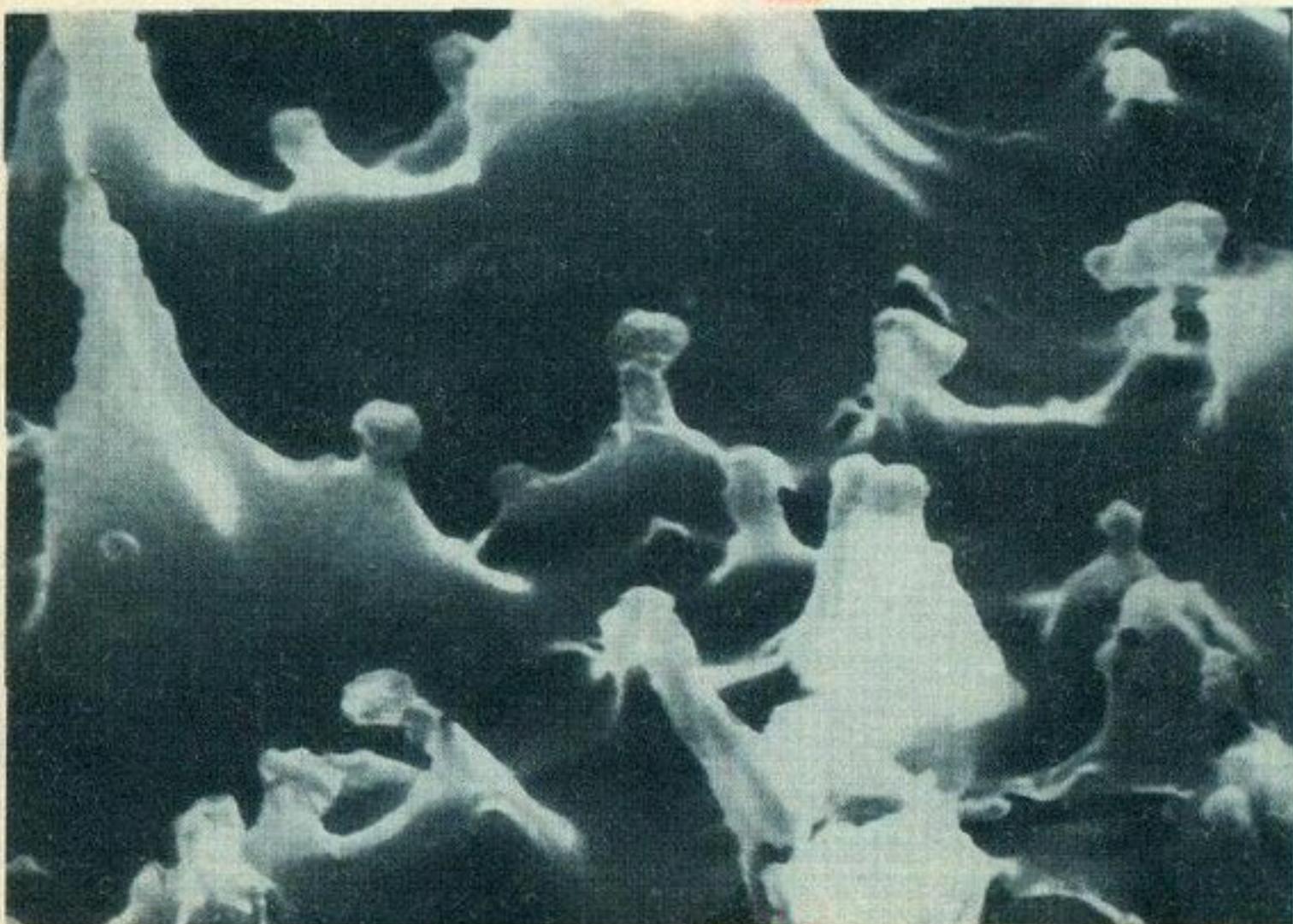


Квант

Научно-популярный
физико-математический журнал

ISSN 0130 - 2221

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12



Поговорим про вчерашний снег...

