

Ж У Р Н А Л К В А Н Т И К

Д Л Я Л Ю Б О З Н А Т Е Л Ь Н Ы Х



№ 3

КАК РАБОТАЕТ ЗВЕЗДА

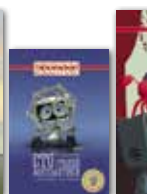
М а р т
2022

РАЗРЕЗАНИЯ
КРУГА НА РАВНЫЕ
ЧАСТИ

ПОХИЩЕНИЕ
В АДВОКАТСКОЙ
КОНТОРЕ

Enter

РЕДАКЦИЯ «КВАНТИКА» ВЫПУСКАЕТ ЖУРНАЛ, АЛЬМАНАХИ, КАЛЕНДАРИ ЗАГАДОК, ПЛАКАТЫ, КНИГИ «БИБЛИОТЕЧКИ ЖУРНАЛА «КВАНТИК»



ПРОДУКЦИЮ «КВАНТИКА» МОЖНО ПРИОБРЕСТИ

В ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНАХ



«Математическая книга»
biblio.mccme.ru/shop/order



«Яндекс.маркет»
market.yandex.ru



ozon.ru



kvantik.ru



БИБЛИО-ГЛОБУС
biblio-globus.ru



azon.market



chitai-gorod.ru



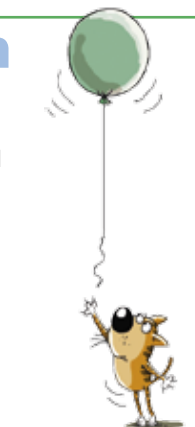
my-shop.ru

В РОЗНИЧНЫХ МАГАЗИНАХ

МОСКВА

- Магазин «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КНИГА»
biblio.mccme.ru/shop
Адрес: Большой Власьевский пер., д. 11
тел.: 8 (495) 745-80-31, 8 (499) 241-72-85
WhatsApp: 8 (919) 993-48-21
e-mail: biblio@mccme.ru

- Магазин «БИБЛИО-ГЛОБУС»
biblio-globus.ru
Адрес: Мясницкая ул., д. 6/3, стр. 1
тел.: 8 (495) 781-19-00
e-mail: mail@biblio-globus.ru



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

- Магазин «УЧЁНЫЙ КОТ»
uch-kot.ru
Адрес: ул. Ломоносова, д. 20
тел.: 8 (812) 575-87-07
e-mail: info@uch-kot.ru

ЧЕЛЯБИНСК

- Магазин «БИБЛИО-ГЛОБУС»
fokys.ru/biblio-globus
Адрес: ул. Молдавская, д. 16,
ТРЦ «Фокус», 4 этаж
тел.: 8 (351) 799-22-05

Список всех магазинов смотрите на сайте kvantik.com/buy

www.kvantik.com

kvantik@mccme.ru

t.me/kvantik12

[instagram.com/kvantik12](https://www.instagram.com/kvantik12)

[kvantik12.livejournal.com](https://www.livejournal.com/kvantik12)

[facebook.com/kvantik12](https://www.facebook.com/kvantik12)

vk.com/kvantik12

twitter.com/kvantik_journal

ok.ru/kvantik12

Журнал «Квантик» № 3, март 2022 г.
Издаётся с января 2012 года
Выходит 1 раз в месяц
Свидетельство о регистрации СМИ:
ПИ № ФС77-44928 от 04 мая 2011 г.
выдано Федеральной службой по надзору в сфере
связи, информационных технологий и массовых
коммуникаций (Роскомнадзор).
Главный редактор С.А. Дориченко
Редакция: В.Г. Асташкина, Т.А. Корчемкина,
Е.А. Котко, Г.А. Мерзон, Н.М. Нетрусова,
А.Ю. Перепечко, М.В. Прасолов, Н.А. Солодовников
Художественный редактор
и главный художник Yustas
Верстка: Р.К. Шагеева, И.Х. Гумерова
Обложка: художник Алексей Вайнер

Учредитель и издатель:
Частное образовательное учреждение дополнитель-
ного профессионального образования «Московский
Центр непрерывного математического образования»

Адрес редакции и издателя: 119002, г. Москва,
Большой Власьевский пер., д. 11.
Тел.: (499) 795-11-05,
e-mail: kvantik@mccme.ru сайт: www.kvantik.com

