

ЗУБР 2017 – лучшие ответы на вопросы заочного тура

Вопрос №1.

Млекопитающие и птицы могут общаться между собой с помощью звуков и поз. Но каким образом важную информацию передают между собой насекомые?

Предположите, как общаются между собой представители как минимум трех видов насекомых.

Отвечает команда Казани (Лицей №45, команда №36382)

1. Самцы певчих цикад стрекочут или поют для привлечения самок. Звуковые сигналы цикад создаются колебаниями особых тимбальных мембран, располагающихся по бокам первого брюшного сегмента в виде выпуклых пластин, под которыми находятся воздушные мешки — резонаторы звука, многократно усиливающие звук.

В качестве демонстрации приведем звук пения певчих цикад (*команда приложила к ответу аудиозапись с пением цикад, - прим. организатора*)

2. Домовые и мебельные точильщики, которые селятся в изделиях из древесины. Также привлекая самок, эти виды точильщиков издают звуки, похожие на тиканье часов, ритмично ударяя головой о стенки своих ходов в древесине, за что некоторые народы называют их «часами смерти».

3. Светляки — насекомые, обладающие специальными органами свечения — lanternами, располагающимися на последних брюшных сегментах, образованных крупными фотогенными клетками. С их помощью они могут общаться между собой. Выделяют две коммуникативные системы светляков. При первом типе системы особи одного пола производят специфичные коммуникативные сигналы, привлекающие особей противоположного пола и выполняющие там самым функцию «маяка», т. е. наличие световых сигналов у особей другого пола необязательно. При системе второго типа летающие особи одного пола производят специфические сигналы, в ответ на которые особи другого пола воспроизводят ответы в виде таких же сигналов.

Вот как выглядят светляки в темное время суток:



4. Муравьи общаются с помощью феромонов. Они воспринимают запахи своими длинными и тонкими усиками. Парные усики предоставляют информацию о направлении и интенсивности запаха. Так как они проводят жизнь в контакте с землей, то поверхность почвы — хорошее место для того, чтобы оставить след феромона для других муравьев. У видов, добывающих еду в группе, фуражир, нашедший пищу, маркирует обратный путь в

муравейник, чтобы по этому пути прошли его сородичи, тоже маркирующие обратный маршрут в гнездо в случае обнаружения пищи по пути. Если же источник пищи исчерпан, они больше не маркируют данный маршрут, и запах рассеивается. Это позволяет гибко реагировать на изменение условий окружающей среды. Раненый муравей выделяет феромон тревоги, призывающий муравьев и заставляющий находящихся рядом особей атаковать врага. Феромоны также смешиваются с пищей и передаются вместе с ней, распространяя информацию о семье. Это позволяет другим муравьям узнать, в чем нуждается семья (например, в питании или обслуживании гнезда). В семьях видов, в которых есть королевы, рабочие начинают растить новую королеву, если она не производит нужные феромоны.

5. Кузнечики способны стрекотать благодаря звуковому аппарату на надкрыльях. На правом надкрылье расположено «зеркальце» в виде округлой тонкой перепонки, окруженной толстой жилкой, образующей рамку. На левом надкрылье зеркальце непрозрачное и довольно плотное. Окружающая его стридуляционная жилка толстая с зубчиками. Эта жилка выполняет роль смычка, а «зеркальце» служит резонатором при стрекотании. При стрекотании кузнечик приподнимает и раздвигает надкрылья, а затем приводит их в вибрирующее положение из стороны в сторону, в результате чего зубчики «смычка» трутся о рамку «зеркальца» правого надкрылья и издается звук, который мы предлагаем прослушать: *(команда приложила к ответу аудиозапись со стрекотанием кузнечика, - прим. организатора).*

Стрекочут кузнечики для отпугивания врагов, привлечения самок и в качестве «призыва». Слуховой аппарат находится на голених передних ног и имеет овальные перепонки, расположенные по обеим сторонам голени и выполняет функцию барабанных перепонки.

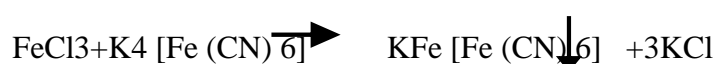
Вопрос №2.

Задача, которую мог бы решить Шерлок Холмс. Представьте себе идеальное преступление. Всё, что есть в распоряжении Скотланд-Ярда – пепел, найденный на месте преступления. Сыщик предполагает, что преступник сжег одежду жертвы, чтобы замести следы. Он проводит один из экспериментов из своего богатого судебно-медицинского арсенала. И на следующий день заявляет детективу, что на одежде были следы крови.

