

# HAYKA ONLINE SCIENCE ONLINE

Электронный научный журнал № 1 (22) | 2023

http://nauka-online.ru/

HAYKA ONLINE, № 1 (22), 2023.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ЭЛ №  $\Phi$ С 77 – 75253 от 01.04.2019 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

ISSN 2712-8326

Выходит 4 раза в год.

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова».

Главный редактор: К. К. Алтунин.

Адрес редакции: Россия, 432071, г. Ульяновск, площадь Ленина, д. 4/5.

Официальный сайт: http://nauka-online.ru/

E-mail: nauka online@ulspu.ru

Science online, issue 1 (22), 2023.

The certificate of registration of the mass media EL No. FS 77 - 75253 dated 01.04.2019 was issued by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technology and Mass Media (Roskomnadzor).

ISSN 2712-8326

Published 4 times a year.

Founder: Ulyanovsk State Pedagogical University.

Editor-in-chief: K. K. Altunin.

Editorial office address: Russia, 432071, Ulyanovsk, Lenin Square, 4/5.

Official site: http://nauka-online.ru/

 $E\text{-}mail: nauka\_online@ulspu.ru$ 

#### Редакционная коллегия

Главный редактор — Алтунин Константин Константинович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики и технических дисциплин ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова».

Артемьева Елена Александровна, доктор биологических наук, профессор кафедры географии и экологии  $\Phi\Gamma$ БОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова».

Демин Максим Викторович, кандидат физико-математических наук, директор департамента по научной работе Балтийского федерального университета имени И. Канта, г. Калининград.

Идрисов Ринат Галимович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического моделирования Стерлитамакского филиала  $\Phi\Gamma$ БОУ ВО «Башкирский государственный университет».

Капитанчук Василий Вячеславович, кандидат технических наук, доцент кафедры информатики Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б. П. Бугаева.

Медетов Нурлан Амирович, доктор физико-математических наук, декан факультета информационных технологий Костанайского государственного университета имени А. Байтурсынова, г. Костанай, республика Казахстан.

Пестова Наталия Юрьевна, кандидат химических наук, доцент кафедры биологии и химии  $\Phi\Gamma$ БОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова».

Пырова Светлана Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии и химии ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова».

Федоров Владимир Николаевич, кандидат географических наук, профессор, доцент кафедры географии и экологии ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова».

Фёдорова Екатерина Александровна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры информатики ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова».

Цыганов Андрей Владимирович, кандидат физико-математических наук, профессор, заведующий научно-исследовательской лабораторией математического моделирования, доцент кафедры высшей математики ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова».

Червон Сергей Викторович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры физики и технических дисциплин ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова».

Шишкарев Виктор Вячеславович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой кафедры физики и технических дисциплин ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова».

Шубович Валерий Геннадьевич, доктор педагогических наук, кандидат технических наук, заведующий кафедрой информатики, профессор кафедры информатики ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова».

#### Editorial team

Editor-in-Chief — Konstantin Konstantinovich Altunin, PhD, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics and Technical Disciplines of Ulyanovsk State Pedagogical University.

Elena Aleksandrovna Artemyeva, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Geography and Ecology of Ulyanovsk State Pedagogical University.

Maksim Viktorovich Demin, PhD, Candidate of Sciences in Physics and Mathematics, Director of the Research Department, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

Rinat Galimovich Idrisov, PhD, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematical Modeling of the Sterlitamak branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bashkir State University".

Vasily Vyacheslavovich Kapitanchuk, PhD, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Informatics of the Ulyanovsk Institute of Civil Aviation named after the Chief Marshal of Aviation B. P. Bugaev.

Nurlan Amirovich Medetov, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Dean of the Faculty of Information Technologies, Kostanay State University named after A. Baitursynov, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Nataliya Yurievna Pestova, PhD, Candidate of Chemistry Science, Associate Professor of the Department of Biology and Chemistry of the Ulyanovsk State Pedagogical University.

Svetlana Aleksandrovna Pyrova, PhD, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Biology and Chemistry of Ulyanovsk State Pedagogical University.

Vladimir Nikolaevich Fedorov, PhD, Candidate of Geographical Sciences, Professor, Associate Professor of the Department of Geography and Ecology of Ulyanovsk State Pedagogical University.

Ekaterina Aleksandrovna Fedorova, PhD, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Informatics of Ulyanovsk State Pedagogical University.

Andrey Vladimirovich Tsyganov, PhD, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Research Laboratory of Mathematical Modeling, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics of Ulyanovsk State Pedagogical University.

Sergey Viktorovich Chervon, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Professor of the Department of Physics and Technical Disciplines of Ulyanovsk State Pedagogical University.

Viktor Vyacheslavovich Shishkarev, PhD, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Physics and Technical Disciplines of Ulyanovsk State Pedagogical University.

Valeriy Gennadievich Shubovich, Doctor of Pedagogical Sciences, Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Informatics, Professor of the Department of Informatics of Ulyanovsk State Pedagogical University.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

1	Педагогические науки	1
	В. А. Адакин, В. В. Шишкарев. Применение балльно-рейтинговой системы оце-	
	нивания качества знаний студентов по электросветотехническому	
	оборудованию аэродромов	1
	А. Р. Гиматетдинова. Исследование интерактивных элементов для активизации	
	познавательной деятельности учащихся на занятиях по физике в	
	фармацевтическом колледже	10
	Е. Н. Причалова. Исследование элементов профильной подготовки по физике	52
	В. В. Шишкарев, Н. Ю. Бурмистрова. Разработка курса по занимательной фи-	
	зике	62
2	Физико-математические науки	73
	К. К. Алтунин. Полупрозрачные солнечные элементы	73
	К. К. Алтунин. Разработка онлайн-курса по проектированию научной деятель-	
	ности	100
	Е. С. Штром. Разработка дистанционного курса по демонстрационному экспе-	
	рименту в физике	116
$\mathbf{A}$	вторский указатель	126

# CONTENTS

1	Pedagogical sciences	1
	Application of a point-rating system for assessing the quality of students'	
	knowledge on electrical lighting equipment of airfields	
	V. A. Adakin, V. V. Shishkarev	1
	Investigation of interactive elements to enhance the cognitive activity of stu-	
	dents in the classroom in physics at the College of Pharmacy	
	$A.R.\ Gimatet dinova$	10
	Investigation of the elements of profile training in physics	
	E. N. Prichalova	52
	Development of a course in entertaining physics	
	V. V. Shishkarev, N. Yu. Burmistrova	62
2	Physical and mathematical sciences	73
	Semitransparent solar cells	
	K. K. Altunin	73
	Development of an online course on the design of scientific activity	
	K. K. Altunin	100
	Development of a distance course on a demonstration experiment in physics	
	E.S.Shtrom	116
$\mathbf{A}$	uthor's index	126

#### Секция 1

## Педагогические науки

Научная статья УДК 378.147 ББК 74.48 ГРНТИ 14.35.09 ВАК 13.00.02 PACS 01.40.gb OCIS 000.2060 MSC 97B40

# Применение балльно-рейтинговой системы оценивания качества знаний студентов по электросветотехническому оборудованию аэродромов

В. А. Адакин +,\*, В. В. Шишкарев • 1

- <sup>+</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева», 432071, Ульяновск, Россия
- \* Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н.