Подписка на журнал в отделениях Почты России
(у оператора) по электронной версии Каталога
Почты России (индексы ПМ068 и ПМ989)

Онлайн-подписка на сайтах:

- агентства АРЗИ: akc.ru/itm/kvantik
- Почты России: podpiska.pochta.ru/press/ПМ068

По вопросам оптовых и розничных продаж
обращаться по телефону **(495) 745-80-31**
и e-mail: biblio@mccme.ru

Формат 84x108/16
Тираж: 4000 экз.
Подписано в печать: 03.02.2022

Отпечатано в ООО «Принт-Хаус»
г. Нижний Новгород,
ул. Интернациональная, д. 100, корп. 8.
Тел.: (831) 218-40-40

Заказ №
Цена свободная
ISSN 2227-7986





СОДЕРЖАНИЕ

■	ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ	
	Как работает звезда. <i>В. Сирота</i>	2
■	МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СКАЗКИ	
	Квадратура луночки.	
	Окончание. <i>В. Кириченко, В. Тиморин</i>	8
■	НАМ ПИШУТ	
	Разрезания круга на равные части. <i>Ф. Нилов</i>	12
■	МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СЮРПРИЗЫ	
	Изобретая логарифмическую линейку.	
	Окончание. <i>В. Клепцын</i>	13
■	МАТЕМАТИЧЕСКИЙ КРУЖОК	
	Раскраска квадрата $N \times N$. <i>Н. Авилов</i>	16
■	ВЕЛИКИЕ УМЫ	
	Михаил Цвет: зелёные, жёлтые и оранжевые. <i>М. Молчанова</i>	18
■	ИГРЫ И ГОЛОВОЛОМКИ	
	Карандашики в коробочке. <i>В. Красноухов</i>	24
■	ДЕТЕКТИВНЫЕ ИСТОРИИ	
	Похищение в адвокатской конторе. <i>И. Высоцкий</i>	26
■	ОЛИМПИАДЫ	
	Конкурс по русскому языку, II тур	27
	Наш конкурс	32
■	ОТВЕТЫ	
	Ответы, указания, решения	28
■	ЗАДАЧИ В КАРТИНКАХ	
	Кто видит картину правильно?	IV с. обложки



Марина Молчанова



Михаил Семёнович Цвет
1872–1919



Бумажные хроматограммы
(фото автора)

Очень легко провести опыт, похожий на тот, который прославил героя этой статьи. Единственная проблема – подобрать подходящую бумагу: легко впитывающую воду, но при этом достаточно плотную и без тиснения. Фильтровальная (из наборов типа «Юный химик») или промокательная (из старых тетрадей) должна подойти.

Вырезаем из бумаги полоску. Рядом с её нижним краем наносим пятно с помощью водорастворимого фломастера. Помещаем полоску в стакан, содержащий немного воды – так, чтобы поверхность жидкости чуть-чуть не доходила до пятна. Садимся и ждём.

Вода начинает двигаться снизу вверх по полоске, увлекая с собой красящие вещества. И мы внезапно видим, что некоторые цветные пятна постепенно разделяются! Посмотрите на иллюстрацию: в моём наборе фломастеров оранжевый даёт одно размытое пятно, а вот зелёный и коричневый разделяются на зоны – и нам сразу ясно, что в этих фломастерах не один краситель, а смесь!

Что произошло? Красители, двигаясь вместе с водой, по дороге взаимодействуют с бумагой. Цепляются за неё благодаря физико-химическим эффектам – одни сильнее, другие слабее. И молекулы, которые сильнее цепляются, постепенно отстают (представьте себе, как неудобно идти в шерстяном пальто через кусты репейника!). А значит, разные компоненты смеси отделяются один от другого – с помощью метода, который называется *бумажной хроматографией*.

Вместо бумаги можно использовать колонки, набитые подходящим веществом. Вместо воды – другие жидкости или даже газы. Вместо фломастеров... да почти что угодно. И всё равно это будет *хроматографией*. А мы поговорим о человеке, который заслуженно считается её изобретателем.