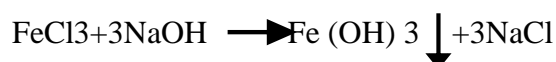
Как ему это удалось? Что именно «рассказал» сыщику пепел?

Отвечает команда из Тулы (МБОУ «ЦО - гимназия №1», № команды 36428)

Давайте разберемся с кровью. Кровь – это красная жидкость, которая доставляет кислород ко всем органам, обеспечивает питание и обмен веществ всех клеток. Она состоит из эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов. Подробнее остановимся на эритроцитах. Эритроциты — это клетки красного цвета, без ядра, имеющие двояковогнутую форму. Почему же они красные? Все дело в гемоглобине, который обеспечивает клеткам красный цвет, а также осуществляет транспорт газов в организме. Гемоглобин по своей сути — белок, в котором содержится трехвалентное железо. Поэтому мы можем провести качественную реакцию и проверить наличие данного элемента в пепле. Для этого понадобятся: желтая кровяная соль или щелочь.



Из этой реакции мы видим, что если к иону трехвалентного железа добавить желтую кровяную соль, у нас образуется синий осадок (берлинский лазурь).



А в этой реакции со щелочью, в осадок выпадает гидроксид железа III (бурого цвета) Нам кажется, что именно это и увидел сыщик, проводя опыты с пеплом в лаборатории, благодаря чему смог доказать наличие крови на уже сожжённой одежде.

Вопрос №3.

Людвиг ван Бетховен, один из величайших композиторов в истории человечества, начал терять слух в 26 лет. Это, однако, не помешало ему писать прекрасную музыку. Ведь он понимал, что базовые музыкальные принципы можно не только «слышать», но и описать.

С помощью какой науки? Какое классическое древнегреческое учение легло в основу закономерностей, объединяющих музыку и эту науку? Опишите как минимум два общих для музыки и этой науки принципа или термина.

Отвечает команда из Москвы (ГБОУ «Школа 1908», команда №31309)

Описать основные музыкальные принципы можно с помощью математики. Основы закономерности связи музыки и математики открыл великий древнегреческий ученый Пифагор, а данное учение названо в честь его самого «Пифагоров строй». Представляется в виде последовательности музыкальных интервалов квинт (кварт) или диатонической гаммы (интервальная семиступенная система). Эта система помогла Л.В. Бетховену писать великолепную музыку, будучи глухим.

Математику и музыку объединяют такие понятия, как:

Золотое сечение – деление отрезка таким образом, когда длина его большей части так относится ко всему отрезку, как длина меньшей к большей (5/8). Цифры, которые выражают длины этих отрезков, составляют ряд Фибоначчи, где каждый его член, начиная с третьего, есть сумма двух предыдущих.

Большинство великих музыкальных произведений написано с использованием этого принципа, который можно было увидеть в делении по части, по теме, интонационному строю. Например, в центральной части «Апоссионаты» Л.В. Бетховена два раздела. В одном 43,25 такта, во втором – 26,75. Отношение составляет – 1,618, что соответствует принципу «золотого сечения».

Длительность нот. За единицу измерения берут целую ноту. Следующие длительности получаются делением предыдущей на два: 1, 1/2, 1/4, 1/8, и. т.д. Половинная нота будет звучать в два раза меньше целой, четвертная – в два раза восьмой, и. т.д. Этот процесс аналогичен получению дроби – делению целого на части.

Ритм. В музыкальном ритме есть определенная последовательность длительностей и акцентов. Так ритм, где в основе цифра 2 – это маршеобразный, четкий ритм, 3 – это ритм вальса. В математике ритм можно проследить на основе квадрата Пифагора для первых ста натуральных чисел. Его особенность такова, что у чисел в одной строке совпадают первые цифры, а у чисел в одном столбце – вторые.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

(На этом рисунке изображен ритм, равный трем. В музыке он соответствует размеру $\frac{3}{4}$.)

Вопрос 4.



Предположите, что объединяет изображенное на этих картинках. Продолжите ряд картинок и приведите еще несколько примеров.

Отвечает команда из Ульяновска (Средняя школа №76, команда №30368)

На картинках представлены примеры использования золотого сечения в архитектуре, живописи, при создании музыкального инструмента и в природе.