Ульянова», 432071, Ульяновск, Россия Поступила в редакцию 1 февраля 2023 года После переработки 2 февраля 2023 года Опубликована 10 марта 2023 года

Аннотация. Представлены результаты педагогического эксперимента использования балльно-рейтинговой системы оценивания качества знаний по курсу «Электросветотехническое оборудование аэродромов». Приводится назначение балльно-рейтинговой системы: обеспечение регулярной работы студентов в семестре, объективизация оценивания учебной деятельности обучающихся, ранжирование обучающихся по успеваемости, обеспечение академической мобильности. Проведён сравнительный анализ двух систем оценивания качества знаний: традиционной и балльно-рейтинговой системы.

**Ключевые слова:** балльно-рейтинговая система, успеваемость, оценка знаний, учебная деятельность, качество знаний

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>E-mail: svulgpu@mail.ru

#### Введение

В работе описаны результаты педагогического эксперимента, который заключался в исследовании системы оценивания знаний обучающихся по курсу «Электросветотехническое оборудование аэродромов». Для его реализации, использовался формирующий тип, для которого характерно применение специальной системы мер, формирующих у студентов качества личности, совершенствующих учебную деятельность и поведение. В качестве исходных данных использовалась статистика по оценке знаний: традиционная (пятибалльная) и балльно-рейтинговая система. Педагогический эксперимент осуществлялся по следующим показателям: успеваемость, качество знаний и степень обученности учащихся.

Целью работы является исследование применения балльно-рейтинговой системы оценивания качества знаний по дисциплине электросветотехнического оборудования аэродромов.

Задачей работы является проведение и анализ педагогического эксперимента формирующего типа использования традиционной (пятибалльной) и балльно-рейтинговой системы оценивания качества знаний студентов по электросветотехническому оборудованию аэродромов.

Объектом исследования является балльно-рейтинговая система оценивания.

Предметом исследования является процесс оценивания качества знаний по дисциплине электросветотехнического оборудования аэродромов.

Новизна работы заключается в использовании систематических компьютерных методов обработки балльно-рейтинговой системы оценивания знаний по электросветотехническому оборудованию аэродромов.

Гипотеза исследования состоит в выявлении возможностей использования балльнорейтинговой системы оценивания качества знаний студентов по электросветотехническому оборудованию аэродромов для повышения мотивационной деятельности студентов при изучении дисциплины.

В качестве методов исследования используются методы теории и методики обучения электросветотехническому оборудованию аэродромов для разработки балльнорейтинговой системы оценивания качества знаний по электросветотехническому оборудованию аэродромов, а также компьютерные методы для обработки результатов оценивания.

В качестве материалов исследования выбраны теоретические и методические материалы курса по электросветотехническому оборудованию аэродромов.

## Обзор

Анализ истории развития системы оценивания знаний показал, что она ведёт своё начало от иезуитских школ XVI-XVII веков. Сама же система оценок, в первые возникла в Германии [1]. Она включала в себя только три балла, каждый из которых обозначал разряд.

Балльно-рейтинговая система оценивания знаний студентов Российских высших учебных заведений в настоящее время фактически принимается в качестве обязательной, хотя конкретные её модели и реализации не унифицированы и определяются внутренними нормативами вузов [2]. В результате является актуальным проанализировать практический опыт применения данной системы в сравнении с традиционной системой оценивания знаний обучаемых, на примере института гражданской авиации и дисциплины «Электросветотехническое оборудование аэродромов».

#### Результаты педагогического эксперимента

Для проведения педагогического эксперимента были исследованы два параллельных потока обучающихся, каждый из которых состоит из трёх учебных групп, одновременно изучающих курс «Электросветотехническое оборудование аэродромов». В ходе педагогического эксперимента было выбрано три контрольных группы и три экспериментальные группы. В первом потоке (1-3 группы) оценка знаний осуществлялась по традиционной форме, пятибалльной системе. Во втором потоке (4-6 группы) оценка знаний осуществлялась по балльно-рейтинговой системе. Результаты успеваемости, следующие: І-поток: 11 — неудовлетворительно, 1 — удовлетворительно, 15 — хорошо, 56 — отлично; ІІ-поток: 2 — неудовлетворительно, 7 — удовлетворительно, 29 — хорошо, 38 — отлично.

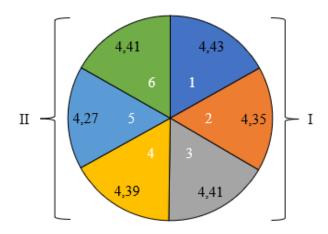


Рис. 1. Показатели среднего балла: I — первый поток, обучающийся по традиционной системе оценивания; II — второй поток, обучающийся по балльно-рейтинговой системе; 1, 2, 3, 4, 5 и 6 — номер группы.

Показатели среднего балла во II потоке сравнимы с I потоком, разница в среднем составляет всего 0.04 (рис. 1).

Для перевода кумулятивной оценки в шкалу пятибалльной оценки, использовалась следующая градация перевода оценки из многобалльной в пятибалльную оценку: отлично – от 85 до 100 баллов, хорошо – от 65 до 84 баллов, удовлетворительно – от 50 до 64 баллов, неудовлетворительно – от 0 до 49 баллов.

При традиционной системе оценивания, шкала оценивания ограничена, по сути, тремя положительными оценками: «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно». В результате не всегда удобно использовать данную систему и преподаватели, часто самостоятельно делят оценки (3-; 3+; 4-;4+ и т. д.). Такое деление некорректно, но весьма эффективно при оценивании знаний, то есть преподавателям приходится самостоятельно растягивать шкалу оценивания для того, чтобы объективно оценить знания обучающихся. В балльно-рейтинговой системе такой проблемы не существует. Шкала оценивания весьма протяженная и позволяет проводить оценивание более объективно.

Все перечисленные трудности оценивания традиционным методом указывают на достоинства многобалльной системы и актуальность проведения педагогического эксперимента.

Обработка педагогического эксперимента, осуществлялась по следующим показателям: успеваемость, качество знаний и степень обученности учащихся.

Оценивание абсолютной успеваемости i группы оценивали по выражению:

$$P_i = \frac{k_5 + k_4 + k_3}{n} 100 \% , \qquad (1)$$

где  $k_5$  – количество оценок «отлично» в группе;  $k_4$  – количество оценок «хорошо» в группе;  $k_3$  – количество оценок «удовлетворительно» в группе; n – общее количество обучающихся.

Оценивание качества знаний (качественной успеваемости) i группы оценивали по выражению:

$$Q_i = \frac{k_5 + k_4}{n} 100\% \ . \tag{2}$$

Оценивание степени обученности студентов i-ой группы оценивали по выражению:

$$D_i = \frac{k_5 + 0.64k_4 + 0.36k_3 + 0.16k_2 + 0.07k_0}{n} 100\%,$$
 (3)

где  $k_2$  – количество оценок «неудовлетворительно» у студентов в группе,  $k_0$  – количество неаттестованных студентов в группе.

Оценивание среднего балла группы производили по выражению:

$$\overline{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} x_j , \qquad (4)$$

где  $x_j$  – оценка j-го обучающегося в группе, n – количество оценок.

Результаты расчётов данных показателей представлены в графической форме на рис. 2 и рис. 4.

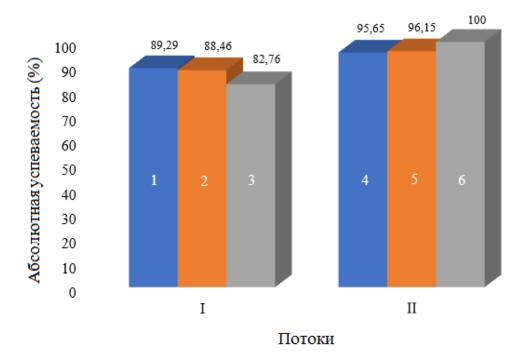


Рис. 2. Показатели абсолютной успеваемости: I – первый поток, обучающийся по традиционной системе оценивания; II – второй поток, обучающийся по балльно-рейтинговой системе; 1, 2, 3, 4, 5 и 6 – номер группы.

