгранную четверку. Он хочет, чтобы в любой компании из 7 человек была хотя бы одна сыгранная четверка. Какое минимальное количество тренировок ему потребуется?

a. Решите задачу для $n=9$, $n=10$, $n=11$.

b. Теперь для произвольного n . Докажите, что наставнику хватит $\lceil [(n-1)(n-3)(n-3)(n-5)/192] \rceil$ тренировок. Здесь и далее $\lceil x \rceil$ – целая часть x , то есть наибольшее целое число, не превосходящее x .

c. А как обойтись меньшим числом тренировок? Попробуйте максимально улучшить оценку из пункта **b**.

d. Докажите, что для произвольного n потребуется не менее, чем $\lceil (n-3)/4 \rceil$ тренировок.

e. А про какое наибольшее число тренировок можно гарантированно утверждать, что их точно не хватит? Попробуйте улучшить оценку из пункта **d**.

В пунктах **a**, **c**, **e** оцениваются любые продвижения. Так, например, если вы получили для $n=9$, что ответ принадлежит отрезку $[a, b]$, то это будет оценено. Аналогично если в пунктах **c** и **e** получена оценка не для всех n , а только для каких-то (четных, $n > 100$, простых, $n=25$ и т.д.), то это также может быть оценено.

8. (Преследование) Замок представляет из себя несколько комнат, между некоторыми из которых есть прямой переход. Известно, что из каждой комнаты можно попасть в другую, совершив несколько переходов. В некоторых комнатах замка стоят полицейские. В какой-то момент в одной из комнат замка обнаруживается бандит. (Он знает, в каких комнатах полицейские и сам выбирает в какой комнате его впервые заметят.) После чего начинается преследование: каждую минуту сначала каждый полицейский перемещается в одну из соседних комнат (в ту, в которую есть переход из комнаты, в которой он сейчас) или остаётся в той же комнате. Затем то же самое делает грабитель. Полицейский ловит грабителя, если после своего хода он оказался в одной комнате с грабителем. В начале каждого своего хода полицейские знают, где грабитель, а грабитель знает местоположение всех его преследователей. Кроме того, все знают схему замка.

a. Предположим, что в замке нет циклических маршрутов между комнатами (то есть путей, которые начинаются и заканчиваются в одной и той же комнате и не проходят более одного раза ни по какому переходу). Докажите, что при таком устройстве замка достаточно одного полицейского, чтобы поймать грабителя.

b. Предположим, что в замке ровно один циклический маршрут, и количество переходов в этом маршруте как минимум 4. Какое минимальное количество полицейских достаточно, чтобы поймать грабителя? Обязательно пояснить, почему данное количество полицейских действительно минимальное, то есть доказать, что меньше полицейских не справятся.

c. Предположим, что замок имеет вид клетчатой таблицы 50×100 и переходами соединены клетки, соседние по стороне. Какое минимальное количество полицейских необходимо здесь? Обязательно пояснить, почему данное количество полицейских действительно минимальное, то есть доказать, что меньше полицейских не справятся.

d. Предположим, что замок имеет вид куба $4 \times 4 \times 4$. (То есть в нём 64 комнаты, и те из них соединены переходом, у которых есть общая грань.) Какое минимальное количество полицейских сможет поймать грабителя? Обязательно пояснить, почему данное количество полицейских действительно минимальное, то есть доказать, что меньше полицейских не справятся.

e. Известно, что замок одноэтажный и этот этаж представляет из себя многоугольник, разрезанный на меньшие многоугольники (комнаты). Комнаты соединены переходом, только если у них есть часть общей стены (когда многоугольники граничат хотя бы по части стороны). Докажите, что в таком замке трое полицейских точно смогут поймать грабителя.

f. Предположим, что каждая комната замка пронумерована некоторой последовательностью длины 20, состоящей из 0 и 1, причём единиц ровно 10. Несложно понять, что в замке всего $20!/(10!10!)$ комнат. А переходом соединены такие комнаты, у последовательностей, нумерующих которые, ровно в 5 местах у обеих стоят единицы. Что можно сказать о необходимом количестве полицейских здесь? (Оцениваются любые доказанные факты вида: “Такого-то количества полицейских недостаточно” или “Такого-то количества полицейских точно хватит”. Не обязательно получить конкретный ответ. Просто надо как можно лучше ограничить количество полицейских с двух сторон.)