Золотое сечение - это золотая пропорция, которая также является гармоническим делением. Под золотым сечением понимается такое пропорциональное деление отрезка на неравные части. При котором длина всего отрезка так относится к его большей части, как длина большей части относится к длине меньшей.

Это отношение равно иррациональному числу $\Phi = 1.618033989$.

Впервые золотое сечение встречается в «Началах» Евклида (300 лет до н.э.). Лука Пачоли, современник Леонарда да Винчи, назвал его «божественной пропорцией».

Золотое сечение обозначают символами Φ или Φ (в честь древнегреческого скульптора Фидия, всегда использовавшего в своих работах золотое сечение).

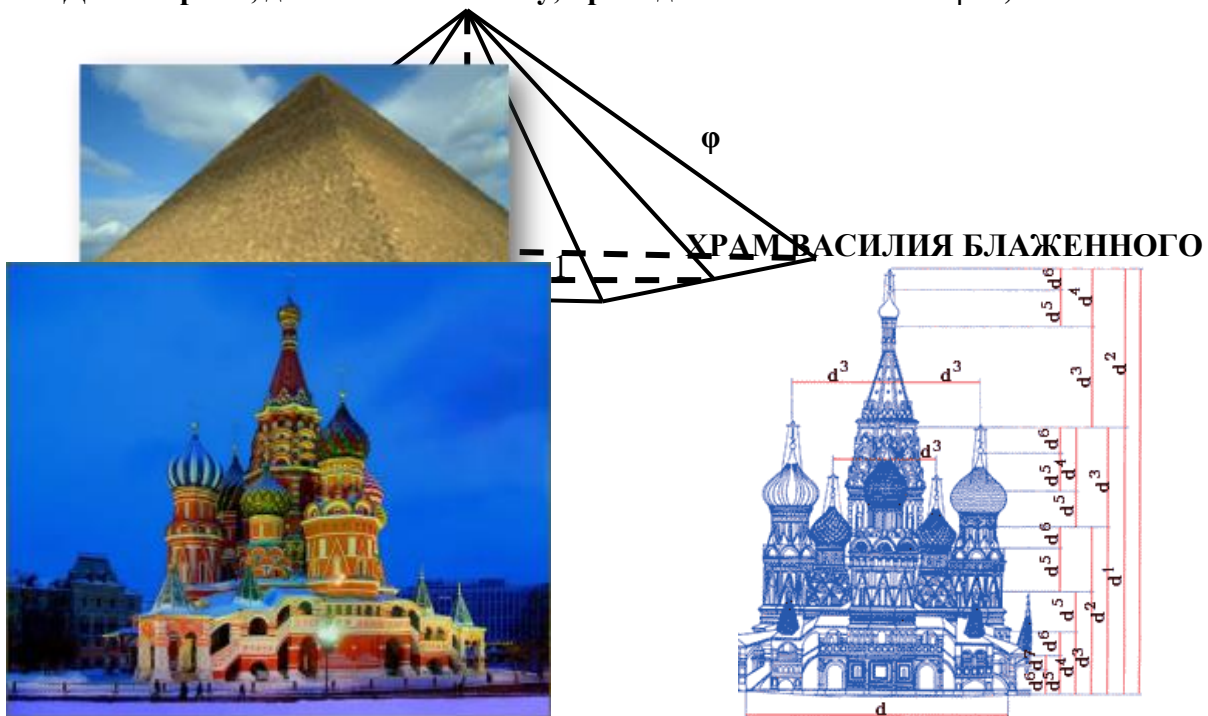
Математик Фибоначчи впервые получил последовательность чисел, названной в его честь числами Фибоначчи 1,1,2,3,5,8,13,21,34,55 ...

Особенностью этого числового ряда является то, что каждый его член, начиная с третьего, равен сумме двух предыдущих : $1+1=2$; $1+2=3$; $2+3=5$; $3+5=8$... При этом отношение двух соседних членов равно золотому сечению, т.е. числу Φ .

