

ISSN 2307-5457	<p>НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ОБРАЗОВАНИЯ</p>  <p>УЧЕБНАЯ ФИЗИКА</p> <p>Январь - март 2021 №1</p> <p>Издается с января 1997 года</p>
<i>Primum inter pares</i>	
Материалы XXVI Всероссийской научно-практической конференции	
„Учебный физический эксперимент: Актуальные проблемы. Современные решения“	

СОДЕРЖАНИЕ

Основная школа

А. Р. Аржаник Ю. В. Богданова А. Е. Масалов	МАШИНЫ ГОЛДБЕРГА В ФИЗИЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ ПО МЕХАНИКЕ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ... 3
Т. С. Гейт Д. А. Семенов Ф. А. Сидоренко	ПРЯМОЕ ИЗМЕРЕНИЕ КРИТИЧЕСКОЙ ГЛУБИНЫ ПОГРУЖЕНИЯ КАРТЕЗИАНСКОГО ВОДОАЗА 9

Старшая школа

В. В. Майер Е. И. Вараксина Ю. А. Корнев	АБСОЛЮТНЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В ФИЗИЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ БАКАЛАВРИАТА... 13
В. В. Майер Е. И. Вараксина И. А. Васильев	БЕЗОПАСНЫЙ, МАЛОМОЩНЫЙ И ПРОСТОЙ УДВОИТЕЛЬ СЕТЕВОГО НАПРЯЖЕНИЯ 26

Высшая школа

В. А. Саранин	ИЗОТЕРМА ИЛИ АДИАБАТА? 29
С. А. Герасимов	ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ И ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ТЕМНОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТОКОВ В ЖИДКОСТИ 31

Науковедение

Ю. А. Сауров	ЕЩЕ РАЗ ОБ ИСТОЧНИКАХ ЗНАНИЙ И О ПОНИМАНИИ В ОБУЧЕНИИ..... 36
--------------	--

Исследования

П. В. Зуев Е. С. Кошечева	ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЧЕБНО–ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ УЧАЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ	42
Е. И. Вараксина	НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В УЧЕБНОМ ФИЗИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ	46
АВТОРЫ ЖУРНАЛА		67
ABSTRACTS		68

Редакция журнала:

В. В. Майер (главный редактор), Р. В. Акатов, Е. И. Вараксина, Л. С. Кропачева

Редакционный совет:

В. Е. Антонов	д.ф.-м.н., с.н.с., ИФТТ РАН, МГУ, Москва
Л. Д. Григорьева	к.ф.-м.н., доцент, МГУ, Москва
С. С. Назин	к.ф.-м.н., доцент, МГУ, Москва
Г. Г. Никифоров	к.п.н., доцент, ИСРО РАО, Москва
А. Ю. Пентин	к.ф.-м.н., доцент, ИСРО РАО, Москва
Ю. А. Сауров	д.п.н., профессор, член–корр. РАО, Киров
Э. В. Суворов	д.ф.-м.н., профессор, ИФТТ РАН, МГУ, Москва
Я. А. Чиговская–Назарова	к.филол.н., доцент, ректор ГГПИ, Глазов

Оргкомитет конференции:

М. Д. Даммер	д.п.н., профессор, Челябинск
П. В. Зуев	д.п.н., профессор, Екатеринбург
Ю. В. Иванов	к.п.н., доцент, Глазов
Н. Я. Молотков	д.п.н., профессор, Тамбов
Ф. А. Сидоренко	д.ф.-м.н., профессор, Екатеринбург
Т. Н. Шамало	д.п.н., профессор, Екатеринбург

Адрес редакции, издателя и типографии: 427621, Удмуртия, Глазов,

Первомайская, 25, Пединститут, Телефон: (341 41) 5–32–29.

E-mail: kropa@bk.ru

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Глазовский государственный педагогический институт имени В. Г. Короленко»

Журнал «Учебная физика» зарегистрирован Комитетом Российской Федерации по печати 4 февраля 1997 года, регистрационный № 015686, перерегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) 2 мая 2017 года, ПИ № ФС77–69506.