1988

Научно-популярный
физико-математический
журнал Академии наук СССР
и Академии педагогических
наук СССР



Издательство «Наука».
Главная редакция физико-
математической литературы

В номере:

- 2** Памяти Ландау
- 8** *А. А. Кремер.* О рассеянии, или Как измерить жирность молока
- 15** *Ю. П. Чукова.* Распределение Пуассона
- 19** *А. П. Винниченко.* Простые числа, математическая статистика и... ЭВМ
- 23** *В. Н. Дубровский.* Как возникает распределение Пуассона
- 26** *А. В. Митрофанов.* Поговорим про вчерашний снег
Задачник «Кванта»
- 30** Задачи M1116—M1120, Ф1128—Ф1132
- 34** Problems M1116—M1120, P1128—P1132
- 35** Решения задач M1096—M1098, M1100, Ф1108—Ф1112
- 32** Калейдоскоп «Кванта»
«Квант» для младших школьников
- 43** Задачи
- 44** *А. С. Штейнберг.* Коротко о тепловом расширении
Лаборатория «Кванта»
- 48** *И. И. Мазин.* Простые опыты с кипятком
Математический кружок
- 51** *М. В. Волков, Н. Н. Силкин.* Кого послать на Марс?
- 57** Избранные школьные задачи
Практикум абитуриента
- 58** *А. Р. Зильберман.* Расчет электрических цепей
Информация
Вечерняя физическая школа при МГУ (14)
- 18** Заказы принимаются...
ХI Турнир юных физиков (61)
- 64** Ответы, указания, решения
Смесь (47, 50)
Наша обложка
- 1** Какое отношение эта электронная микрофотография (увеличение 10^4) поверхности полипропиленовой пленки имеет ко вчерашнему снегу, вы узнаете из статьи А. В. Митрофанова.
- 2** Рисунок из старинной гадательной книжки. На круг с цифрами бросали зернышко и под номером, на который оно падало, в специальном списке вычитывали свою судьбу. Количество появлений заданного номера в длинной серии гаданий случайно, но подчиняется так называемому закону Пуассона. Две статьи в этом номере журнала — Ю. П. Чуковой и В. Н. Дубровского — посвящены вероятностному распределению Пуассона.
И еще раз вы встретитесь с этим распределением, а лучше сказать — с его «призраком», в статье А. П. Винниченко о последовательности простых чисел, где случайности, казалось бы, места нет.
- 3** Шахматная стратегичка
- 4** Головоломка «Змейка Генеля».

Теперь легко найти заряды каждого из конденсаторов:

$$q_1 = \frac{C_1(C_2+C_3)}{C_1+C_2+C_3} U, \quad q_2 = \frac{C_1 C_2}{C_1+C_2+C_3} U,$$

$$q_3 = \frac{C_1 C_3}{C_1+C_2+C_3} U.$$

Этот метод годится для расчета не только линейных цепей, но и нелинейных тоже.

Задача 5. Найдите ток через нелинейный элемент (рис. 9), для которого зависимость тока от напряжения имеет вид: $I=aU^2$.

Перерисуем схему (рис. 10) и обозначим $\varphi_A=0$, $\varphi_B=\varphi$. Тогда для узла B получим уравнение:

$$\frac{U-\varphi}{R_1} = \frac{\varphi}{R_2} + I(\varphi),$$

или

$$\frac{U-\varphi}{R_1} = \frac{\varphi}{R_2} + a\varphi^2.$$

Отсюда находим потенциал φ , а зная его, — и ток нелинейного элемента:

$$a\varphi^2 + \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)\varphi - \frac{U}{R_1} = 0,$$

$$\varphi = \frac{-\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} + \sqrt{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)^2 + \frac{4aU}{R_1}}}{2a},$$

$$I = a\varphi^2.$$

Методом узловых потенциалов можно пользоваться и тогда, когда вольтамперная характеристика нелинейного элемента задана графически. В этом случае полученную при решении уравнений зависимость между током элемента и потенциалом узла нужно изобразить на том же графике, где приведена вольтамперная характеристика, и найти точку пересечения графиков — т. е. решить уравнение графически.

Упражнения

1. Какой заряд протечет через батарею (рис. 11), если точки A и B замкнуть перемычкой?

2. В той же схеме (см. рис. 11) к точкам A и B вместо перемычки подключаем заряженный до напряжения U_2 конденсатор емкостью C . Найдите заряд конденсатора емкостью $2C$.

3. N батарей (\mathcal{E}_i, r_i) соединены параллельно. Какой эквивалентной батареей их можно заменить?

юных физиков (декабрь 1988 г.).

Московский ТЮФ-ХI будет проведен физическим факультетом МГУ для школ Москвы и Московской области по задачам заочного конкурса.

