

УДК 372.851, 372.48, 379.844

БЕГИ И РЕШАЙ: ОПЫТ СОРЕВНОВАНИЙ ПО МАТЕМАТИЧЕСКОМУ РОГЕЙНУ

Д.В. Мусатов¹, М.И. Калина², О.Н. Малхожева³, А.В. Юров⁴, Д.К. Мамий⁵

¹Московский физико-технический институт, Долгопрудный

¹⁻²Кавказский математический центр при Адыгейском государственном университете, Майкоп

³Адыгейский государственный университет, Майкоп

⁴ Адыгейский государственный университет, Майкоп

⁵ Адыгейский государственный университет, Майкоп

¹ musatych@gmail.com, ² kalina@cmc.adygmath.ru, ³ oksanka789@mail.ru,

⁴ yurov-av@yandex.ru, ⁵ dmami@yandex.ru

Аннотация

Городское ориентирование – популярный в России вид досуга, сочетающий физическую и интеллектуальную активность. Им увлекаются многие жители крупных городов, в том числе студенты и выпускники математических специальностей. Мы провели подобные соревнования с математическим уклоном как часть программы Кавказской математической олимпиады. В них участвовали как команды школьников, так и все желающие, в общей сложности более 300 человек. В статье собраны рекомендации по подготовке и проведению подобных соревнований.

Ключевые слова: математические игры, задачи с параметрами, задача коммивояжёра, городской рогейн, активность на свежем воздухе

1. ВВЕДЕНИЕ

Городское ориентирование сочетает в себе спортивное состязание, самостоятельную экскурсию и интеллектуальную игру. В России действует несколько проектов, регулярно организующих подобные события: «Бегущий город» [3], «Следопыт» [10], «ПроУлочки» [8], «Ё-гейм» [9], «Городоскоп» [5] и др., ранее много лет проводились «Формула ОТ» [11], «ОТрыв» [7], «ГО-ФТШ-239-30-ЮМШ» [6], организуются различные разовые мероприятия. В разных соревнова-

ниях правила могут отличаться, общий подход состоит в следующем: нужно за кратчайшее время посетить наибольшее число контрольных пунктов (КП) в городе и на каждом выполнить некоторое задание. КП могут быть заданы либо адресом, либо загадкой, которую вначале надо разгадать. Способ перемещения обычно задан: шаг, бег, велосипед, мелкие колёсные средства, общественный транспорт и др. Таким образом, для спортивного успеха нужно сочетать выносливость и скоростные качества, умение прокладывать оптимальный маршрут (т. е. решать задачу коммивояжёра), умение локально ориентироваться в условиях города и умение сконцентрироваться для верного выполнения задания. Для познавательного эффекта контрольные пункты размещают в различных точках города, важных с исторической, краеведческой или архитектурной точки зрения [4], могут быть показаны необычные элементы благоустройства, вывески и т. д. Если пункт задан загадкой, то она может быть как краеведческой или исторической, так и затрагивать отвлечённые темы, походить на вопрос из «Что? Где? Когда?», на ребус или на задачу. Поэтому городское ориентирование подходит для самых разных аудиторий: спортсменов, любителей истории и культуры, архитектуры, интеллектуальных игр или просто длительных прогулок или поездок на свежем воздухе. Этим объясняется массовость событий: соревнования «Бегущий Город Москва» в последние годы собирают более 7 тысяч участников [3].

Образовательный потенциал городского ориентирования очевиден для таких дисциплин, как история, краеведение и искусство. Так, участники «Бегущего города» вместе с заданиями получают набор исторических справок и толкование архитектурных терминов, используемых в заданиях. Также игра может переводиться на другие языки и использоваться как вспомогательный материал при их изучении: в «Бегущем городе» есть англоязычная категория «Лев&Единорог». Что касается других предметов, то можно их вводить в игру двумя путями: либо задания на КП делать маленькими задачами по этим предметам, данные для которых нужно найти на местности, либо загадывать положения точек при помощи знаний из соответствующего предмета.