Использование и перепечатка материалов допускаются только по договоренности с редакцией журнала.

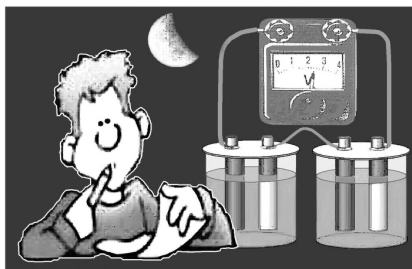
Сдано в набор 12.05.21. Подписано в печать 15.06.21. Дата выхода в свет: 28.06.21. Формат 60 × 90 1/16. Усл. печ. л. 4,25.

Заказ 145. Тираж 200 экз. Цена свободная.

Первая страница обложки: Исследование картезианского водолаза (см. статью: Гейт Т. С., Семенов Д. А., Сидоренко Ф. А. Прямое измерение критической глубины погружения картезианского водолаза, с. 9–12).

УДК 372.853:537

С. А. Герасимов
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ
И ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ
СОЕДИНЕНИЕ ТЕМНОВЫХ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
ТОКОВ В ЖИДКОСТИ



При параллельном соединении двух обычных источников тока внутреннее сопротивление уменьшается, а при последовательном увеличивается электродвижущая сила. Для темновых источников тока не все так просто.

Ключевые слова: напряжение, электрический ток, энергия, вода, алюминий.

Темновой источник электрической энергии — это спиралевидный алюминиевый электрод S диаметром 7 см, высотой 6 см с шагом между витками 8 мм и цилиндрический, тоже алюминиевый, электрод C диаметром 7 мм и высотой 6 см, погруженные в дистиллированную воду L , находящуюся в кювете K (рис. 1). Обычная вода в термостате T , в которую погружена кювета, играет роль радиатора, подавляющего быстрые и случайные влияния температуры окружающей среды.

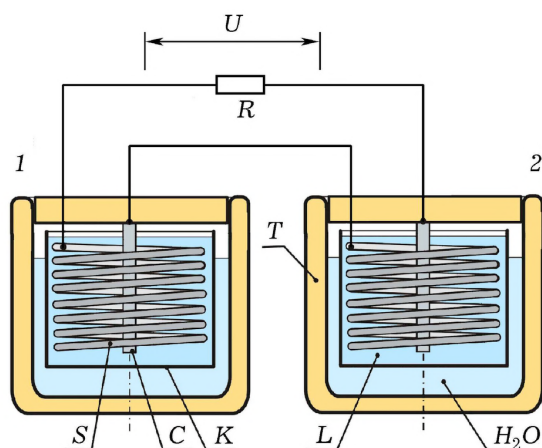


Рис. 1. Последовательное соединение двух темновых источников тока

Почему это источник тока? Ответ не очень прост и совсем не прозрачен. Дело в том, что эта простая легко воспроизводимая конструкция производит электрический ток очень долго, недели и даже месяцы, без заметного уменьшения его силы [1].

Более того, выяснилось, что формирование такого темного тока сопровождается нарушением традиционного 2-го начала термодинамики [2]. Оправданием такого утверждения может служить ссылка на квантовый характер процессов [3], происходящих на поверхности алюминия с его тончайшей оксидной пленкой. Все похоже на то, что мы имеем дело с необычным источником тока.