Турниры юных физиков в других городах, в областях и республиках проводятся местными Оргкомитетами или инициативными группами. Физический факультет МГУ готов оказать организационную и методическую помощь в проведении таких турниров.

III. Всесоюзный турнир юных физиков (январь 1989 г.).

Будет проведен по заданиям заочного коллективного конкурса с дополнениями и разъяснениями, которые будут разосланы участникам Турнира в декабре 1988 г.

IV. Международный турнир юных физиков (февраль 1989 г.).

По предварительной договоренности каждая страна представляет по одной команде (страна-строитель — две команды). Кроме того, в рабо-

Информация

XI Турнир юных физиков

Турнир проводится с сентября 1988 г. по февраль 1989 г. в четыре этапа:

I. Заочный коллективный конкурс (сентябрь — ноябрь 1988 г.).

Задания заочного коллектива конкурса напечатаны в этой статье и в специальной брошюре, которая разослана во все областные и республиканские отделы народного образования (или Министерства просвещения союзных республик), в обкомы и в ЦК ЛКСМ союзных республик.

Принять участие в заочном конкурсе ТЮФ-ХI может любой коллектив школьников.

Решения задач заочного конкурса необходимо отправить не позднее 30 ноября 1988 г. по адресу: 119899 Москва, ГСП, МГУ, физический факультет, кафедра фи-

зики колебаний, Оргкомитет ТЮФ-ХI. В конверт вложите анкету, в которой укажите:

1. Почтовый адрес и телефон школы, фамилию, имя, отчество учителя физики.

2. Список авторов решений (имена пишите полностью).

3. Фамилию, имя отчество и адрес руководителя команды.

Решение каждой задачи оформляйте отдельно. В начале решения каждой задачи обязательно укажите город, номер школы, фамилии авторов решения. К экспериментальным задачам приложите подробные описания установок, их схемы, желательно фотографии и экспериментальные данные. Наиболее удачные решения будут отмечены грамотами Турнира.

II. Городские, областные и республиканские турниры

те Турнира примут участие в качестве кураторов иностранных команд несколько команд от страны-учредителя. Предполагается провести II Международный турнир юных физиков в СССР, а III — в Чехословакии. Регламент проведения Международного турнира юных физиков будет разработан на консультативном совещании представителей стран-участников в октябре 1988 г. в Москве.

Задания заочного колективного конкурса ТЮФ-ХI
На курдля охотятся изнутри

С. Лем

1. «Придумай сам». Сконструируйте и изготовьте установку для наглядной демонстрации волновых свойств и законов распространения звука в воздухе.

2. «Полдень». Можно ли называть полднем момент в середине временного интервала от восхода до заката Солнца? Воспользовавшись календарем, вы легко убедитесь в том, что этот момент в течение года «плавает» относительно определенного момента времени. Объясните причину возникновения этого эффекта.

3. «Прилив». Оцените высоту прилива в Черном море 12 декабря 1988 г.

4. «Лужа и ветер». Измерьте параметры волн, возбуждаемых ветром в мелком водоеме. Исследуйте зависимость длины волн от скорости ветра.

5. «Фигуры Хладни». Исследуйте фигуры Хладни для диска и квадрата.

6. «Мыльный пузырь». Чем определяется «время жизни» мыльного пузыря? Почему он лопается и как это происходит?

7. «Лесков». Объясните, каким образом ковач Марий укорачивал английские болты (Лесков Н. С. «Запечатленный ангел»).

8. «Метро». Предложите способы и измерьте скорость электропоезда метро в середине перегона между станциями «Университет» и «Проспект Вернадского» (это для москвичей). То же для автобуса, в котором вы едете, если по пути следования нет

надежных указателей расстояния.

9. «Астронавт». На какую максимальную дальность путешествия может рассчитывать астронавт за 50 лет полета?

10. «Атмосфера Луны». Представьте, что вам удалось создать на Луне атмосферу земного состава. Опишите ее параметры и свойства. Как быстро она будет «худеть» и как сохранить такую атмосферу?

11. «Шампиньон». Удивительно, но иногда шампиньоны и даже трава прорастают сквозь толщу асфальта. Объясните эти явления.

12. «Прогноз погоды». «Барометр падает — к нещастью» — почему это утверждение чаще всего справедливо?