* * *

Михаил Семёнович Цвет, сын итальянки и русского, родился в итальянском городе Асти. Мать умер-

ЗЕЛЁНЫЕ, ЖЁЛТЫЕ И ОРАНЖЕВЫЕ

ВЕЛИКИЕ УМЫ

ла вскоре после его рождения, отец уехал в Россию, а Михаил, оставленный в Швейцарии, там же и получил образование: окончил колледж, поступил в Женевский университет, увлёкся ботаникой, защитил диссертацию. И... в 1896 году решил переехать в Россию, на родину предков. Это решение оказалось для него источником многих бед. Но и открытие, которое прославило его имя, он совершил именно здесь.

По приезду выяснилось, что ни степень доктора естествознания, ни даже степень магистра, полученная в Женевском университете, в России не признаётся. Пришлось пересдавать экзамены, а потом и «перезащищать» диссертацию. Но было в этом и хорошее: Цвет стал общаться с выдающимися петербургскими химиками и биологами. Он начал работать в лаборатории, которую возглавлял учёный и просветитель Пётр Лесгафт, но потом с этой работой пришлось расстаться: Лесгафта выслали из столицы за выступления в защиту участников студенческих демонстраций 1901 года. Найти следующую должность Цвету удалось только в Варшаве, которая, напомним, тогда была под властью Российской империи.

Именно в Варшаве он, продолжая изучать красящие вещества в листьях растений, впервые подробно описал своё открытие – сперва почти незамеченное и вскоре забытое, много позже прославившееся на весь мир.

Процедуру, открытую им, Цвет назвал хроматографией – от греческих слов «χρῶμα» (цвет) и «γράφειν» (писать), то есть «цветопись». Может быть, Цвет имел в виду самое очевидное – получившиеся разноцветные полосы разных веществ. А может быть, он нарочно оставил в названии метода свою подпись, как в старину делали художники на картинах и композиторы в мелодиях.

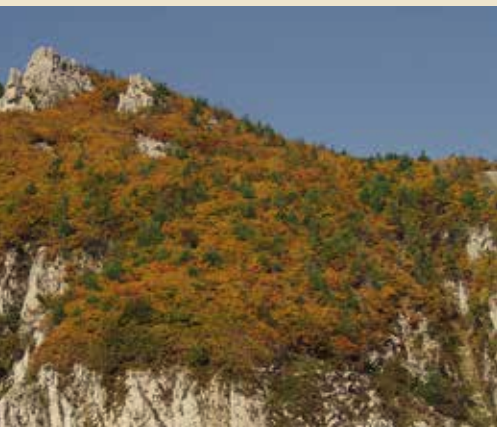
Днём рождения хроматографии обычно называют 21 марта 1903 года. В этот день на заседании Варшавского общества естествоиспытателей прозвучал доклад Цвета «О новой категории адсорбционных явлений и о применении их к биохимическому анализу».



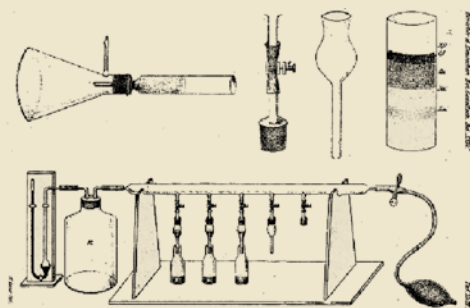
Памятник П. Ф. Лесгафту возле Университета физической культуры (Санкт-Петербург)



Императорский Варшавский университет, открытие 1890 года



Деревья осенью.
Фото автора



Хроматографические
приборы Цвета



Тартуский университет

Двести с лишним лет назад был открыт зелёный пигмент растений – хлорофилл. Тот самый, благодаря которому растения превращают углекислый газ в кислород. Но осенью хлорофилл разрушается, листья меняют цвет. Значит, помимо хлорофилла, в них должны быть ещё какие-то цветные вещества – и химики сейчас знают, какие именно. Жёлтые ксантофиллы, оранжевые каротины, а иногда ещё и красные антоцианы.

Но к началу XX века не было ответа на один из основных вопросов: как отделить одни пигменты растений от других, особенно если эти вещества похожи друг на друга?

Цвет решал эту задачу так. Сперва переводил все пигменты в раствор – для этого измельчённые листья заливались петролейным эфиром с примесью спирта. Затем брал стеклянную трубку, набитую порошком мела, и наносил получившийся буро-зелёный раствор в её верхнюю часть. Жидкость начинала двигаться вниз по трубке. И... постепенно разделялась на разные цветные зоны! Напомним: чем сильнее вещество «цепляется» за поверхность частиц мела (адсорбируется), тем медленнее оно движется. Если же затем добавлять сверху чистый растворитель, зоны постепенно сдвигаются ниже и разделяются чётче.