Существует множество факторов, влияющих на абсолютную успеваемость обучающихся, большинство из которых не зависят от курса обучения: наличие медали (по окончании школы), средний балл аттестата, общий балл единого государственного экзамена, планирование времени, посещаемость и подготовка к занятиям, отношения в студенческой группе, уровень успеваемости в студенческой группе, наличие друзей и их уровень успеваемости, время начала занятий, качество работы деканата факультета, посещаемость научной библиотеки.

Анализируя результаты педагогического эксперимента по абсолютной успеваемости (рис. ??), следует отметить, что средняя успеваемость І-го потока, обучающегося по традиционной системе оценивания, равна 86.83%, а ІІ-го потока, обучающегося по балльно-рейтинговой системе, равна 97.27%. Абсолютная успеваемость в группах 4-6, второго потока, выше в среднем на 10.5 %. Данное расхождение в 10.5 %, следует связывать с высокой мотивацией обучающихся к учебному процессу в течении семестра. При использовании в системе оценивания балльно-рейтинговой системы, все обучающиеся более ответственно посещают занятия и выполняют различные виды отчётностей по дисциплине. При этом в сессию у студентов обучающихся по балльно-рейтинговой системе меньше задолженностей, а следовательно, гораздо ниже физическая и эмоциональная нагрузка. Также необходимо отметить тот факт, что при использовании балльно-рейтинговой системы, обучающиеся должны в течении семестра набрать определенное количество баллов для допуска к итоговому контролю. Еще одним немаловажным фактором сильно стимулирующем обучающихся, является получение определенной оценки без прохождения итогового контроля, при наборе определенного количества баллов в течении семестра.

На показатели качества знаний система оценивания практически никакого влияния не оказывает (рис. 3). На данные показатели активное влияние оказывает методика преподавания дисциплины, индивидуальный подход преподавателя, уровень подготовки студентов (абитуриентов), уровень развития материально-технической базы дисциплины, качество организации учебного процесса, качество учебных программ, качество учебно-методического обеспечения, качество профессорско-преподавательского состава, уровень научных исследований, организация самостоятельной работы студентов, наличие мотивации студентов и преподавателей к улучшению их деятельности, социальная защищённость студентов и профессорско-преподавательского состава [3].

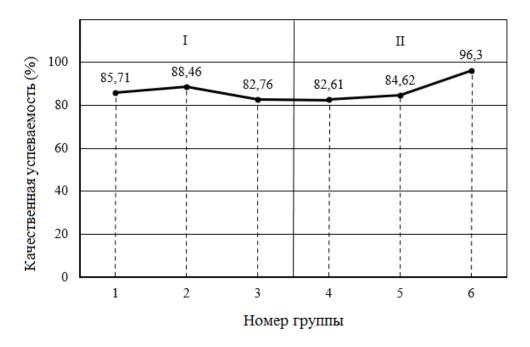


Рис. 3. Показатели качества знаний: I — первый поток, обучающийся по традиционной системе оценивания; II — второй поток, обучающийся по балльно-рейтинговой системе; 1, 2, 3, 4, 5 и 6 — номер группы.

Результаты расчётов, приведённые на рис. 3, показывают, что показатели качества знаний, в среднем во всех шести группах, составляют 86.7%.

Анализ расчётов показателей степени обученности студентов, приведённый на рис.

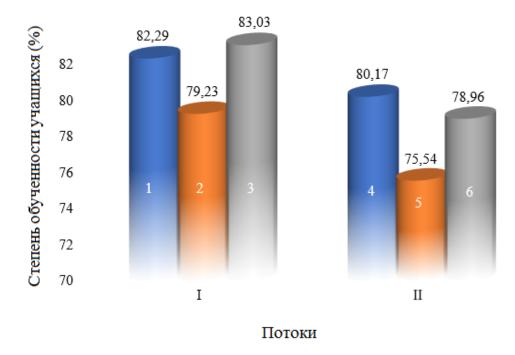


Рис. 4. Показатели степени обученности студентов: I — первый поток, обучающийся по традиционной системе оценивания; II — второй поток, обучающийся побалльно-рейтинговой системе; 1, 2, 3, 4, 5 и 6 — номер группы.

4, говорит о высокой степени обученности студентов, так как показатели степени обучености студентов во всех шести группах выше  $75\,\%$ .

Следует отметить, что степень обученности студентов при использовании балльнорейтинговой системы оценивания, ниже традиционной системы в среднем на 3.3%, что не существенно. Данное снижение может быть связано с недостатками традиционной системы оценивания, а именно с так называемым «человеческим фактором» при оценивании знаний обучающихся, когда преподаватель, при оценивании знаний, делает снисхождения за спортивные, научные достижения, не связанные с изучаемым курсом, завышая тем самым итоговую оценку по учебной дисциплине.

#### Заключение

Использование балльно-рейтинговой системы оценки знаний, позволяет обучающимся критически оценивать свои успехи и промахи в изучении учебного материала, правильно организовать свою дальнейшую работу, обеспечить её системность и систематичность, при этом контроль в форме самоконтроля играет важнейшую роль в деле воспитания таких качеств личности обучающегося, которые позволяют добиться планомерности, ответственности, дисциплинированности, сознательности, инициативности и результативности в познавательной деятельности. Развитие и углубление различных форм самоуправления и самоконтроля, воспитание у обучающихся потребности в самосовершенствовании, самокритичном и ответственном отношении к выполнению порученного дела есть главный путь повышения эффективности и результативности обучения.

Балльно-рейтинговая система оценивания качества знаний студентов по электросветотехническому оборудованию аэродромов может быть использована в программах бакалавриата и специалитета технического направления подготовки по специальностям в области «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения», «Аэронавигация» и «Эксплуатация аэропортов и обеспечение полётов воздушных судов».

#### Список использованных источников

- 1. Тяпкина М. В. Школьное оценивание : исторический аспект // Молодой ученый. 2019.  $\mathbb{N}$  48 (286). С. 163–165.
- 2. Стариченко Б. Е. Балльно-рейтинговая система оценивания учебной деятельности студентов: вопросы назначения // Педагогическое образование в России. 2017.  $\mathbb{N}$  5. С. 116–125.
- 3. Есенбаева Г. А., Какенов К. С., Какенова У. К. Оценка факторов, влияющих на качество образования в вузе // Международный журнал экспериментального образования. 2016. № 2-2. С. 241—244.

#### Сведения об авторах:

Вячеслав Александрович Адакин — кандидат технических наук, доцент кафедры общепрофессиональных дисциплин факультета летной эксплуатации и управления воздушным движением ФГБОУ ВО «Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева», 432071, Ульяновск, Россия, магистрант факультета физико-математического и технологического образования ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», Ульяновск, Россия.

E-mail: AWA-adakin@yandex.ru ORCID iD © 0000-0002-3579-3536

Web of Science ResearcherID P ABF-9036-2021

Виктор Вячеславович Шишкарев — кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой физики и технических дисциплин ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», Ульяновск, Россия.

E-mail: svulgpu@mail.ru

ORCID iD **1** 0000-0002-6340-7620

Web of Science ResearcherID P AAW-8459-2021

Original article PACS 01.40.gb OCIS 000.2060 MSC 97B40

# Application of a point-rating system for assessing the quality of students' knowledge on electrical lighting equipment of airfields

V. A. Adakin , V. V. Shishkarev

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted February 1, 2023 Resubmitted February 2, 2023 Published March 10, 2023

**Abstract.** The result of a pedagogical experiment using a point-rating system for assessing the quality of knowledge in the course "Electric lighting equipment of airfields" is presented. The purpose of the point-rating system is given: ensuring the regular work of students in the semester, objectifying the evaluation of students' educational activities, ranking students by academic performance, ensuring academic mobility. A comparative analysis of two systems for assessing the quality of knowledge is carried out: the traditional and the point-rating system.