13. «Фотовспышка». Осветите фотовспышкой свои зубы и наблюдайте в темноте их свечение (для этого нужно снять крышку с фотовспышки, глаза хорошо защитить и открыть их сразу после вспышки). Объясните и исследуйте явление послесвечения.

14. «Триболюминесценция». Сколько сахара вам потребуется, чтобы в темном подземелье прочесть послание (в несколько слов) от вашего предшественника? Спички у вас кончились, а фонарик вы уже выбросили.

15. «Электрон». Электрон, имеющий скорость $v = 3 \cdot 10^5$ м/с, пролетает с прицельным параметром d мимо металлического шарика радиусом 1 см. Заряд шарика изменяется со временем по закону $q(t) = q_0 \cos \omega t$, где $q_0 = 10^{-8}$ Кл, $\omega = 10^6$ рад/с. Постройте зависимость угла рассеяния электрона ϕ от прицельного параметра d . Можно ли использовать этот эффект для объяснения комптоновского рассеяния?

16. «Информация». Сколько бит информации вы получили, прочтя задания заочного конкурса? Сколько бит информации вы получите, глядя на географическую карту размером в одну страницу текста?

17. «Карлсон». Сколько варенья должен съедать Карлсон, чтобы не худеть в процессе полета? (Традиционно

задача № 17 имеет шуточный оттенок).

Задания подготовили сотрудники физического факультета МГУ: В. Б. Брагинский, П. В. Елютин, А. Н. Коротков, А. Ю. Кусенко, Е. Н. Юносов.

Участникам и организаторам Турниров

Турнир юных физиков — это коллективное состязание школьников старших классов в умении решать сложные физические задачи, убедительно представлять и отстаивать свои решения, участвовать в научных дискуссиях.

ТЮФ — соревнование школ, в котором школу представляет команда. Этим ТЮФ отличается, например от традиционных олимпиад по физике, которые являются индивидуальными состязаниями школьников. Участие в командном решении задач помогает юным физикам обрести навыки коллективной творческой работы.

Задачи, предлагаемые на ТЮФ, — это всегда проблемы. Их решение предполагает проведение самостоятельных теоретических и экспериментальных исследований. Условия задач сформулированы максимально кратко, без указаний на то, что является в данной ситуации существенным, а чем можно преувеличить. Поэтому участники ТЮФ сами должны выбрать модель для данной задачи, сделать необходимые допущения, исследовать полученное решение, словом, пройти через все необходимые этапы серьезной научной работы. Каждая задача имеет название, усиливающее ее эмоциональное восприятие. В название, как правило, входит ключевое слово, определяющее круг рассматриваемых объектов или их свойств. Иногда название содержит подсказку к решению задачи.

Спектр задач достаточно широк. Среди них обязательно есть легкие и очень трудные, решаемые в основном школьными методами, а иногда и выходящие за рамки школьной программы. Хорошую турнирную задачу могут решать школьник и учитель,

студент и ученый, научные коллеги и целые институты. На любом уровне она позволяет получить достойные внимания результаты, но никогда нельзя сказать, что проблема исчерпана полностью. Обратите внимание, например, на задачи «Прогноз погоды» или «Электрон».

Основной формой представления решений задач участниками ТЮФ является физбоя — публичная защита решений перед приуроченными соперниками, заинтересованными зрителями и беспристрастным жюри. Участники ТЮФ должны в полемике отстаивать правильность своих выводов, что предполагает глубокую осведомленность в данном вопросе, умение быстро находить нужные аргументы, видеть сильные и слабые стороны своего решения и решений оппонентов.

Наконец, ТЮФ претворяет в жизнь принципы педагогики сотрудничества, теснейшим образом связывая воедино на основе общего дела интересы школьников, учителей, студентов и ученых. Творческий дух Турнира, непрерывность образования и преемственность в цепи школьник-студент-ученый — лучшие качества Турнира.

В последнее время ТЮФ приобрел широкую популярность, стал эффективной и долговременной формой взаимодействия средней школы и вуза.

Советы, как решать турнирную задачу, как можно работать коллективно и кто ваши помощники, приведены в «Кванте», 1987, № 8 (с. 60). Дополним их еще несколькими.

Как организован физбоя. Физбоя чаще всего проводится по схеме «Докладчик — оппонент — рецензент» в 3 или 6 действий. Каждая команда поочередно выступает в роли докладчика, оппонента или рецензента.