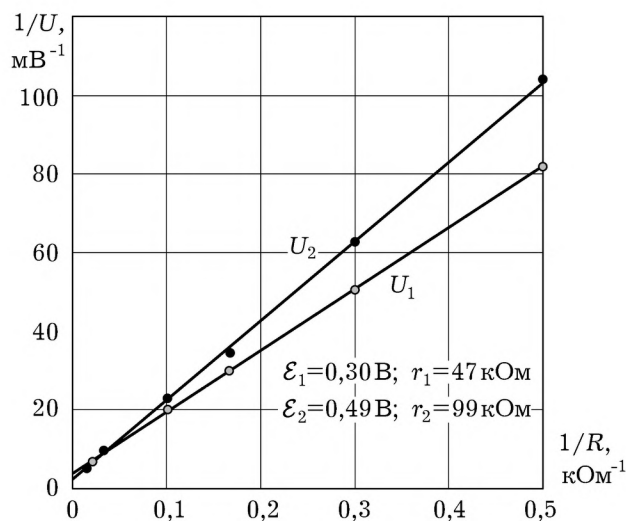


Рис. 2. Определение параметров источников тока

Это для обычного химического источника электрической энергии все понятно и ясно: чтобы уменьшить внутреннее сопротивление, надо несколько обычных источников тока соединить в параллель, а для увеличения создаваемой электродвижущей силы, их надо соединить последовательно. Казалось бы, увеличение уровня жидкости в кювете должно приводить к уменьшению внутреннего сопротивления, но и этот прогноз не состоялся [4], а предварительные электротехнические оценки [5] не отличаются внимательным отношением к специфике проблемы, и поэтому, едва ли непогрешимы.

Все идет к тому, что нужен подробный эксперимент. Дело стоит того, чтобы все сделать основательно. Раз эксперимент, то его надо подготовить, то есть должны быть известны все параметры источников тока, которые планируется соединить либо последовательно,

либо параллельно [6]. Для источника тока это — электродвижущая сила \mathcal{E} и внутреннее сопротивление r . Каждый источник тока на сопротивлении нагрузки создает падение напряжения U , которое описывается простым выражением

$$U = \frac{\mathcal{E}}{R+r}R. \quad (1)$$

Это выражение удобно переписать в виде

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\mathcal{E}} + \frac{r}{\mathcal{E}} \cdot \frac{1}{R}, \quad (2)$$

что позволяет, измерив падения напряжения при различных сопротивлениях нагрузки, построив зависимости обратных падений напряжений $1/U$ от обратных значений сопротивлений нагрузки $1/R$, аппроксимировав эти зависимости линейными функциями

$$\frac{1}{U} = a + b \cdot \frac{1}{R},$$

мгновенно найти и электродвижущую силу, и внутреннее сопротивление:

$$\mathcal{E} = \frac{1}{a}, \quad r = b\mathcal{E}.$$

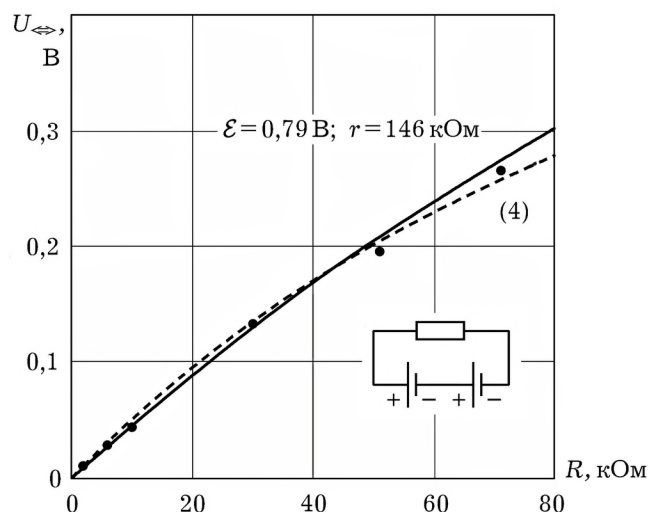


Рис. 3. Последовательное соединение

Теперь, зная ЭДС и внутренние сопротивления для каждого источника (рис. 2), можно пойти дальше, ожидая, что падение напряжения на резисторе R , подключенном к двум параллельно соединенным темновым источникам тока, есть ничто иное, как

$$U_{=} = \frac{r_1 \mathcal{E}_2 + r_2 \mathcal{E}_1}{R(r_1 + r_2) + r_1 r_2} R, \quad (3)$$