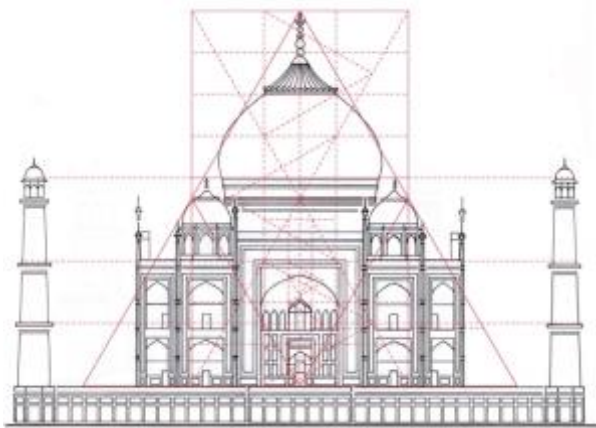
Рассматривая закономерности, связанные с проявлением золотого сечения, обычно используют обратную величину числа Φ : $1/1,618 = 0,618$

**Проявление Золотого сечения в архитектуре:
ПИРАМИДА ХЕОПСА**

Длина грани, деленная на высоту, приводит к соотношению $\phi=0,618$



ТАДЖ-МАХАЛ

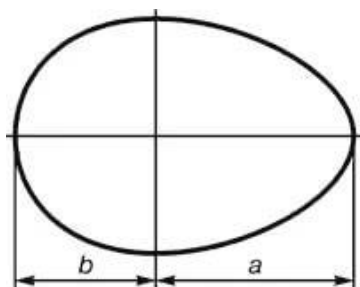


А так же: дом Пашкова, Большой театр в Москве, собор Парижской Богоматери и др.

Проявление Золотого сечения в скульптуре:



Великий древнегреческий скульптор Фидий часто использовал «золотое сечение» в своих произведениях. Самыми знаменитыми из них были статуя Зевса Олимпийского (которая считалась одним из чудес света) и Афины Парфенос.



Проявление Золотого сечения в природе:

Форма птичьих яиц описывается золотым сечением. Сегодня уже установлено, что при такой конфигурации прочностные характеристики оболочки оказываются наиболее высокими.

Очень совершенна форма стрекозы, которая создана по законам золотой пропорции: отношение длин хвоста и корпуса равно отношению общей длины к длине хвоста.



Многие насекомые (например, бабочки, стрекозы) в горизонтальном разрезе имеют простые асимметричные формы, основанные на золотом сечении.

Проявление Золотого сечения в литературе: А. С. Пушкин «Евгений Онегин»

Н. Васютинский констатирует: "Кульминацией главы является объяснение Евгения в любви к Татьяне - строка "Бледнеть и гаснуть ... вот блаженство!". Эта строка делит всю восьмую главу на две части - в первой 477 строк, а во второй -

295 строк. Их отношение равно 1,617! Тончайшее соответствие величине золотой пропорции! Это великое чудо гармонии, совершенное гением Пушкина!".

Слово о полку Игореве

Сенсационное открытие сделал петербургский поэт и переводчик “Слова о полку Игореве” Андрей Чернов. Он нашел, что построение стихов загадочного древнерусского памятника подчиняется математическим законам. Исследования позволили сделать Чернову заключение о том, что в основу “Слова о полку Игореве”, состоящего из девяти песен, легла круговая композиция.

Вопрос №5.

О человеке могут сказать – «нем, как рыба».

Из-за какого физического явления это расхожее выражение не соответствует действительности? Приведите в пример способы общения как минимум трех видов рыб.

Отвечает команда из Бишкека (Гимназия-Комплекс № 26)

Так как вода плотнее воздуха, и, соответственно, в ней звуковые волны распространяются быстрее, чем на суше, выводы нашей команды следующие:

Система коммуникации рыб основывается большей частью именно на звуковых волнах, воспроизводимых водными обитателями.

Говорят: «Нем, как рыба». Это расхожее мнение не соответствует действительности из-за того, что для людей есть порог слышимых звуков. По нашим наблюдениям, все считают, что водные жители обитают в тишине. Так могут думать только те, кто ни разу не погружался в воду. В сравнении с сушей, подводный мир звуков гораздо богаче наземного.

Вода плотнее воздуха, а, следовательно, звуковые волны распространяются в ней быстрее чем на суше. А люди не могут слышать общения рыб только потому, что разница плотности между воздухом и водой настолько велика, что не позволяет передавать бесперебойно звуковые волны, слышимые для человеческого уха. Именно поэтому мы не слышим разговоры рыб. Посредством звуковых сигналов рыбы передают информацию и выражают свои эмоции. Назвать рыб «немыми» - не будет являться достоверной информацией.