В настоящей статье суммируется опыт двух игр с математическим уклоном, проведённых в Майкопе в 2018 и 2019 годах в рамках Кавказской математической олимпиады [1]. Формат был продиктован общей программой: на игру от-

водилось лишь 2.5 часа во второй соревновательный день олимпиады. Поэтому был выбран формат рогейна с масс-стартом, а все КП располагались в радиусе километра от центра соревнований. Тем не менее, посетить все точки и решить все задачи за отведённое время было практически невозможно, так что участникам нужно было выбирать набор точек для взятия. В иных обстоятельствах можно сделать другой выбор: дать большее контрольное время, проложить фиксированную трассу, разрешить пользоваться транспортом и т. д.

Дальнейшее изложение устроено так. В разделе 2 описаны принятые правила. В разделе 3 описана постановка игры и приведены примеры задач. В разделе 4 даны некоторые рекомендации по организации в день игры. В разделе 5 описан оптимальный подход к стратегии участника. Раздел 6 состоит из общих выводов и соображений на будущие игры.

2. ПРАВИЛА МАТЕМАТИЧЕСКОГО РОГЕЙНА

Разработанные нами правила рассчитаны на разные аудитории. Мы хотели, чтобы в игре могли принять участие и набрать очки и люди, не знающие математику или просто не желающие решать задачи. Возможно, ещё важнее, чтобы участники, пришедшие на КП, но не решившие задачу, набрали какие-то очки, а не расстроились. Поэтому на каждой точке предусмотрено 2 задания: «обычное» (найти и переписать информацию) и «математическое» (решить задачу с параметром, значение которого нужно найти на месте). Итак, были выработаны такие правила:

1. За каждое выполненное задание даётся некоторое количество баллов, цель команды – набрать как можно больше баллов. При равенстве баллов лидирует команда, которая раньше финишировала.
2. Все команды стартуют одновременно, а финишируют в той же точке не позднее 2.5 часов после старта. Разрешается опоздание не более чем на 10 минут, тогда за каждую минуту опоздания даётся штраф в 1 балл.
3. На каждом КП есть два задания: обычное и математическое. Двухзначный номер КП задаёт число баллов: первая цифра означает число баллов за обычное задание, вторая – за математическое. В любом задании проверяется только ответ. Число баллов за обычное зада-

ние определяется расстоянием до точки старта (в Майкопе его удобно мерить за счёт квадратной сетки кварталов), за математическое – сложностью задачи. На каждой точке стоит волонтер, который может сразу проверить ответы, при ошибке можно попробовать исправить ответ. За ответ со второй попытки даётся на 2 балла меньше, с третьей – на 5 (третья попытка есть только для сложных заданий). Но можно и решать задачи в процессе движения и записывать ответы уже потом.

4. Также есть «секретные» КП, для поиска которых нужно сначала решить задачу, ответ на которую даст местоположение точки. Все такие КП дают 9 баллов.
5. Между точками нужно перемещаться шагом или бегом с соблюдением ПДД. Особых условий для участников (например, перекрытых улиц) не создаётся, никаким транспортом пользоваться также нельзя.

Разумеется, в других проектах можно от этих правил отходить: менять контрольное время, разрешать пользоваться транспортом, делать другие виды заданий (например, секретный КП, где на месте также нужно решить задачу, или составной КП из нескольких точек) и т. д.

3. ПОСТРОЕНИЕ ТРАССЫ В ЦЕЛОМ, ВИДЫ ЗАДАНИЙ И ПРИМЕРЫ

Одна из важных целей составителя трассы при массовом старте – не допустить столпотворения участников на близлежащих к старту КП. Для этого таких точек должно быть несколько, а общий оптимальный вектор трассы не должен быть очевиден. В таком случае потоки разделятся, и нигде не будет перегрузки даже при большом числе участников.

Залог интересной трассы – в разнообразии. Разнообразными должны быть сами точки: их нужно ставить на оживлённых и тихих улицах, во дворах и парках, рядом с памятниками истории и архитектуры и у обычных домов, и т. д. По возможности не следует повторять на разных точках типы заданий и темы задач. Общее расположение КП должно быть таким, чтобы не выделялось одного «генерального направления», тогда разные команды будут исследовать разные сектора трассы.