**Keywords:** point-rating system, academic performance, assessment of knowledge, educational activity, quality of knowledge

#### References

- 1. Tyapkina M. V. School assessment: historical aspect // Young scientist. 2019. no. 48 (286). P. 163–165.
- 2. Starichenko B. E. The point-rating system for evaluating students' educational activities: questions of appointment // Pedagogical education in Russia. 2017. no. 5. P. 116—125.
- 3. Yesenbayeva G. A., Kakenov K. S., Kakenova U. K. Assessment of factors affecting the quality of education in higher education // International Journal of Experimental Education. 2016. no. 2-2. P. 241–244.

#### Information about authors:

Vyacheslav Alexandrovich Adakin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of General Professional Disciplines of the Faculty of Flight Operations and Air Traffic Control of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ulyanovsk Civil viation Institute", Ulyanovsk, Russia, master's student of the Faculty of Physics, Mathematics and Technological Education of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ulyanovsk State Pedagogical University", Ulyanovsk, Russia.

 Web of Science ResearcherID P ABF-9036-2021

Viktor Vyacheslavovich Shishkarev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of the Department of Physics and Technical Disciplines of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ulyanovsk State Pedagogical University", Ulyanovsk, Russia.

E-mail: svulgpu@mail.ru

ORCID iD 0000-0002-6340-7620

Web of Science ResearcherID P AAW-8459-2021

Научная статья УДК 377.352 ББК 74.47 ГРНТИ 14.33.09 ВАК 13.00.02 PACS 01.40.Di OCIS 000.2060 MSC 97B10

# Исследование интерактивных элементов для активизации познавательной деятельности учащихся на занятиях по физике в фармацевтическом колледже

А. Р. Гиматетдинова 🕩 1

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», 432071, Ульяновск. Россия

Поступила в редакцию 25 января 2023 года После переработки 27 января 2023 года Опубликована 10 марта 2023 года

Аннотация. Рассмотрены особенности системы подготовки по физике с использованием интерактивных элементов в обучении и контроле знаний по физике. Представлены результаты использования интерактивных элементов для активизации познавательной деятельности учащихся на занятиях по физике в фармацевтическом колледже города Ульяновска. Использование интерактивных элементов в обучении и контроле знаний по физике не только обеспечивает более глубокое усвоение учащимися учебного материала по физике, но и повышает качество знаний, познавательный интерес к физике и творческую активность у учащихся, развивает навыки коллективной работы, логическое мышление и творческие способности у учащихся.

**Ключевые слова:** физика, занятия по физике, познавательная деятельность, интерактивный элемент, развитие логического мышления

#### Введение

Физика является значимой дисциплиной в учебном процессе в фармацевтическом колледже. Учебная дисциплина "Физика" формирует у учащихся мировоззрение и является источником для расширения знаний об окружающем мире, учит развивать логическое мышление и носит познавательный характер.

Актуальность исследования определяется тем, что введение стандартов нового поколения сделало интерактивные методы обучения чрезвычайно популярными. Система подготовки по физике с использованием интерактивных методов обучения рассматривается как инновационная технология, рекомендуемая к применению на уроках по физике. Между тем, несмотря на достаточно большое количество публикаций на тему

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>E-mail: gimatetdinova@mail.ru

разработки и использования интерактивных элементов в обучении, недостаточно внимания уделено описанию системы подготовки учащихся фармацевтических колледжей в условиях использования интерактивных элементов в обучении физике в колледже.

Цель исследования состоит в том, чтобы обосновать и раскрыть авторскую концепцию особенностей системы подготовки по физике с использованием интерактивных элементов в обучении и контроле знаний по физике. Задачи исследования состоят в том, чтобы проанализировать состояние разработки интерактивных элементов для обучения физике; выявить возможности использования интерактивных элементов для обучения физике в рамках традиционного обучения в фармацевтическом колледже города Ульяновска с целью повышения уровня развития учащихся; разработать методику организации обучения в рамках системы подготовки по физике с использованием интерактивных элементов в обучении и контроле знаний по физике в фармацевтическом колледже города Ульяновска, на примере темы по электродинамике; экспериментально проверить эффективность разработанной методики организации обучения в рамках системы подготовки по физике с использованием интерактивных элементов.

Объектом исследования является процесс обучения физике в фармацевтическом колледже города Ульяновска.

Предметом исследования является формирование умения решать задачи по физике с использованием задач и интерактивных элементов для обучения физике в фармацевтическом колледже города Ульяновска.

Гипотеза исследования заключается в том, что если применять сочетание традиционных и интерактивных методов обучения физике, то можно повысить эффективность обучения физике в фармацевтическом колледже города Ульяновска.

#### Обзор

Технологии проникли во все сферы человеческой жизни, в том числе и в большинство наших образовательных начинаний. Обычно считается, что его неиспользование равносильно регрессивному отношению к двадцать первому веку. Мобильные планшеты и смартфоны обеспечивают пользователям непрерывный и повсеместный доступ к Интернету с упором на эффективный поиск информации и обеспечение постоянного присутствия в социальных сетях с другими людьми. Преобразование мобильного обучения в школах — это не просто доставка контента на мобильные устройства. Это процесс познания и способности успешно работать в новых и постоянно меняющихся контекстах и учебных пространствах для углубления обучения учащихся. Сейчас вкладываются огромные средства в использование технологий в преподавании и обучении в начальных и средних школах в целом. Однако до сих пор технология используется как средство демонстрации учителем, а не как педагогический инструмент, который руководствуется средствами интеграции.

Физическое образование в настоящее время трансформируется от простого обмена знаниями, полученными и полученными на лекциях с имитацией студентами экспериментальной работы, к созданию условий для активного участия студентов в процессе научного поиска и самостоятельного приобретения знаний. В педагогическом контексте оптика является одной из самых сложных тем в рутинном обучении. Некоторые факторы могут заключаться в том, что в оптике есть понятия, которые слишком абстрактны для понимания учащимися. Кроме того, при знакомстве с оптикой учителя обычно проводят много демонстраций оптических свойств в классе, для большинства из которых требуются сложные лабораторные инструменты и оборудование, которые часто трудно использовать в классе по множеству практических причин.

В статье [1] рассмотрены три новые технологии в физическом образовании, которые оцениваются с междисциплинарной точки зрения когнитивной науки и исследований

в области физического образования. Технологии – Physlet Physics, интеллектуальная обучающая система Andes и лабораторные инструменты на основе микрокомпьютеров – оцениваются, в частности, с точки зрения их потенциала в продвижении концептуальных изменений, развитии экспертных навыков решения проблем и достижении целей традиционной физической лаборатории. Предложены педагогические приёмы, позволяющие максимально раскрыть потенциал каждой образовательной технологии.