Постепенно во всех опытах у Цвета стала получаться одна и та же чередка зон, среди которых были сине-зелёная, желтовато-зелёная и несколько жёлтых. Две зелёные полосы – два чуть-чуть различающихся хлорофилла (сейчас мы называем их *a* и *b*). Жёлтые – разные ксантофиллы. А оранжевые каротины проскакивали через колонку, не задерживаясь.

Это так просто – пропустить вещества через колонку. Удобно и для анализа, и для разделения смесей – гораздо удобнее, чем традиционные методы. Но... учёный мир не обратил на это открытие особого внимания.

ЗЕЛЁНЫЕ, ЖЁЛТЫЕ И ОРАНЖЕВЫЕ

ВЕЛИКИЕ УМЫ

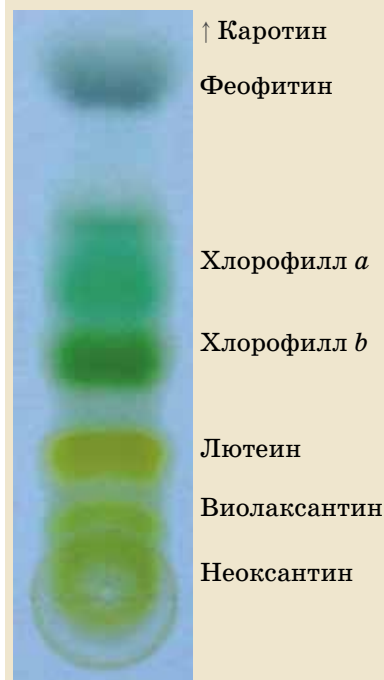
Есть разные объяснения. Иногда ссылаются на то, что Цвет якобы описал свои опыты только на русском языке. Но это не так: в 1906 году Цвет опубликовал две статьи в немецком журнале, позже выступал с докладами в том числе и за рубежом – и специалисты знали о его работах.

Роковую роль отчасти сыграла и случайность. Великий немецкий химик Рихард Вильштеттер, много работавший именно с хлорофиллом (и получивший за эти работы Нобелевскую премию за 1915 год), вполне мог бы оценить значимость сделанного открытия. Но его попытка воспроизвести опыт Цвета не была успешной: в условиях, которые он использовал, производные хлорофилла разрушались. Поэтому Вильштеттер сделал ошибочный вывод: для анализа небольших количеств веществ метод Цвета, может, и годится, а для разделения смесей и получения компонентов в чистом виде – уже нет... Однако эта история имела продолжение, о котором чуть позже.

Но, скорее всего, в самом начале XX века в научном мире просто пока ещё не было понимания того, зачем вообще нужен новый метод.

* * *

Последний этап жизни Цвета был совсем печальным. Первая мировая война сделала невозможной работу в Варшаве: в 1915 году город был занят немецкими войсками. Политехнический институт, где работал Цвет, эвакуировали в Москву, затем в Нижний Новгород. Большинство бумаг погибло, условий для работы в лаборатории не было, здоровье ухудшалось, попытка получить должность в Одессе провалилась. В 1917 году Цвет наконец стал профессором в университете города Юрьев (ныне Тарту, Эстония), но вскоре и Юрьев был занят немцами, и произошёл последний переезд – в Воронеж. Несмотря на тяжёлую болезнь, бедность и голод, Цвет пытался работать и там, но его дни были уже сочтены. Он умер 26 июня 1919 года. Через несколько лет не стало и его верной помощ-



Современная хроматограмма
растительных пигментов



Рихард Вильштеттер



Памятник на предполагае-
мой могиле Цвета



Рихард Кун



Эдгар Ледерер

ницы – жены Елены. Почти все бумаги семьи были утрачены уже во время следующей войны.

Предполагаемая могила Цвета находится в некрополе на территории воронежского Акатова монастыря. В 1992 году на ней был установлен памятник с надписью: «Ему дано открыть хроматографию, разделяющую молекулы, объединяющую людей».

В научном фольклоре¹ известен список этапов в истории многих научных открытий: (1) могли бы открыть, но не открыли, (2) открыли, но не заметили, (3) заметили, но не поверили, (4) поверили, но не заинтересовались, (5) у-у-у-У!!!

