

# КАК РАССКАЗЫВАТЬ О ПУТЯХ И ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ УЧАЩИМСЯ СРЕДНЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

**Рыжиков Сергей Борисович,**

*Доктор педагогических наук, доцент, доцент кафедры общей физики*

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, физический факультет

✉ sbrf@physics.msu.ru

**Рыжикова Юлия Владимировна,**

*Кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник*

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, физический факультет

✉ sbrf@physics.msu.ru

---

## АННОТАЦИЯ

Предложена методика сопоставления основных этапов вовлечения в исследовательскую деятельность школьника и этапов пути, по которому развивалась определённая область науки и техники, в данном случае — электроника.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *проблемное обучение; электроника; история физики.*

# HOW TO TALK ABOUT THE WAYS AND PROSPECTS OF THE DEVELOPMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY TO STUDENTS OF SECONDARY SCHOOL AGE

Ryzhikov S. B.,

*Dr. pedagogical sciences, docent*

Faculty of Physics, M. V. Lomonosov Moscow State University

Ryzhikova Yu. V.,

*Ph.D., Researcher*

Faculty of Physics, M. V. Lomonosov Moscow State University

---

## ABSTRACT

A technique is proposed for comparing the main stages of involving a student in research activities and the stages of the path along which a certain field of science and technology developed, in this text — electronics.

KEYWORDS: *problem-based learning; electronics; history of physics.*

Обсуждение со школьниками путей и перспектив развития науки и техники наталкивается на сложность рассматриваемых проблем, поскольку уровень знаний школьников среднего и даже старшего школьного возраста не позволяет должным образом объяснить им существующие проблемы и возможные пути их решения [4]. Поверхностное же изложение материала, как показывает опыт, не вызывает особого интереса у школьников к предмету и мало помогает в знакомстве с их возможной будущей профессией [6; 7].

Авторы видят возможное решение проблемы в использовании биологического закона Геккеля-Мюллера: «онтогенез есть краткое повторение филогенеза». Применительно к изучению проблем развития науки и техники это можно представить, как сопоставление основных этапов вовлечения в исследовательскую деятельность отдельной личности и этапов пути, по которому развивалась определённая область науки и техники [5].

Рассмотрим для примера развитие электромагнетизма, приведшего к возникновению электроники и нанотехнологий. Любое исследование начинается с **наблюдения**. В течение длительного времени человечество также только наблюдало за явлениями электричества и магнетизма в окружающем мире, не понимая причину и взаимосвязь явлений. Например, еще Фалес Милетский (VI в. до н.э.) наблюдал притяжение пёрышек куском янтаря, который потерял шерстью. Его объяснение, что «янтарь обладает душой», вряд ли кому-то сегодня покажется серьезным. Фалес также знал о притягивании железа к камням из Магнесии (восток Греции), но никак не соотносил эти явления [2].

Кроме внимательности для наблюдателя важна готовность **заметить новое**. Например, электрофизиология своим возникновением обязана Луиджи Гальвани (1737 — 1798), который в 1780 году коснулся скальпелем мышцы препарированной лягушки при работающей электрической машине. Гальвани заметил, что мышца дернулась, но ведь на это можно было не обратить внимание. Как выяснилось позже, ещё за 30 лет (!) до Гальвани другой профессор того же Болонского университета наблюдал тот же эффект, но не придал ему значения [2].

На примере Гальвани мы видим важнейшие качества любого исследователя: обнаружив новый эффект, он его **всесторонне исследовал и опубликовал!** Именно публикация Гальвани 1791 года об его опытах побудила Алессандро Вольта создать первую в мире батарейку. Очень важно донести до школьников необходимость публиковать свои наблюдения, хотя бы на уровне школьных конкурсов проектно-исследовательских работ, конечно не для того, чтобы сохранить за собой приоритет открытия, а, чтобы иметь возможность всесторонне обсудить его со сверстниками и компетентным жюри [3].

Говоря о научном исследовании важно донести до школьников идею о соотношении **случайности и закономерности** открытий.

Очень много открытий были сделаны случайно. В 1780 году Гальвани случайно пропустил электрический ток через лягушку,

в 1820 году Ганс Христиан Эрстед случайно поместил компас под проводник с током, в 1922 году Олег Владимирович Лосев (1903 — 1942) случайно обнаружил отрицательное сопротивление у кристалла цинкита и сделал усилитель «кристадин», в 1971 году Фруман-Бенчковский (род. 1939) случайно обнаружил, что транзисторы с разрушенными затворами могут содержать электрические заряды, что привело к созданию флэш — памяти... этот список можно продолжать без конца. Но эти и многие другие сделанные открытия — это не просто «везенье». Если бы эти люди не проводили многочисленные эксперименты, они бы ничего не открыли.