Каждый КП задаётся в 4 строки: адрес на местности, точная локализация, обычное и математическое задания. Адрес на местности может задаваться названием улицы с номером дома, перекрёстком двух улиц, каким-то протяжённым объектом: площадью, парком – и т. п. Точная локализация говорит, что нужно искать по данному адресу: мемориальную или адресную табличку, вывеску, архитектурный элемент, часть декора, малую архитектурную форму и т. д. Обычное задание связано с поиском какой-то информации на местности. Оно может быть связано с переписыванием какого-то слова (при этом нужно сохранить орфографию) или числа, подсчётом каких-либо объектов, названием какого-то объекта и т. д. Вот некоторые примеры заданий и ответов на них:

- Лозунг на чеканке («Быстрее, выше, сильнее»);
- Год на задней стене здания (1914);
- Общее число пятиконечных звёзд на решётках (15);
- Что в руках у мозга? (теннисная ракетка);

Математические задания являются по сути задачами с параметрами. Желательно, чтобы они решались подготовленным участником не более чем за 2–3 минуты, для сложных задач возможно немного дольше. Тематика задач определяется составом участников, в данном случае мы ориентировались на старшеклассников. Вот на какие темы встречались задачи:

- Текстовые задачи, например, на движение;
- Разложение числа на простые множители;
- Нахождение наибольшего общего делителя;
- Представление одного числа как целочисленной линейной комбинации других, или суммы квадратов, и т. п., а также решение целочисленных уравнений;
- Перечислительная комбинаторика (например, число слов, составленных из букв данного);
- Подсчёт угла между стрелками на часах, показывающих данное время (тут нужно не забыть, что часовая стрелка тоже движется непрерывно);
- Подсчёт длины диагонали правильного 5-, 6- или 8-угольника с заданной стороной;

- Подсчёт площади многоугольника с вершинами в узлах квадратной сетки;
- Расстановка знаков действий между данными цифрами для получения нужного числа;
- Расстановка фигур на шахматной доске, не бьющих друг друга;
- Решение математических ребусов и расшифровка шифров замены;
- Отдельные задачи, которые трудно тиражировать.

Приведём примеры задач, которые нам кажутся наиболее удачными.

- **Квартал, образованный ул. Победы, Майкопской ул., Советской ул. и Пионерской ул.**

Памятник «Единение и согласие».

В верхней части памятника есть ряд профилей в квадратных нишах. Представьте, что соседние профили, смотрящие друг на друга, одновременно разворачиваются (во всех парах на памятнике одновременно). После скольких таких операций профили, смотрящие влево и вправо, впервые начнут чередоваться?

Для решения этой задачи нужно было обойти памятник кругом, записать положение профилей: ПЛЛПЛЛПЛЛПЛЛ – и проделать указанные операции, не забывая о переходе через цикл. Через 5 операций направления начнут чередоваться.

- **Пролетарская ул., д. 271**

Участок двора вокруг подъезда №2.

Расшифруйте слово ГЕДКЕЛАЖ (ключи – АБВГДЕЁЖДЗИЙДКЛЕМ и слово на люке).

Это задача про шифр замены. Слово на люке – «Главсочиспецстрой», при сопоставлении ключей получается соответствие, дающее ответ «Восторги».

- **ул. Гагарина, д. 22.**

Встаньте спиной к дому. На здании напротив найдите надпись красными буквами

Уберите из надписи восклицательный знак и замените пробел знаком равенства. Найдите минимальное решение полученного ребу-

са (одинаковые знаки обозначают одинаковые цифры, разные – разные, цифры обозначают сами себя, запись числа не может начинаться с нуля).

Надпись гласит: «АГУ – нам 75!». После преобразований получается ребус «АГУ-НАМ=75», минимальное решение: $203-128=75$.

4. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ В ДЕНЬ ИГРЫ

Массовый старт подразумевает наличие достаточно большой площадки для размещения всех участников. В Майкопе мы использовали «Математический парк» [2]. За некоторое время до старта команды получают карту обычных КП и легенды секретных. Время до старта они могут потратить на составление маршрута и решение задач. В момент старта команды получают легенды обычных КП и могут отправляться на дистанцию.