Видео на YouTube очень популярны среди студентов, поэтому количество обучающих видео растёт. В общем, такие видео — это возможность обучения с уникальными функциями, такими как визуальное выделение или несколько представлений, и их можно смотреть так часто, как вам нравится. Более того, видео можно использовать по-разному: повторять, узнавать что-то новое или развлекаться. В статье [2] представлено исследование среди n=260 немецких студентов, чтобы определить, как часто и почему студенты смотрят образовательные видео по физике, химии и биологии. Кроме того, исследование показывает, к сожалению, что студенты часто просто пассивно смотрят обучающие видео; тогда как обучение требует активной обработки. Таким образом, делая уже доступные онлайн-видео более интерактивными с заданиями, вопросами и викторинами, можно стимулировать активную обработку, и учащиеся должны воспринимать интерактивные видео как более полезные при онлайн-обучении. Для этого в документе представлен бесплатный инструмент с открытым исходным кодом H5P, который может легко использоваться каждым учителем для обогащения обучающих видео задачами, отзывами, резюме или дополнительной информацией.

Учебная среда на основе дополненной реальности не только предоставляет преподавателям новые способы представления учебных материалов, но и даёт учащимся возможность спонтанно взаимодействовать с материалом. Предыдущие исследования показали, что дополненная реальность имеет много преимуществ в образовании; однако мало кто сосредотачивается на механизмах, лежащих в основе мотивации исследования, таких как влияние дополненной реальности на самоэффективность учащихся и концепции обучения. В статье [3] было разработано основанное на дополненной реальности приложение для обучения дуализму частиц и волн «AROSE», чтобы изучить влияние технологии дополненной реальности на самоэффективность учащихся и представления об изучении физики. Был использован квазиэкспериментальный метод исследования, и 98 старшеклассников в возрасте от 16 до 18 лет были случайным образом распределены в экспериментальную и контрольную группы. После четырёхнедельного вмешательства было обнаружено, что интеграция технологии дополненной реальности в уроки физики может значительно повысить самоэффективность учащихся при изучении физики, о чём свидетельствуют понимание концепций, когнитивные навыки более высокого уровня, практика и общение; помочь учащимся быть более склонными к концепциям изучения физики более высокого уровня, чем к более низким; и стимулирует мотивацию учащихся к более глубокому обучению.

Темы начальной школы, связанные с абстрактными понятиями, сложны для преподавания. Электрические цепи можно просто сконструировать, но их сложно объяснить. Новые подходы в обучении студентов для понимания необходимы для продвижения практики в начальной науке. Статья [4] сочетает в себе сильные стороны мультимодальных исследований с теорией вариаций, чтобы дать представление о последовательности обучения, разработанной для учащихся шестых классов. Применение репрезентативного подхода к построению открывает возможности для полимодального смыслообразования электрических цепей. В статье [4] в тематическом исследовании был использован метод исследования, основанный на дизайне, для изучения обучения электрическим цепям. Сбор данных включал видеосъемку занятий в классе, интервью учителей и учеников, записи в студенческих журналах и артефакты оценок, полевые заметки, а также

результаты до и после испытаний. Принципы дизайна включали определение ключевых идей, разработку последовательности уроков с акцентом на передачу и преобразование энергии, практическое исследование с использованием мультимодальных представлений в ответ на учебные задачи и ведение дневника учениками. Метарепрезентативная компетентность учащихся также развивалась посредством оценки, обсуждения и создания представлений и моделей электрических цепей. Репрезентативные задачи, за которыми последовало стратегическое обсуждение под руководством учителя, способствовали развитию понимания учащихся путем сосредоточения внимания на критических особенностях. О глубоком обучении свидетельствовали журнальные записи, формирующие и итоговые артефакты оценивания, а также ответы после тестирования. Принципы построения репрезентации сыграли важную роль в успешной разработке эффективной последовательности обучения за счёт сосредоточения внимания на критических аспектах энергии. В статье [4] защищается подход построения репрезентации для разработки мультимодальной последовательности обучения. Теория вариаций была полезной аналитической основой для понимания реализации последовательности проектирования.

Традиционно в учебных программах по электрическим схемам используются учебники и практические занятия, которые являются эффективными подходами к обучению терминам и определениям, процедурному использованию формул и способам построения цепей. Тем не менее, учащимся часто не хватает концептуального понимания. В статье [5] целью исследования было выяснить, как облегчить приобретение концептуального понимания. В статье [5] предположено, что добавление учебного подхода в форме изучения запросов в виртуальной лаборатории будет более эффективным, чем полагаться только на традиционное обучение. В квазиэкспериментальном исследовании учащиеся среднего профессионального инженерного образования были случайным образом распределены по одному из двух условий. В традиционном варианте учебная программа дополнялась компьютерной практикой. В условиях виртуальной лаборатории традиционная учебная программа была дополнена исследовательским обучением в виртуальной лаборатории. Результаты показали, что учащиеся в условиях виртуальной лаборатории набрали значительно более высокие баллы по концептуальному пониманию (коэффициент Коэна d=0.65) и по процедурным навыкам (d=0.76). В частности, учащиеся в этом состоянии набрали более высокие баллы (d=1.19) при решении сложных задач. Этот результат имел место как для сложных концептуальных, так и для процедурных проблем. Поскольку учащиеся в условиях виртуальной лаборатории приобрели лучшее концептуальное понимание, а также развили лучшие процедурные навыки, чем учащиеся в традиционных условиях, кажется, что концептуальное понимание и процедурные навыки развиваются итеративно.

В статье [6] утверждается, что определение того, что составляет систему, отличается в физике от других наук, и в частности от биологии, и что эти различия имеют значение для обучения. Более того, даже в физике то, что учебники (и преподаватели) подразумевают под фразой «энергия сохраняется», не является однозначным, часто создавая впечатление, что сохранение энергии зависит от типа системы, выбранной для анализа, что неуместно. таким образом, переплетая сохранение с постоянством. Эти несоответствия и двусмысленности в каноническом подходе к системам как к инструменту энергетических рассуждений могут, в свою очередь, подорвать знания, необходимые учителям для поддержки энергетического обучения своих учеников. Представлены данные подтвержденной оценки специальных знаний по физике, которую учителя используют, чтобы помочь учащимся добиться прогресса в изучении энергии, которую провели для сотен учителей физики средних школ и старших курсов физики. Результаты оценки подтверждают следующие утверждения: (а) как учителя физики старших классов, так и студенты старших классов проявляют значительные трудности в приме-

нении последовательного системного подхода к энергетическому анализу; (b) Учителя, демонстрирующие глубокое понимание системного подхода к энергетическому анализу, также лучше подготовлены к тому, чтобы продуктивно реагировать на рассуждения учащихся о системном подходе к энергетическому анализу, также значительно лучше подготовлены к тому, чтобы продуктивно реагировать на рассуждения учащихся, чем студенты старших курсов физики, демонстрирующие такое же глубокое понимание. Результаты имеют значение для профессиональной подготовки учителей, выпускников ассистентов преподавателей, ассистентов по обучению и преподавателей физики в их роли инструкторов.

Образовательные цели эволюционировали, чтобы сделать акцент на приобретении учащимися знаний и атрибутов, необходимых для успешного участия в рабочей силе и глобальной экономике двадцать первого века. Новые образовательные стандарты подчеркивают более высокие навыки, включая мышление, творчество и открытое решение проблем. Несмотря на наличие существенных научных данных и консенсуса в отношении определения основных навыков XXI века, не хватает исследований, посвященных взаимодействию и развитию связанных вспомогательных навыков с течением времени. В статье [7] представлен краткий обзор исследований в области физического образования как средства создания контекста для будущей работы по содействию глубокому обучению и развитию способностей к интеллектуальным рассуждениям. На основе синтеза литературы по навыкам XXI века и физическому образованию предлагается ряд конкретно определенных образовательных и исследовательских целей для будущих исследований, а также то, как они могут повлиять на курсы физики следующего поколения и как физику следует преподавать в будущем.