Чтобы эта идея лучше уложилась в голове школьников можно провести аналогию. Научный поиск можно уподобить поиску грибов в лесу. Кто-то идёт и собирает полную корзину, а идущий вроде бы рядом ничего не находит. Бывает, что неудача постигнет одного, другого и третьего... Но если грибников много, то кто-нибудь обязательно наткнётся на грибное место. А если в лес не ходить и грибы не искать, то точно ничего не найдёшь. Возможно, есть некоторая несправедливость: трудятся многие, а слава достаётся немногим, поэтому нужно предупредить школьников, что для выбравших путь науки нужно уметь радоваться за других.

Ещё одно важное качество учёных — это развитость **ассоциативного мышления**, т. е. умение применять результаты, полученные в одной области науки и техники, к совсем другой. Например, исследуя электрические свойства лягушек, Гальвани, сделал ещё одно открытие: лапка сокращалась и без электрической машины. Нужно было только прикоснуться к лапке проволоками из различных материалов. Гальвани не понял значение этого открытия. Но Вольта сопоставил эксперимент Гальвани (1791) с данными Иоанна Зулцера, который ещё в 1752 году обнаружил, что если олово и серебро приложить к языку, то будет ощущаться вкус железного купороса [2].

Казалось бы, что эти вкусовые ощущения имеют общего с опытами Гальвани? Но гениальность естествоиспытателей как раз и состоит в том, чтобы видеть связи между явлениями, которые не видны

на первый взгляд. Вольта предположил, что электрическими свойствами обладают соединённые металлы, а лягушка — просто индикатор этих свойств.

Ещё одно важное качество учёных — это способность к **долгому упорному труду**. Вольта, узнав об опытах Гальвани, 9 лет (!) подбирал подходящие материалы, пока в 1799 году не придумал соединить цинковую и медную пластины, поместив между ними ткань, смоченную кислотой. Эдисон в поисках подходящего материала для лампы накаливания провёл в 1879 — 1880 годах более 1000 испытаний различных материалов и остановился на угле, затем он провёл около 6000 опытов по получению упругих угольных нитей из различных растений и создал технологию получения угольных нитей из бамбука. Американский инженер Гринлиф Виттер Пикард в поиске материалов для кристаллического детектора с 1902 до 1906 г перепробовал свыше 30 000 комбинаций материалов, лучшим оказался плавёный кремний.

Школьники зачастую говорят, что одни уроки они будут делать, а другие — нет, поскольку им это не нужно. Но пример успешных людей показывает, что заранее нельзя сказать, что может понадобиться в жизни, а что нет. Кроме того, талантливые люди обычно талантливы **во многих областях**. Эдисон занимался развитием телефона, телеграфа, киноаппаратуры, ламп накаливаниями, изобрёл фонограф — устройство для записи звука. Всего Эдисон получил более 1000 патентов в США и около 3000 в других странах. Белл кроме телефона изобрёл металлоискатель, фотофон — устройство для передачи звука с помощью света (предшественника современных оптико-волоконных линий) ... всего у Белла было (в соавторстве) несколько десятков патентов [2].

Следуя пути филогенеза, нужно заметить, что в XX, и тем более, в XXI веке всё актуальнее становится задача **внедрения** научных результатов в практику. Поэтому важным качеством современного исследователя является **умение работать в коллективе**. Если сделать научное открытие может один человек (и то, с учётом сложности сов-

ременного экспериментального оборудования, это сомнительно), то наладить производство один человек не в состоянии. Для организации производства нужен коллектив, состоящий из учёных, инженеров, экономистов...

В качестве классического примера, как нельзя руководить, можно привести изобретателя транзистора, нобелевского лауреата (1956) Шокли. Транзистор он создал в соавторстве с Бардиным и Бреттейном в лаборатории *Bell Labs*, основанной еще Беллом. Шокли считал, что там его недооценивают, как гения, и в 1955 году перешёл на работу в фирму *Beckman Instruments*. Шокли был скрытным, жестким, авторитарным и чрезмерно подозрительным, считал, что все его пытаются обмануть. Он ввёл обстановку секретности и запрещал сотрудникам обсуждать свои результаты даже внутри лаборатории [1]. Обстановка в фирме стала настолько нетерпимой, что в 1957 году тогда еще молодые сотрудники Гордон Мур, Роберт Нойс и еще несколько инженеров основали новую фирму *Fairchild Semiconductor*, а затем фирму *Intel* (1968). Шокли так и не сумел наладить производство транзисторов [1].