Например:

- Барабанщик, из семейства Горбылевых, ударяет по своему плавательному пузырю сильным вибрирующим мускулом с частотой 100 Гц, тем самым предупреждает сородичей о надвигающейся опасности.
- Ставрида, являясь представителем семейства Ставридовых, использует свой плавательный пузырь как средство отпугивания от их главных хищников - лавраков. Она издает своим плавательным пузырем звуки, похожие на гавканье собак.
- Тригла – промысловая рыба, считается самой говорливой рыбой на планете, является весьма подвижным донным хищником. Издавая звуки, похожие на трение воздушного шарика, они приманивают мелких рыб и моллюсков, затем своими видоизмененными пальцевидными придатками нащупывают жертв.

Вопрос 6.

У генетиков хорошее чувство юмора – даже в том, что касается придумывания терминов, которыми будут пользоваться ученые по всему миру.

Расскажите, что общего у «Клеопатры», «Железного дровосека», «Ариадны», «Тюдора» и «Гамлета»? Объясните, что значат перечисленные слова и продолжите

ряд еще двумя (любыми) примерами.

Отвечает команда из Ангарска (Гимназия №8, команда №32243)

У "Клеопатры", "Железного дровосека", "Ариадны", "Тюдора" и "Гамлета" общим является то, что все это названия генов, результатами дефектов которых являются схожие по внешним признакам и значению.

«**Клеопатра и змея**» (Cleopatra and Asp). Как известно, шекспировская Клеопатра покончила с собой, «самоукусившись» ядовитой змеей. Если у зародыша дрозофилы мутантный белок Cleopatra взаимодействует с белком, кодируемым геном Asp, то исход будет летальным.

«**Железный дровосек**» (Tinman). В сказке «Волшебник Изумрудного города» девочка Элли, унесённая ураганом в волшебную страну, встречает там необычных помощников, в том числе Железного Дровосека, страдающего от того, что у него «нет сердца». Ген tinman отвечает за развитие у дрозофилы сердца: внесение мутаций в него приводит к гибели трансгенных плодовых мушек, так как сердце у них не развивается.

«**Ариадна**» (Ariadne). Тесей уцелел в лабиринте Минотавра благодаря влюблённой в него Ариадне. Она дала герою свитую в клубок нить, по которой он смог вернуться к выходу из лабиринта. Когда в эмбриональной фазе у мушек формируются нейроны, то при мутации в гене ariadne они в процессе ветвления не могут «дотянуться аксонами» до целей, которые следует иннервировать.

«**Гамлет**» (Hamlet). Этот ген обязан своим названием гамлетовскому вопросу «Быть или не быть?», в оригинале — «To be or not to be?». У дрозофил ген hamlet влияет на развитие клеток, вовлечённых в формирование мышечной ткани и носящих название ПВ, или, для любого понимающего по-английски читателя, «ту би».

Продолжим ряд:

«**Сверхзвуковой ёжик**» (sonic hedgehog). SHH, sonic hedgehog, — это ген, кодирующий один из трёх белков семейства hedgehog («ёжиков»), названный так в честь героя популярной видеоигры Sonic the Hedgehog, вышедшей в 1990-е годы. (Строго говоря, sonic hedgehog — это «ёжик со скоростью звука», но в переводе отечественных геймеров он стал сверхзвуковым). Ген sonic hedgehog, играющий ключевую роль в органогенезе млекопитающих, впервые найден всё у той же дрозофилы. Продукт гена в числе прочего влияет на то, как будет сегментировано тело плодовой мушки. У эмбрионов дрозофил, у которых этот ген выключен, по всему телу формируются маленькие шипики.

«**Дешёвое свидание**» (cheap date). Что такое — дешёвое свидание? Это когда мужчина, которому лень ухаживать и очаровывать, пытается пойти простым путём и как можно скорее напоить девушку «до кондиции». Идеальная партнёрша для такого кавалера — самка дрозофилы с мутацией в гене cheapdate: у неё повышенная восприимчивость к алкоголю.

Вопрос №7.

Почувствуйте себя настоящими дешифровщиками! Это – зашифрованная цитата великого писателя. Язык цитаты – русский, писатель – нет.

Смядь нмёкё асигёф – смящыд ынэдь нмёкё грущэй г ётмёню сянгу.

Расшифруйте фразу, опишите шифр и назовите писателя.

Отвечает команда из Краснодара (лицей №48, команда №36417)

Будем исходить из того, что шифр не слишком сложный, одна и та же буква оригинала заменяется на одну и ту же в шифре.