а для последовательного соединения еще проще

$$U_{\Leftrightarrow} = \frac{\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2}{R + r_1 + r_2} R. \quad (4)$$

Ждать можно все, что угодно. Вопрос лишь в том, сбудется ли ожидание, а для того, чтобы сбылось, нужно что-то предпринять, что-то должно быть сделано. Без проверки все это напоминает попытку выдать желаемое за действительное. Придется снять зависимости падений напряжения U_{\Leftrightarrow} и $U_{=}$ от сопротивления нагрузки, подключенного соответственно к последовательному и параллельному соединениям и, разумеется, обработать их так, как это сделано с каждым источником по отдельности (рис. 2).

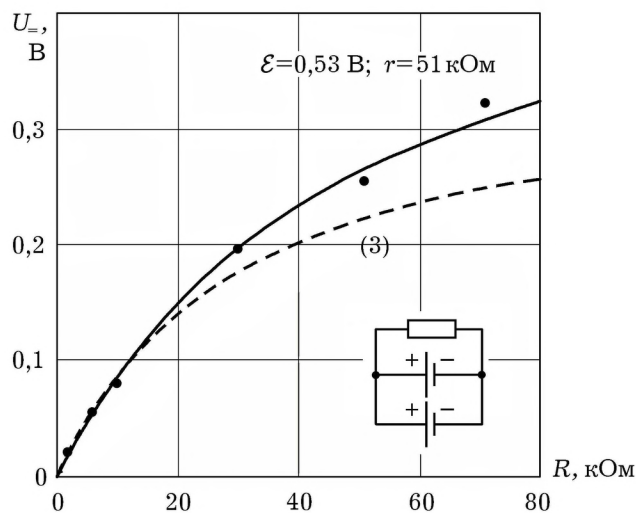


Рис. 4. Параллельное соединение

Работа с последовательным соединением на первый взгляд ничего неожиданного не принесла. Общая ЭДС \mathcal{E} примерно равна сумме \mathcal{E}_1 и \mathcal{E}_2 , полное внутреннее сопротивление r почти равно сумме $r_1 + r_2$ (рис. 3), правда, есть некоторый нюанс. Обработка, о

которой говорилось, выдала примерно вдвое завышенное значение электродвижущей силы; примерно в два раза больше оказалось и внутреннее сопротивление. Все верно: при сравнительно малых R сопротивлением нагрузки в знаменателе выражения (4) можно пренебречь, поэтому результат обработки (сплошная линия) и зависимость (4) практически совпадают.

При одном и том же сопротивлении нагрузки, шунтирующем два параллельно соединенных источника тока (рис. 4), падение напряжения на нем оказалось заметно выше ожидаемого. Это означает, что параллельное соединение таких необычных источников тока позволяет отбирать энергию более эффективно по сравнению с обычным химическим источником, разумеется, при прочих равных условиях. Качественно и при определенных условиях это означает профицит энергии: два источника, соединенные параллельно, производят больше энергии, чем они же, будучи соединенные последовательно. Во втором случае закон сохранения энергии, безусловно, выполняется: ток один и тот же, суммарная ЭДС равна сумме \mathcal{E}_1 и \mathcal{E}_2 ; общая энергия, производимая двумя источниками, есть сумма энергий.

Неординарность предмета изучения очень часто приводит к неординарным результатам. К этому нужно быть готовым всегда. Особенно, если это касается явления с подозрением на квантовое, а не классическое происхождение. Не надо забывать и о том, что темновые источники тока по отдельности, их параллельное или последовательное соединение — системы не замкнутые.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gerasimov S. A. Time and Temperature Variations of Dark Electric Current in Liquid // American Journal of Engineering Research. — 2020. — V. 9. — No 11. — P. 19–23.
2. Gerasimov S. A. Dark Electric Current in Liquid and Second Law of Thermodynamics // European Journal of Applied Physics. — 2021. — V. 13. — No 2. — P. 53–55.
3. Schmidt W. F., Illenberger E. Low Energy Electrons in Non-Polar Liquids // Nukleonika. — 2003. — V. 48. — No 2. — P. 75–82.
4. Герасимов С. А. Энергия темнового электрического тока в жидкости // Chronos Journal. — 2020. — № 1(28). — С. 35–39.
5. Герасимов С., Лысенко В. Электротехника электрического тока в жидкости // Инженер. — 2019. — № 11. — С. 34–35.
6. Герасимов С. А., Лысенко В. С. Темновой электрический ток в параллельном исполнении // Проблемы учебного физического эксперимента. Сборник научных трудов. Выпуск 34. — М.: ИРСО РАО, 2021. — С. 51–53.