Совсем по-другому было организовано руководство фирмами *Bell Labs*, *Intel* и др. Об этом написано немало книг, выделим основные моменты. В научном отделе *Bell Labs* было собрано большое число специалистов из разных областей науки и техники: физики-теоретики, инженеры-электронщики, химики... и др. Особое внимание уделялось личным контактам сотрудников. Считалось, что именно при личных встречах и обсуждении проблем возникают идеи как их решать, и никакая переписка и др. виды общения не могут их заменить [1].

Это дало свои плоды. В фирме *Bell Labs* был создан первый транзистор, в 1959 году была разработана *MOSFET* технология. В том же 1959 году Роберт Нойс из *Fairchild* берёт патент на создание интегральных микросхем, в 1963 году в *Fairchild* создана технология КМОП, в 1964 году *Fairchild* выпустила первые интегральные микросхемы АЦП. Перечислить все новинки фирмы *Intel* не представляется возможным [1].

При объяснении достижений и проблем современной электроники школьникам полезно останавливаться на особенностях устройств, которыми они пользуются каждый день, уделяя особое внимание мерам безопасности при эксплуатации.

Остановимся на транзисторе с плавающим затвором (рис. 1), поскольку на его основе сделана флеш-память. Основная идея заключается в создании полностью изолированного затвора (серым цветом обозначен изолирующий оксидный слой, штрихом —  $n$  — слой). Для записи нужно на сток подать напряжение  $+7$  В, а на затвор  $+12$  В. Транзистор открывается, между истоком и стоком течёт большой ток, при этом часть электронов туннелирует к затвору, и уже не могут его покинуть (рис. 1, слева). Для стирания памяти на затвор подаётся отрицательное напряжение и электроны туннелируют к истоку (рис. 1, справа).

Важно заметить, что скачки напряжения могут вывести из строя флешку. Считывание может производиться неограниченное число раз, но при записи туннелирование электронов разрушает оксидную плёнку, и перезапись может проводиться ограниченное число раз (около 10 000), после чего флешку лучше заменить.

Из сказанного школьники должны вынести правила пользования флешками: нельзя хранить на флэш — носителях уникальную информацию, нужно делать копии, рискованно извлекать флешки из компьютеров, не подав команды для их извлечения!

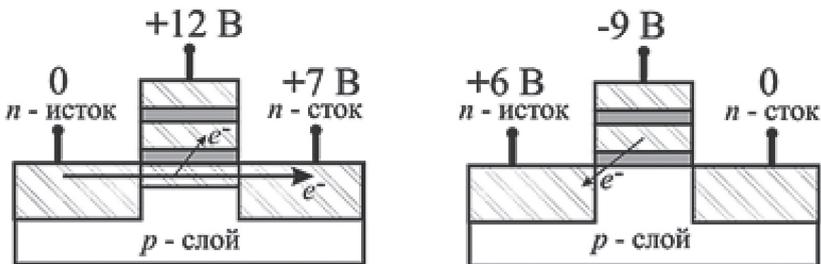


Рис. 1. Флэш-память, слева — запись, справа — стирание информации

Сегодня школьники стоят на пороге принципиально новых технологий, когда можно создавать системы из практически неограниченного числа слоёв полупроводников с различными свойствами. Перед ними открываются возможности стать создателями нового мира [4]. А для этого им нужно развивать навыки исследователей, о которых было сказано выше. ■

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айзексон У. Инноваторы. М.: АСТ, 2015. 820 с.
2. Ильин В. А., Кудрявцев В. В. История и методология физики: учебник для магистратуры. М.: Юрайт, 2014. 579 с.
3. Михайлов Е. А., Рыжиков С. Б. Исследовательские работы школьников, основанные на численном моделировании // Наука и школа. 2018. № 3. С. 101–105.
4. Рыжиков С. Б., Рыжикова Ю. В. Новый подход к изучению оптических иллюзий в школе // Ученые записки физического факультета Московского Университета. 2019. № 3. С. 1931102–1–1931102–5.
5. Рыжиков С. Б., Рыжикова Ю. В. Загадочные и удивительные способности зрения. М.: Делу время, 2018. 174 с.
6. Рыжиков С. Б., Рыжикова Ю. В. Особенности планирования уроков при работе с одаренными школьниками // Школа будущего. 2017. № 3. С. 295–300.
7. Рыжиков С. Б. Проектно-исследовательские работы по физике и отношение к ним школьников // Школа будущего. 2012. № 2. С. 93–98.