1. Попробуем прочитать предложение в зашифрованном виде, не обращая внимания на смысл. Это возможно. Делаем предположение, что гласные в шифре заменяют гласные в исходном предложении, с согласными также. На мягкие знаки пока не обращаем внимания.
2. Самое короткое слово в предложении – «г». Составим перечень букв (состоящий из предлогов и союзов), которые могли бы быть заменены на «г». Очевидно, это «а», «в», «и», «к», «о», «с», «у», «я». Из них согласные: «в», «к», «с». При подстановке вместо «г» в шифр «в» или «с» возникла идея, что все буквы сдвинуты на определенное количество букв и таблица дешифровки должна выглядеть так (красные – буквы шифра, синие – буквы оригинала):

а	б	в	г	д	е	ё	ж	з	и	й
я	м	н	в	г	д	е	ё	ж	з	и
к	л	м	н	о	п	р	с	т	у	ф
й	к	л	м	н	о	п	р	с	т	у
х	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю	я
ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю

При замене всех букв шифра по такому методу возникают три проблемы:

1. Во-первых, гласные не соответствуют гласным, а согласные – согласным.
2. При подстановке не удалось уловить решительно никакого смысла.
3. При подстановке всех остальных букв, которые могут заменить «г» в шифре, смысл тоже уловить не удалось.

Далее попытаемся проанализировать, почему вместо «г» могут быть подставлены «в», «к», «с».

С «в» и «с» никакой связи установить не удалось. Но с «к» связь есть: «г» и «к» - парные согласные звуки.

Попробуем в шифр подставить парные согласные.

Слово «асигёф» шифра превращается в «азикёв». При попытке прочтения вслух звучание напоминает звучание слова «языков», и оно вполне может быть зашифровано. Тогда «а» заменена на «я», «и» на «ы», «о» на «ё». Такая замена связана с фонетическими особенностями букв е, ё, ю, я, которые могут обозначать звуки [э, о, у, а] либо [йэ, йо, йу, йа].

При подстановке получается почти читаемая фраза:

Змать нмого языков – змачит инеть нмого крючей к одмону занку.

Очевидно, «змать» - это «знать», и «м» заменяется на «н».

Знать много языков – значит иметь много ключей к одному замку.

«Ключей» содержит две еще не расшифрованные буквы: «р» и «й»), но по смыслу в цитату подходит только одно слово: «ключей».

Итак, зашифрованная фраза: **Знать много языков – значит иметь много ключей к одному замку.** Автор: Вольтер.

Вопрос 8.

Не имея такой возможности, но очень в ней нуждаясь, в 1826 году двумя братьями в одном секретном месте была изобретена особая система для коммуникации. Сегодня в её основе мы бы признали матрицу 6 на 5.

Где и когда, кем и для чего была изобретена эта система и почему на стене её – законное место?

Отвечает команда из Развилки (Развилковская школа, команда №36471)

В декабре 1825 года после неудачного восстания декабристы, среди которых были и братья М. А. Бестужев и Н. А. Бестужев, были заключены в Петропавловскую крепость. Заключение в одиночной камере и желание узнать что-либо о находившемся за стеной брате Николае подтолкнули М. А. Бестужева к поиску способа сообщения с ним. Попытки выстукивать буквы их порядковым номером в алфавите не оказались успешными, и он составил свою азбуку по новому принципу.

За его основу был взят квадрат Полибия, в котором было предусмотрено объединение букв Е и Ё, И и Й, Ъ и Ь. Таким образом получается матрица 6х5.:

	1	2	3	4	5	6
1	А	Б	В	Г	Д	Е/Ё
2	Ж	З	И/Й	К	Л	М
3	Н	О	П	Р	С	Т
4	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш
5	Щ	Ы	Ь/Ъ	Э	Ю	Я

В несколько измененном виде код Полибия дошёл до наших дней и получил интересное название «тюремный шифр». Для его применения необходимо знать лишь естественный порядок расположения букв в алфавите (как в указанных выше примерах для латинского и русского алфавитов). Число 3, например, передавалось путём трехкратного стука. При передаче буквы сперва отстукивалось число, соответствующее строке, в которой располагалась буква, а затем номер столбца. Например, буква «Н» передавалась двукратным стуком (вторая строка) и затем трехкратным (третий столбец). Таким образом «Тюремный шифр», а строго говоря, не шифр, а модифицированный квадрат Полибия, является особой системой коммуникации для передачи информации по удобному и доступному каналу связи (через стенку).