Да, некоторые учёные заметили работу Цвета и поверили ему: в 1918 году его даже пытались выдвинуть на Нобелевскую премию по химии. Но большинство заинтересовалось гораздо позже: спустя десять с лишним лет после его смерти.

В это время европейские химики активно изучали многие природные соединения, в том числе витамины, гормоны и опять-таки пигменты. Так, в немецком Гейдельберге Рихард Кун и Эдгар Ледерер занимались каротинами и ксантофиллами (помните, мы говорили про них – оранжевые и жёлтые вещества в листьях?). Но опять-таки возникла проблема: как отличить чистые вещества от смесей? И тут Ледерер, изучая литературу, наткнулся на упоминания о работах Цвета и заинтересовался. Удалось найти немецкий перевод книги Цвета, когда-то сделанный для Вильштеттера, учителя Куна. Того самого Вильштеттера, который когда-то счёл метод Цвета неподходящим для разделения смесей.

А вот у Ледерера и Куна получилось блестяще воспроизвести и развить этот метод: даже вещества, очень близкие по составу и строению, разделялись именно так, как надо! В 1931 году полученные результаты были опубликованы, и это было второе рождение

¹ «Физики продолжают шутить». М.: «Мир», 1968, с. 20.

ЗЕЛЁНЫЕ, ЖЁЛТЫЕ И ОРАНЖЕВЫЕ

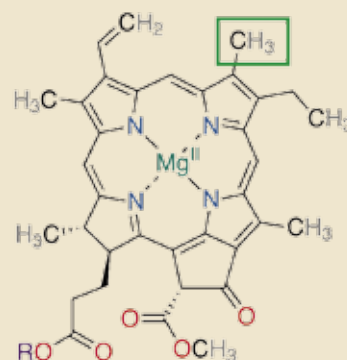
хроматографии. Учёные один за другим стали применять её в работе. Все три Нобелевские премии по химии, полученные в самом конце 30-х годов, так или иначе связаны с применением хроматографии – и прежде всего премия самого Куна (1938).

Но для господства нового метода в химических лабораториях нужен был ещё один шаг, и его сделали Арчер Мартин и Ричард Синг (опять Нобелевская премия, уже 1952 год). Мартин и Синг не просто придумали несколько полезных приёмов для решения конкретных задач – после их работ окончательно стало ясно, что хроматография годится для эффективного разделения практически любых смесей практически любых веществ. Надо только подобрать правильные условия.

И совсем скоро хроматография оказалась буквально везде. Колоночная (как у Цвета) и плоскостная (как у нас на бумаге), адсорбционная и распределительная, жидкостная и газовая. Ионообменная, гель-фильтрационная, аффинная. Десятки вариантов метода, тысячи приборов – и в каждом веществе разделяются благодаря тому, что их молекулы движутся с разной скоростью. Везде, где нужны анализ и разделение сложных смесей, от нефтедобычи до парфюмерии, сейчас обязательно есть хроматография. Производство лекарств и пищевых продуктов, экология, криминалистика... Даже мы с вами, делая в наше непростое время экспресс-тест на коронавирус, пользуемся кассетами, где используется принцип тонкослойной хроматографии.

Ну и на осенние листья теперь мы уже будем смотреть не просто так, а со значением.

ВЕЛИКИЕ УМЫ



Хлорофилл *a*. У хлорофилла *b* отличается группа, обведённая зелёным прямоугольником



Современный хроматограф



Диагностический тест



Приглашаем всех попробовать свои силы в нашем **заочном математическом конкурсе.**

Второй этап состоит из четырёх туров (с V по VIII) и идёт с января по апрель.

Высылайте решения задач VII тура, с которыми справитесь, не позднее 5 апреля в систему проверки **konkurs.kvantik.com** (инструкция: kvan.tk/matkonkurs), либо электронной почтой по адресу **matkonkurs@kvantik.com**, либо обычной почтой по адресу **119002, Москва, Б. Власьевский пер., д. 11, журнал «Квантик»**.

В письме кроме имени и фамилии укажите город, школу и класс, в котором вы учитесь, а также обратный почтовый адрес.

В конкурсе также могут участвовать команды: в этом случае присылается одна работа со списком участников. Итоги среди команд подводятся отдельно.