ABSTRACTS

Arzhanik A.R., Bogdanova J.V., Masalov A.E. E.I. Goldberg machines in a Physics workshop on mechanics in high school. We have proposed a method of using Goldberg machines in a high school physics workshop. *Keywords:* physics workshop, Goldberg machines.

Geyt T.S., Semenov D.A., Sidorenko F.A. Direct measurement of the Cartesian diver critical diving depth. In contrast to the previous works, direct and not indirect measurements of the Cartesian diver critical diving depth have been carried out, depending on the initial volume of air and the density of the liquid. A good match of the measured and calculated values has been obtained. *Keywords:* Cartesian diver, critical depth.

Mayer V.V., Varaksina E.I., Kornev Yu.A. An absolute method of measuring voltage in the physical workshop of the bachelor's degree. For physical workshops of a pedagogical university and high school classes with an in-depth study of physics, a laboratory work is offered to measure the maximum voltage created by a piezoelectric generator. In the process of performing the work, students are introduced to the absolute method of measuring voltage. *Keywords:* voltage measurement, absolute method, piezoelectric generator, physical workshop, pedagogical university, secondary school.

Mayer V.V., Varaksina E.I., Vasiliev I.A. Safe, low-power and simple network voltage doubler. A schematic diagram of a low-power AC voltage doubler of an electric lighting network (220 V) is considered. The design of the device, which gives a constant voltage of 500 V, is simple, affordable and ensures the safety of its operation. *Keywords:* electric lighting network, voltage doubler, training experiment, work safety.

Saranin V.A. Isotherm or adiabatic? The problem about piston oscillations in a vertical vessel with gas is solved. It is shown that the problem has the decision in two statements: oscillations or isothermal or adiabatically. *Keywords:* isothermal process, adiabatically process, piston oscillations in a vessel with gas.

Gerasimov S.A. Series and parallel connection of dark electric currents in liquid. When two conventional current sources are connected in parallel, the internal resistance decreases, and when in series, the electromotive force increases. For dark current sources, not everything is so simple. *Keywords:* voltage, electric current, energy, water, aluminum.

Saurov Yu.A. Once again about the sources of knowledge and understanding in teaching. Methodical, cognitive and project-based activity in teaching physics are always multifactorial and heterogeneous. And the formulated methodological knowledge carries the orientation of educational activity. And this is their didactic meaning. *Keywords:* cognition, understanding, methodology, activity, creativity of methodologists-physicists.

Zuev P.V., Koshcheeva E.S. Improving the effectiveness of learners' educational and research competencies in physics education. The option of increasing the efficiency of research activities of students in the implementation of the metapedmet program is proposed. *Keywords:* efficiency, educational and research activities, scientific knowledge, competence, efficiency directions, qualification analysis.

Varaksina E.I. Scientific activity in educational physical experiment. The paper considers the content of scientific activity in the field of educational physical experiment. A brief description of the systems of demonstration and laboratory university and school experiments developed in the post-war period in the domestic physics education is given. The directions of research that led to the creation of systems of new experiments in the second half of the 20th century are indicated. The analysis of publications on the educational experiment in leading domestic and foreign scientific journals is carried out. The main problem of research activity in the modern educational physical experiment is identified. *Keywords:* educational physical experiment, scientific activity, demonstration experiment, laboratory experiment, novelty, publication.