Поскольку трасса ставится в общественных местах, в день игры возможны разного рода неожиданности. Например, КП может измениться, стать недоступным или вовсе исчезнуть, либо может вскрыться ошибка постановки, когда какой-то объект не был замечен и потому значение параметра в задаче на самом деле иное. Если на КП стоят волонтёры, то они должны извещать штаб игры обо всех таких случаях, возможны оперативные изменения заданий либо рекомендации по изменению зачёта КП.

Участники обычно хотят узнать результат, как можно быстрее. Тем не менее, провести оперативный и безошибочный подсчёт сразу после финиша исключительно сложно. Чтобы это сделать, нужно, во-первых, вносить текущие результаты в базу данных силами волонтёров на КП. Во-вторых, нужно на финише иметь несколько подготовленных счётчиков, которые будут сверять внесённые данные с бумажными маршрутными листами (с учётом возможных изменений по зачёту). По нашему опыту, квалифицированная поточная проверка требует примерно трёх минут на команду.

5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСПЕШНОМУ ПРОХОЖДЕНИЮ

Команда, участвующая в соревнованиях по рогейну, сталкивается с задачей оптимизации. Какие точки брать и в каком порядке, чтобы набрать максимальное число баллов? Как менять план по ходу действия, если прохождение быстрее или медленнее намеченного? В математическом рогейне задача ещё

усложняется: трудно сказать заранее, сколько времени уйдёт на решение задачи. Тем не менее, есть некоторые общие рекомендации для успешного прохождения:

- Не следует слишком много времени тратить на планирование: иначе потраченное время может не окупиться даже за счёт хорошего прохождения дистанции.
- Нужно взглянуть на условия задач ещё при планировании дистанции, понять, какие из них ближе именно вашей команде, и отдать им приоритет.
- Типичный хороший маршрут выглядит так: нужно добежать до границы зоны соревнований, взяв несколько КП по дороге, а затем брать «дорогие КП» по кругу, затем вернуться. КП рядом с финишем можно оставить на конец маршрута, чтобы наиболее полно использовать время перед финишем.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Городское ориентирование вообще и математический рогейн в частности сочетают физическую и интеллектуальную нагрузки. Такие виды активности редки, поэтому заслуживают использования в образовательном процессе. Мы убеждены, что математическое ориентирование ещё не раскрыло свой потенциал, оно будет расширять географию и привлекать всё больший интерес учителей, школьников и всех любителей математики. Все указанные в этой статье рекомендации можно использовать или модифицировать в любых проектах без каких-либо ограничений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Mamiy D.* Caucasus Mathematical Olympiad// EMS Newsletter, 2017, No 6. P. 55–56.
2. *Андреев Н.Н., Мамий Д.К.* Математический парк // Успехи математических наук, 2018, Т. 73, № 4, С. 188–191.
3. Бегущий город. URL: www.runcity.org
4. *Бурлакова Т.В., Ильинский С.В., Карташова Н.В.* Городское ориентирование «Бегущий город» как форма активизации познавательного интереса сту-

дентов педагогического вуза // Природное и культурное наследие: междисциплинарные исследования, сохранение и развитие. СПб: Изд-во РГПУ им. Герцена, 2015, С. 167–169.

5. Городоскоп: городские игры и приключения. URL: www.gorodoskop.org
 6. Лицей ФТШ: чемпионаты по городскому ориентированию. www.school.ioffe.ru/sports/run/
 7. Отрыв. Городская игра. URL: www.otryv.by
 8. ПроУлочки – городская игра для детей от 8 до ∞ : Москва, 2013. URL: www.proulochki.ru
 9. Сити-квест «Ё-game». URL: www.your-game.ru
 10. Следопыт – городское ориентирование. Москва. URL: www.sledopyt-moscow.ru
 11. Формула ОТ. Городское ориентирование. Москва. URL: www.formula-ot.ru
-

RUN AND SOLVE: COMPETITIONS IN MATHEMATICAL ROGAINING

Daniil Musatov¹, Maksim Kalina², Oksana Malkhozheva³, Aleksander Yurov⁴,
Daud Mamiy⁵