Задачи конкурса печатаются в каждом номере, а также публикуются на сайте **www.kvantik.com**. Участвовать можно, начиная с любого тура. Победителей ждут дипломы журнала «Квантик» и призы. Желаем успеха!

VII ТУР

31. В этом году в феврале встретилась дата-палиндром: 22.02.2022 (цифры слева направо идут в том же порядке, что и справа налево). Найдите следующую ближайшую дату-палиндром (и докажите, что она действительно ближайшая).



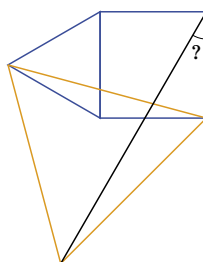
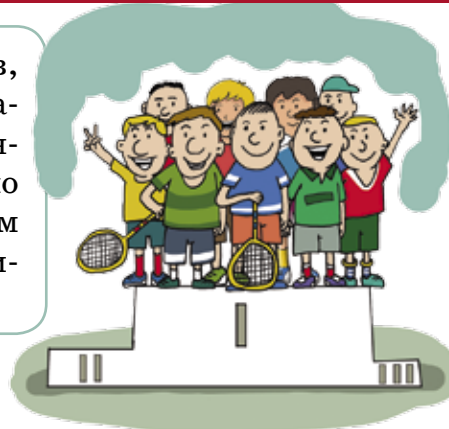
32. а) Нарисуйте на клетчатой бумаге выпуклый шестиугольник, вершины которого лежат в вершинах клеток, а стороны идут не обязательно по сторонам клеток, который можно двумя прямыми разрезать на четыре равные части. (Не забудьте указать разрезы.)

б) Решите ту же задачу для выпуклого семиугольника.



Авторы: Татьяна Корчёмкина (31), Александр Перепечко (32), Борис Френкин (33), Максим Прасолов (34)

33. В турнире по теннису участвовало N теннисистов, каждый сыграл с каждым один матч. В итоге оказалось, что все выиграли поровну матчей (ничьих в теннисе не бывает). В следующем году теннисистов стало на одного больше, и снова каждый сыграл с каждым один матч. Могло ли и теперь оказаться, что все выиграли поровну матчей?



34. Квадрат и два равносторонних треугольника расположены так, как на рисунке. Найдите угол, отмеченный знаком вопроса.

35. У Квантика есть белая клетчатая полоска размером 1×33 клеток. Квантик окунул полоску левым концом в чёрную краску, и несколько первых клеток (не менее одной, но и не все 33) стали чёрными, а остальные остались белыми. Ноутник не видит полоску, но может за один вопрос узнать цвет любой клетки (назвав, какая она по счёту слева). Как ему за 5 вопросов узнать номер самой правой чёрной клетки?



Художник Николай Крутиков

ПОЗДРАВЛЯЕМ ПОБЕДИТЕЛЕЙ И ПРИЗЁРОВ ПЕРВОГО ЭТАПА НАШЕГО КОНКУРСА!

Победители: Карина Амиршадян, Ульяна Ануфриева, Артём Барков, Филипп Ганичев, Егор Гаценко, Елена Гришина, Дарья Дайловская, Алиса Елисеева, Анна Зотова, Матвей Кистин, Варвара Ковалева, Елена Куцук, Алёся Львова, Ольга Метляхина, Егор Мокеев, Тамара Приходько, Лев Салдаев, Екатерина Соловьева, Иван Часовских, а также команды «Умники и умницы в математике» и «Математический кружок "Сигма"».

Призёры: Дмитрий Бедорев, Иван Бирюков, Елизар Ботев, Андрей Вараксин, Ярослав Воропаев, Глеб Вылегжанин, Иван Загоскин, Артур Илаев, Михаил Николаев, Ксения Петриченко, Александр Погадаев, Михаил Савин, Иван Саначев, Севастьян Ушаков, Дарья Федотова, Аюши Цоктоев, Зарина Шарипова, Мирослава Шахова, Мария Шишова.

УДАЧИ ВСЕМ В СЛЕДУЮЩИХ ЭТАПАХ И В ОБЩЕМ ГОДОВОМ ЗАЧЁТЕ!

Кто видит картину правильно,
Квантик или Ноутик?



Художник Yustas

ISSN 2227-7986 22003



9 772227 798220