Регламент одного действия:

- выступление докладчика — 5 мин;
- полемика по докладу, отдельные выступления в полемике — 1 мин;
- выступление оппонента — 3 мин;
- выступление рецензента — 2 мин;

д) заключительная полемика, отдельные выступления — 1 мин;

е) слово жюри (подведение итогов) — 4 мин.

Вызов на доклад. Оппонент вызывает докладчика на любую задачу из предложенных на данный физбоя. Докладчик может отклонить вызов (без объяснения причин, например из тактических соображений) — тогда производится новый вызов. Всего за физбоя команда может дважды отклонить вызов.

Выступления команд. Докладчик (один или несколько членов команды) излагает суть решения задачи, акцентируя внимание слушателей на основных физических идеях и выводах. При этом желательно использовать заранее подготовленные рисунки, плакаты, слайды, фотографии, а также демонстриро-

вать опыты, если задача экспериментальная.

Судейство физбоя. Ведущий физбоя следит за соблюдением регламента, предоставляет участникам слово (или лишает слова) и координирует действия команд.

Жюри физбоя оценивает выступления докладчика, оппонента и рецензента и все дополнительные выступления, в заключительном слове подводит итоги обсуждения задачи, отмечает сильные и слабые стороны решения.

Оценка выступлений команд производится по расширенной школьной шкале. Оценки 5+ и 2 являются исключительными и выставляются с обязательным объяснением причины. Перевод оценок в баллы производится по следующей таблице:

Баллы	Оценка	2	3	3+	4	4+	5	5+
		0	9	12	18	21	27	30
докладчику	0	9	12	18	21	27	30	
оппоненту	0	6	8	12	14	18	20	
рецензенту	0	3	4	6	7	9	10	

вать опыты, если задача экспериментальная.

В полемике по докладу обсуждается решение, представленное докладчиком. В очередности выступлений приоритет имеет команда оппонента. Докладчик отвечает на вопросы присутствующих.

В своем выступлении оппонент высказывает критические замечания по докладу, выявляет неточности и ошибки в понимании проблемы и в методах ее решения. Выступление оппонента не должно сводиться к изложению собственного решения задачи.

Рецензент дает оценку выступлениям докладчика и оппонента.

В заключительной полемике могут обсуждаться выступления оппонента и рецензента. Оппонент и рецензент могут, по усмотрению жюри, представить свои решения задач.

Ограничения на число выступлений. Каждый участник команды может выступать в качестве докладчика, оппонента или рецензента не более

Кто ваши шефы, кого приглашать в жюри. Конечно же, это студенты и ученые. Там, где ведется научная работа, вы всегда найдете понимание и поддержку. Ведь участвовать в жюри Турнира — это не просто контролировать ваши знания и выставлять оценки, а работать вместе с вами в творческом контакте.

Обращение к «нефизикам». Почему муравей меньше слона, могут ли химические реакции приводить к разделению (обогащению) изотопов, какова экономическая эффективность создания Рыбинского водохранилища... — такие вопросы могли бы стать содержанием турниров юных биологов, химиков, экономистов и других. Остается только организовать такие турниры, и здесь дело за энтузиастами.

Желаем всем будущим участникам и организаторам Турниров удачи и творческих успехов!

Зам. председателя
Оргкомитета
Е. Н. Юносов

Расчет электрических цепей

$$1. q = \frac{1}{30} CU_0.$$

$$2. q = \frac{4}{11} C(2U_0 - U_1).$$

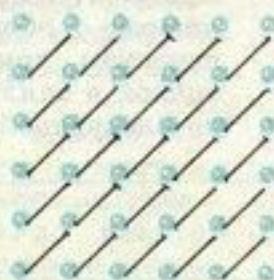
$$3. \mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}_1/r_1 + \mathcal{E}_2/r_2 + \dots + \mathcal{E}_N/r_N}{1/r_1 + 1/r_2 + \dots + 1/r_N};$$

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_N}.$$

«Квант» для младших школьников»

(см. «Квант» № 7)

1. Соединим точки в квадрате прямыми, параллельными одной из диагоналей квадрата (см. рисунок). Суммируя количества точек на



каждой из полученных прямых, найдем общее количество точек в квадрате. Это и даст нужную формулу:

$$1+2+\dots+(k-1)+k+(k-1)+\dots+2+1=k^2.$$

2. Дима Крымов может кататься только с Аней Воробьевой, потому что Инна Крымова — его сестра, а остальные девочки выше него. Тогда Сережа Петров может кататься только с Инной Крымовой, Андрей Егоров — только с Олей Петровой, а Юра Воробьев — с Люсей Егоровой.