В статье [8] показано, что автоматизированная компьютерная оценка текстовых ответов учащихся на вопросы с краткими ответами представляет собой важную технологию, обеспечивающую возможности онлайн-обучения. Исследовано использование машинного обучения для обучения компьютерных моделей, способных автоматически классифицировать короткие ответы, и оценили результаты. Эти исследования являются частью проекта по разработке и тестированию интерактивной среды обучения, призванной помочь учащимся освоить основные понятия физики. Система разработана на основе интерактивного интерфейса видеообучения. Проанализированы 9 из примерно 150 ответов или меньше. Наблюдали за 4 из 9 автоматизированных оценок с межэкспертным согласием 70% или лучше с человеком. Этот уровень согласия может представлять собой базовый уровень практической полезности в обучении и указывает на то, что метод требует дальнейшего изучения для использования в этом типе приложений. Результаты также предлагают стратегии, которые могут быть полезны для письменных заданий, и вопросы, которые больше подходят для автоматической оценки. Эти стратегии включают в себя действия по построению, которые имеют относительно немного концептуально отличных способов восприятия физического поведения относительно небольшого числа физических объектов. Дальнейшие успехи в этом направлении могут позволить продвигать интерактивность и лучше обеспечивать обратную связь в системах онлайн-обучения. Эти возможности могут позволить нашей системе функционировать как настоящий репетитор.

Решение физических задач в университетском физическом образовании с использованием вычислительного подхода требует знаний и навыков в нескольких областях, например, в физике, математике, программировании и моделировании. Эти компетенции, в свою очередь, связаны с представлениями учащихся о предметных областях, а также об обучении. Эти компоненты знаний и убеждений называются здесь эпистемическими элементами, которые вместе представляют собой эпистемологическую структуру

ситуации учащимися. Цель исследования в статье [9] состояла в том, чтобы исследовать эпистемологический фрейм студентов университетов-физиков при решении и визуализации физической задачи с использованием системы модели частица-пружина. Эпистемические фреймы учащихся анализируются до и после задания с использованием подхода сетевого анализа расшифровок интервью, создавая визуальные представления в виде эпистемических сетей. Результаты показывают, что учащиеся меняют свой эпистемологический фрейм от задачи моделирования с ожиданиями в отношении изучения программирования к задаче по физике, в которой им предлагается использовать физические принципы и законы сохранения для устранения неполадок и понимания своих симуляций. Это означает, что задача, даже если она не знакомит с какой-либо новой физикой, помогает учащимся сформировать более последовательное представление о важности использования физических принципов при решении задач. Показано, что метод сетевого анализа, используемый в этом исследовании, дает понятные представления об эпистемологическом построении учащихся и предлагается в качестве полезного метода анализа текстовых данных.

Основная цель исследования, представленного в статье [10], — провести анализ потребностей, обзор литературы и учебные инструменты при изучении развития интерактивного мультимедийного обучения физике, направленного на решение проблем для улучшения мыслительных способностей будущих студентов-физиков. Результатом первого года обучения является: результат проекта, основанный на анализе потребностей фактов на местах, условиях существующего обучения и изучения литературы. Вслед за проектированием приборов и приборов осуществляется также разработка носителей. Результатом второго исследования является интерактивное мультимедийное заряженное решение задач по физике в виде учебников и научных публикаций. Предыдущие модели обучения тестировались на ограниченной выборке, затем в оценке и ремонте. Кроме того, продукт исследования имеет экономическую ценность по следующим причинам: (1) виртуальная лаборатория, предлагающая это исследование, обеспечивает решение, закупка физического лабораторного оборудования стоит дорого; (2) решить проблему нехватки учителей физики в отдаленных районах, поскольку доступ к учебным пособиям можно получить как в автономном, так и в онлайновом режиме; (3). сокращение количества материалов или расходных материалов, поскольку учебные пособия можно проводить онлайн; Целевое исследование – первый год: то есть раскадровка, изучающая физику, которая была отсканирована в веб-форме, компакт-диске (компакт-диске) и интерактивном мультимедиа концепции газовой кинетической теории. Этот проект основан на анализе потребностей фактов на местах, существующих условий обучения и изучении литературы. Предыдущие модели обучения тестировались на ограниченной выборке, затем в оценке и ремонте.

Проведённый обзор литературы показал, что исследование систем подготовки является актуальной задачей в методике обучения физике.

#### Методы

Основными методами исследования послужили анализ научной литературы, посвященной проблеме педагогического проектирования системы подготовки по физике; группировка, сравнение, сопоставление, анализ и синтез показателей педагогического эксперимента по физике. В процессе изучения физики преподавателю необходимо активно вовлекать ребят в познавательную деятельность в процессе преподавания физики с использованием различных методов обучения. В качестве методов исследования используются следующие методы: наблюдение за учебной деятельностью учащихся на уроках физики в фармацевтическом колледже; педагогический эксперимент по апробации системы подготовки по физике с использованием интерактивных элементов в обучении и контроле знаний по физике в фармацевтическом колледже города Ульяновска; статистическая обработка результатов педагогического эксперимента апробации системы подготовки по физике в фармацевтическом колледже города Ульяновска.

Формирование познавательной деятельности было известно ещё в древние времена. Познавательная активность содействует наилучшему усвоению теоретического материала по физике. В основе стремления к побуждению интеллектуальной активности лежат определённые философские взгляды.

В качестве первого приёма активизации познавательной деятельности можно выделить урок с использованием проблемного обучения. Урок с использованием проблемного обучения является одним из видов уроков, позволяющих активизировать познавательную деятельность учащихся по физике. При проведении урока по физике с использованием методов проблемного обучения учитель не преподносит теоретические знания по физике учащимся в готовом виде, а обучает учащихся самостоятельно получать новые теоретические знания по физике, но с опорой на имеющиеся знания по изученным ранее темам. Урок с использованием проблемного обучения считается одним из основных инструментом для формирования умственной деятельности учащихся.

Рассмотрим примеры проблемных задач на уроках по физике в старших классах в фармацевтическом колледже.

Задача 1. Почему галчонок из мультфильма «Простоквашино» спокойно усаживается на электрические провода?

Решение. Чтобы решить данную задачу следует вспомнить определение электрического напряжения. Электрическое напряжение определяется как разность потенциалов в начальной точке и конечной точке электрической цепи. Представим визуализацию проблемной задачи. Электрическая цепь между птицей и электрическим проводом не является замкнутой. Таким образом, между птицей и электрическим проводом не протекает электрический ток.

Задача 2. Дядя Фёдор, впустив с улицы кота Матроскина, понял, что на улице холодно. Как дядя Фёдор это определил?

Решение. У кота Матроскина встала шерсть «дыбом» – между шерсткой скапливается воздух, тем сам сохраняет своё тепло.

Задача 3. Объясните, почему деревянный дом в деревне Простоквашино намного теплее, чем каменный дом из сказки «Три поросёнка»?

Решение. Дерево содержит намного больше воздуха, чем кирпич. Следовательно, тепловодность кирпича выше, поэтому тепло сохраняет хуже.