¹*Moscow Institute of Physics and Technology, Dolgoprudny*

¹⁻²*Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Caucasus Mathematical Centre at Adyghe State University, Maikop*

³*Adyghe State University, Maikop*

⁴*Adyghe State University, Maikop*

⁵*Adyghe State University, Maikop*

¹musatych@gmail.com, ²kalina@cmc.adygmth.ru,

³oksanka789@mail.ru, ⁴yurov-av@yandex.ru, ⁵dmami@yandex.ru

Abstract

Urban orienteering is a popular activity in Russia that combines physical and intellectual exercises. Many residents of megapolises are keen of it, including students and alumni of mathematical and technical study programs. We organized a similar competition focused on mathematics as a part of Caucasus Mathematical Olympiad. Over 300 people took part in the event, including schoolchildren and general public. This paper provides a guideline on preparing and carrying out such events.

Keywords: *mathematical games, parametrized problems, travelling salesperson problem, urban regaining, outdoor activity*

REFERENCES

1. Mamiy D. Caucasus Mathematical Olympiad// EMS Newsletter, 2017, No 6, P. 55–56.
2. Andreev N.N., Mamiy D.K. Matematicheskij park // Uspexi matematicheskix nauk, 2018, T. 73, No 4, S. 188–191.
3. Begushhij gorod. URL: www.runcity.org
4. Burlakova T.V., Il`inskij S.V., Kartashova N.V. Gorodskoe orientirovanie "Begushhij gorod" kak forma aktivizacii poznavatel`nogo interesa studentov pedagogicheskogo vuza // Prirodnoe i kul`turnoe nasledie: mezhdisciplinarny`e issledovaniya, soxranenie i razvitie. SPb: Izd-vo RGPU im. Gercena, 2015, S. 167–169.

5. Gorodoskop: gorodskie igry` i priklyucheniya. URL: www.gorodoskop.org
6. Licej FTSh: chempionaty` po gorodskomu orientirovaniyu. www.school.ioffe.ru/sports/run/
7. Otry`v. Gorodskaya igra. URL: www.otryv.by
8. ProUlochki – gorodskaya igra dlya detej ot 8 do ∞: Moskva, 2013. URL: www.proulochki.ru
9. Siti-kvest “Yo-game”. URL: www.your-game.ru
10. Sledopy`t – gorodskoe orientirovanie. Moskva. URL: www.sledopyt-moscow.ru
11. Formula OT. Gorodskoe orientirovanie. Moskva. URL: www.formula-ot.ru

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ



МУСАТОВ Даниил Владимирович – доцент, Московский физико-технический институт, старший научный сотрудник, Кавказский математический центр при Адыгейском государственном университете, Долгопрудный, Майкоп.

Daniil Vladimirovich MUSATOV – Docent, Moscow Institute of Physics and Technology, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Caucasus Mathematical Centre at Adyghe State University, Dolgoprudny, Maikop.

email: musatych@gmail.com



КАЛИНА Максим Игоревич – программист, Кавказский математический центр при Адыгейском государственном университете, Майкоп.

Maksim Igorevich KALINA – Programmer, Caucasus Mathematical Centre at Adyghe State University, Maikop.

email: kalina@cmc.adygmath.ru



МАЛХОЖЕВА Оксана Нурбиевна – заместитель декана факультета математики и информатики, Адыгейский государственный университет, Майкоп.

Oksana Nurbieвна MALKHOZHEVA – Vice-dean of Mathematics and Computer Science department, Adyghe State University, Maikop.

email: oksanka789@mail.ru



ЮРОВ Александр Викторович – проректор администрации кампуса, Адыгейский государственный университет, Майкоп.

Aleksandr Victorovich YUROV – Pro-rector of Campus Administration, Adyghe State University, Maikop.

email: yurov-av@yandex.ru



МАМИЙ Дауд Казбекович – ректор, Адыгейский государственный университет, Майкоп.

Daud Kazbekovich MAMIY – Rector, Adyghe State University, Maikop.

email: dmami@yandex.ru

Материал поступил в редакцию 15 сентября 2019 года