3. Воздух в стакане нагревается от воды и поэтому, расширяясь, занимает больший объем.

4. Числа x^5y и xy^5 имеют одинаковую четность и поэтому не могут отличаться на нечетное число 1987.

5. Как бы мы ни разрезали прямоугольник на три треугольника, площадь одного из них будет равна половине площади прямоугольника. Если мы обозначим площадь прямоугольника через S , площадь того треугольника, о котором идет речь в условии, через x , то площади двух других треугольников будут

$$\frac{S}{2} \text{ и } \frac{S}{2} - x. \text{ По условию } x = \frac{S/2 + (S/2 - x)}{2}.$$

Отсюда $3x = \frac{S}{2}$, $x = \frac{S}{6}$, $\frac{S}{2} - x = \frac{S}{3}$. Таким образом, площади треугольников относятся как $\frac{S}{6} : \frac{S}{3} : \frac{S}{2}$, или 1:2:3.

Калейдоскоп «Кванта»

(см. «Квант» № 7, с. 44)

Диспетчер должен послать пожарных в квадрат ДЗ.

Главный редактор —
академик Ю. А. Осипьян

Заместители главного редактора:

В. Н. Боровишки, А. А. Варламов,
В. А. Лешковцев, Ю. П. Соловьев

Редакционная коллегия:

А. А. Абрикосов, М. И. Башмаков,
В. Е. Белонучкин, В. Г. Болтянский,
А. А. Боровой, Ю. М. Брук, В. В. Вавилов,
Н. Б. Васильев, С. М. Воронин, Б. В. Гнеденко,
В. Л. Гутенмахер, Н. П. Долбилин,
В. Н. Дубровский, А. Н. Земляков,
А. Р. Зильберман, С. М. Козел,
С. С. Кротов, Л. Д. Кудрявцев, А. А. Леонович,
С. П. Новиков, Т. С. Петрова, М. К. Потапов,
В. Г. Разумовский, Н. А. Родина, Н. Х. Розов,
А. П. Савин, Я. А. Смородинский,
А. Б. Сосинский, В. М. Уроев, В. А. Фабрикан

Редакционный совет:

А. М. Балдин, С. Т. Беляев, Е. П. Велихов,
И. Я. Верченко, Б. В. Воздвиженский,
Г. В. Дорофеев, Н. А. Ермолаева,
А. П. Ершов, Ю. Б. Иванов, В. А. Кириллин,
Г. Л. Коткин, Р. Н. Кузьмин, А. А. Логунов,
В. В. Можаев, В. А. Орлов, Н. А. Патрикеева,
Р. З. Сагдеев, С. Л. Соболев, А. Л. Стасенко,
И. К. Сурин, Е. Л. Сурков, Л. Д. Фадеев,
В. В. Фирсов, Г. Н. Яковлев

Номер подготовили:

А. Н. Виленкин, А. А. Егоров, Л. В. Кардасевич,
И. Н. Клумова, Т. С. Петрова,
А. В. Сосинский, С. Л. Табачников, В. А. Тихомирова

Номер оформили:

Ю. А. Ващенко, М. Б. Дубах, С. В. Иванов,
Д. А. Крымов, Н. С. Кузьмина, С. Ф. Лухин,
Э. В. Назаров, И. С. Смирнова, П. И. Чернуский

Фото представили:

Фотогруппа факультета физико-химической
биологии МФТИ

Редактор отдела художественного оформления
С. В. Иванов

Художественный редактор Т. М. Макарова

Заведующая редакцией Л. В. Чернова

Корректор М. Л. Медведская

Сдано в набор 15.06.88. Подписано к печати 21.07.88.
Т-12563. Бумага 70×100/16. Печать офсетная
Усл. кр.-отт. 21.93. Усл. печ. л. 5,16. Уч.-изд. л. 6,32.
Тираж 189250 экз. Цена 40 коп. Заказ 1528;

Ордена Трудового Красного Знамени
Чеховский полиграфический комбинат
ВО «Союзполиграфпром»
Государственного комитета СССР
по делам издательств, полиграфии
и книжной торговли
142300 г. Чехов Московской области

103006 Москва К-6, ул. Горького, 32/1,
«Квант», тел. 250-33-54