В качестве второго приёма активизации познавательной деятельности можно выделить урок с использованием нетрадиционных форм урока по физике. Следующий приём активизации познавательной деятельности заключается в применении нетрадиционных форм урока по физике. Популярные уроки данного типа: уроки в форме дебатов, уроки в форме конференций, уроки в форме зачётов, уроки в форме творческих отчётов, уроки в форме "Клуба веселых и находчивых", уроки с ролевыми играми, уроки в форме семинаров, уроки в форме соревнований. Например, уроки в форме дебатов можно проводить в одиннадцатом классе по тему «Что такое свет?». Одна группа учащихся будет выступать за роль света, как квант, другая часть класса за роль света, как волна. После выступлений сделать вывод. Использование на уроке разнообразных форм учебной работы учащихся. Для активизации учебной деятельности следует использовать такие формы работы: групповая форма, индивидуальная форма, работа в парах. Групповая форма обучения используется для организации групповой формы обучения. Для реализации групповой формы обучения физике следует разделить класс на рабочие группы по несколько человек в каждой. Одно задание получают все участники группы. Все участники группы выполняют определённую функцию. Консультант возглавляет группу. Работа в группах может строиться по-разному; иногда задание может делиться на части, а затем вся группа делает общий вывод. Иногда группа фронтально проговаривает и обсуждает трудные вопросы. Консультанту члены его группы могут задавать любой вопрос. Если же группа не получает от него ответ, то ребята просят помощи у учителя. Индивидуальная форма организации учебной деятельности основана на том, что ученик не контактировал с другими учащимися. Каждый ученик в данном случае получает задание, подобранное в соответствии с его учебной подготовкой и возможностями. Работа в парах заключается в том, что ученики работают в парах, но при этом состав пары должен постоянно меняться. Целесообразно составлять пары из сильного и слабого ученика. Таким образом, сильный ученик, играя роль наставника и объясняя материал своему «напарнику», с одной стороны помогает ему, а, с другой стороны, ещё раз повторяет тему. Пары на уроках физики используется в основном при выполнении лабораторных работ по физике, но возможны и другие варианты. Решение задач по физике возможно в парах. Чтобы решить задачу её нужно запомнить. В процессе решения ученики обсуждают его между собой, что так же способствует улучшению качества знаний. В случае работы в парах, каждый ученик выступает как в роли учителя, так и в роли ученика.

В качестве третьего приёма активизации познавательной деятельности можно выделить урок с использованием информационных технологий в физике. Урок с применением информационных технологий представляет собой следующий вид урока, который влияет на познавательную активность учащихся на уроке физики. С помощью мультимедийного оборудования возможны демонстрации презентаций, видеофрагментов, изображений, таблиц и другого интерактивного содержимого. При использовании информационных компьютерных технологий у учителя имеется возможность создавать интерактивные задания для учащихся, что мотивирует у учащихся интерес к их выполнению. Рассмотрим примеры задач с использованием компьютерных технологий.



Рис. 1. Задача на сопоставление электрической цепи с измерительными приборами.

В задаче на сопоставление электрической цепи с измерительными приборами, представленной на рис. 1, ученики сопоставляют электрическую схему из физических приборов и добавляют названия физических приборов. При выборе неправильного варианта ответа, надпись загорается красным светом, напротив, зеленым. Такие задания можно составить по любой теме.

С помощью задач в форме игр можно выработать интерес у учащихся к физике.

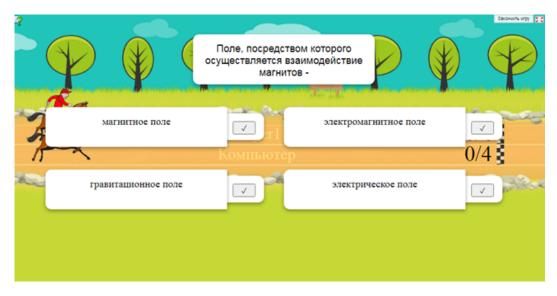


Рис. 2. Задание в форме игры с выбором ответа по разделу «Электродинамика».

примером такого задания является упражнение, представленное на рис. 2.



Рис. 3. Задание в форме игры с выбором ответа по разделу «Электродинамика».

На рис. З представлен вопрос из задания в форме игры. Учащиеся с помощью прикосновений выбирают ответ. Если ответ является верным «скачки» продолжаются, если нет, то начинаются заново. Задание считается успешно пройденным, если ответы на все вопросы были даны верно. Интерактивные задания по разделу «Электродинамика» можно посмотреть по ссылке: https://learningapps.org/view25037152.

Компьютер может использоваться на всех этапах процесса обучения: при объяснении нового материала, закреплении, повторении, контроле знаний, умений и навыков. Использование компьютера на уроках дополняет учебный процесс, является неотъемлемой его частью, повышает активность учащихся, развивает их способности, побуждает к получению знаний, расширяет кругозор, повышает качество образования. Компьютер помогает повысить эффективность урока физики. Это достигается за счёт использования разнообразных форм и методов обучения, применения различных технических средств, создания благоприятной психологической обстановки на уроке физики. Современные технические средства обучения позволяют сделать процесс обучения более наглядным, динамичным, эффективным. Компьютер как средство обучения обладает

рядом особенностей, которые необходимо учитывать при его использовании в учебном процессе. Компьютерные технологии обучения физике позволяют учителю использовать различные приёмы, способствующие активизации познавательной деятельности учащихся.

В настоящее время в школе используется большое количество компьютеров. При этом их классификация по назначению довольно условна, а по степени влияния на развитие ученика — ещё более условна. Компьютер на современном этапе развития является одним из наиболее эффективных технических средств обучения. Применение компьютера в учебном процессе позволяет решить следующие задачи: повысить интерес к физике; активизировать мыслительную деятельность учащихся; развивать их творческие способности и мышление; повышать качество усвоения знаний; формировать умение оценивать себя и других; воспитывать культуру общения, чувство коллективизма. В настоящее время в школе урок физики уже нельзя представить без использования компьютера и технических средств обучения физике, которые не дают учителю забывать о том, что физика является экспериментальной наукой и изучение физики трудно представить без выполнения лабораторных работ по физике. На уроках физики часто используют компьютеры для демонстрации физических явлений и решения задач, которые помогают понять физические явления и научиться применять полученные знания в жизни. На уроках физики с использованием компьютера можно более интересно и красочно показать опыты по физике, повторить их с учащимися или же выполнить их самостоятельно. Это очень важно, так как, во-первых, учитель уже не может полностью контролировать выполнение опыта, а, во-вторых, ученики привыкают к самостоятельной работе, начинают понимать, что знания, которые они получают на уроках, им понадобятся не только на этих уроках. С помощью компьютерных программ можно наглядно представить результаты физических опытов и экспериментов, а также использовать их для проведения уроков. На уроках физики в школе можно познакомиться с основными понятиями, методами и законами физики с использованием программ-тренажеров на компьютере на уроках, а также провести различные опыты, наглядно демонстрирующие действие физических законов. При помощи компьютера учитель может делать задания, задавать индивидуальные домашние задания с использованием электронного журнала.

Оснащение физического кабинета не всегда позволяет провести программные лабораторные работы, не позволяет вовсе ввести новые работы, требующие более сложного оборудования. Поэтому в физическом кабинете должны быть все виды приборов, необходимых для проведения лабораторных работ по физике. Для этого в кабинете физики должен быть: рабочий стол учителя, стол для оборудования, классная доска, шкафы для хранения приборов и материалов, стенд с таблицами и схемами, наглядные пособия для изучения физических явлений, демонстрационные приборы и материалы для проведения опытов. В кабинете физики должно быть необходимое количество демонстрационного оборудования для демонстрации физических явлений. Не менее важно и оснащение физических лабораторий. Приборы, используемые в физических лабораториях, как правило, имеют большой вес и габариты. В кабинете физики должен быть оборудован учебный стенд, на котором демонстрируются с помощью приборов и аппаратов физические закономерности, явления, законы. На стенде должны быть размещены основные физические приборы и аппараты, при помощи которых выполняются лабораторные работы. На помощь учителю приходит компьютер, который позволяет проводить более сложные лабораторные работы. В них ученик может по своему усмотрению изменить исходные параметры опытов, наблюдать, как изменяется в результате само явление, анализировать увиденное, делать соответствующие выводы. На уроках физики необходимо развивать у учащихся наблюдательность, мышление, сообразительность,

поэтому очень важно, чтобы школьники имели возможность для экспериментальной деятельности. Для проведения лабораторных работ можно использовать различные компьютерные программы. К сожалению, в школах на сегодняшний день нет такой базы, и учителям приходится обходиться своими силами. Но и здесь нужно соблюдать осторожность. Компьютер, не только является помощником учителя, но и способен оказывать влияние на его деятельность. Некоторые ученики, увлекшись работой на компьютере, забывают о том, что они находятся в классе, где их ждут другие ученики. Поэтому, прежде чем начать работать на компьютере в классе, нужно обязательно провести инструктаж по технике безопасности.

Изучение устройства и принципа действия различных физических приборов является неотъемлемой частью современного урока физики. При этом используются различные виды наглядности, в том числе и интерактивные. На уроках физики можно использовать трёхмерные модели, виртуальные эксперименты, интерактивные экраны, трёхмерные видео. Использование интерактивных технологий на уроках представляет собой новый опыт, который должен быть интересен и полезен учителю. Интерактивные технологии дают возможность организовать в пространстве интерактивную учебную среду, которая позволяет учителю и ученику самостоятельно выстраивать индивидуальную траекторию обучения. Использование демонстрационного материала значительно экономит время учителя, позволяет наглядно объяснить учащимся сложные физические явления. Обычно, изучая тот или иной физический прибор, учитель физики демонстрирует его, рассказывает принцип действия, используя при этом модель или схему физического прибора. С целью закрепления полученных знаний проводятся лабораторные работы, в ходе которых учащиеся моделируют работу физического прибора или устройства. В начале урока учитель сообщает учащимся цель урока, предлагает обсудить возможные пути достижения цели и вместе с учениками выбирает наиболее приемлемый для них путь. На следующем этапе учитель предлагает учащимся выбрать для себя наиболее предпочтительную модель работы устройства, которая может быть как реальной, так и виртуальной. Но часто учащиеся испытывают трудности, пытаясь представить всю цепь физических процессов, обеспечивающих работу данного прибора. Некоторые из них даже не могут объяснить, как устроен и работает тот или иной физический прибор. Это происходит вследствие того, что учащиеся не знают, какие физические процессы лежат в основе работы прибора и как они связаны между собой. В связи с этим целью на уроках физики раскрывается сущность работы, принципа действия и устройства физических приборов. В частности компьютерная программа позволяет «собрать» прибор из отдельных деталей, воспроизвести в динамике с оптимальной скоростью процесс, лежащий в основе принципа его действия. Это очень важно для понимания принципов действия физического прибора и его возможностей. При этом возможно многократное «прокручивание» мультипликации. С помощью компьютерной программы можно произвести моделирование динамики различных физических процессов.

Огромный выбор цифровых образовательных ресурсов по физике позволяет учителю физики выбрать программное обеспечение для реализации любых образовательных задач на уроках различных типов по физике. Одним из самых востребованных в школе является программа Microsoft PowerPoint. С помощью программы Microsoft PowerPoint можно создавать презентации, которые представляют собой набор слайдов с текстовой и графической информацией, иллюстрациями, аудиофайлами и видеофайлами. Программа PowerPoint позволяет быстро и точно вносить изменения в структуру презентации. В презентации могут быть использованы разнообразные шаблоны, слайды можно редактировать, добавлять в презентацию музыку, видео и изображения. В процессе выбора программного обеспечения, педагог сталкивается с рядом проблем.

Во-первых, это проблема выбора между двумя типами программного обеспечения: с открытым и закрытым кодом. С одной стороны, программы с открытым кодом представляют собой готовые решения, разработанные профессионалами. К их преимуществам можно отнести скорость разработки, удобство использования, поддержку со стороны разработчиков. Однако не всегда понятно, какое программное обеспечение необходимо для демонстрации физических опытов и явлений нужно для конкретного класса. Компьютерные программы по физике очень разнообразны: источники дополнительной информации; демонстрации; тренажёры; виртуальные лаборатории; мультимедийные и интерактивные приложения; обучающие игры и многое другое. Многие программы позволяют учащимся создавать собственные проекты, используя различные материалы и оборудование. В некоторых программах, например, в «Лабораторных работах по физике» (автор А. В. Перышкин) можно построить собственный план работы по лабораторной работе, выбрать оборудование и приборы, которые необходимо использовать, а затем выполнить работу в соответствии с предложенным планом. Есть программы, позволяющие моделировать физические процессы, происходящие в различных средах. С помощью компьютера можно решать задачи по физике. Компьютерные обучающие программы позволяют значительно увеличить эффективность изучения и запоминания материала, а также быстро и качественно повторить пройденный материал по физике. Кроме того, компьютерные обучающие программы дают возможность делать это в интерактивном режиме, что позволяет наглядно наблюдать физические явления. Таким образом, компьютер помогает создавать не только модели физических процессов, но и модели физических приборов. Компьютерные программы для обучения физике, как правило, представляют собой компьютерные модели физических явлений или физических приборов, которые можно использовать в качестве тренажера для проверки знаний или для повторения пройденного материала. В некоторых программах предусмотрена возможность проведения эксперимента по этим моделям, но это возможно далеко не во всех программах. Компьютерная программа представляет собой набор программ, которые в совокупности обеспечивают решение определенной задачи. Для того чтобы компьютерную программу можно было использовать, необходимо сначала установить её на компьютер. Установка программы включает в себя распаковку и копирование файлов на жесткий диск. Процесс распаковки и копирования файлов называется инсталляцией. После инсталляции компьютерная программа готова к работе.

## Проектирование курса физики в фармацевтическом колледже

В фармацевтическом колледже города Ульяновска изучение физики рассчитано на один год, то есть достаточно сжатые временные рамки для рассмотрения интересных задач, которые связывают физику и медицину. Но необходимость в решении подобных задач имеется, поэтому учащимся следует предложить или для самостоятельного разбора или на занятиях решить задачи по физике разного уровня.

Приведём описание структуры курса физики в период педагогического эксперимента в первом полугодии 2022-2023 учебного года.

В разделе механика первые два часа изучается тема, посвященная механическому движению, в которой рассматриваются следующие основные понятия: механическое движение, перемещение, путь, скорость, равномерное прямолинейное движение.

Вторая тема первого раздела по механике, посвященная изучению законов Ньютона, которые включают три закона Ньютона, а также методы определения массы и импульса.

Третья тема первого раздела по механике, посвященная изучению сил и физических особенностей работы опорно-двигательного аппарата человека, в которой рассматриваются закон Всемирного тяготения, сила тяжести, сила упругости, сила трения.

Четвёртая тема первого раздела по механике, посвящена изучению законам сохранения энергии и импульса, в которой рассматриваются законы сохранения и механическая работа.

Второй раздел, посвященный изучению медицинским аспектам молекулярной физики и термодинамики, начинается с рассмотрения темы – строение вещества.

Основное уравнение кинетической теории газов, является второй темой в изучении раздела, который посвящен медицински аспектам молекулярной физики и термодинамика. В данной теме рассматриваются основное уравнение кинетической теории и изопроцессы.

В третьей теме второго раздела изучаются свойства газов и паров, которая включает в себя выполнение практической работы на определение влажности воздуха.

Четвёртая тема изучает механические свойства жидкости, которая рассматривает давление жидкости, смачивание и капиллярность.

Пятая тема посвящена изучению основных типов кристаллов и их свойств, которая рассматривает применение кристаллов в медицине.

Шестая тема рассматривает механические свойства твёрдых тел, изучает деформацию, закон Гука и механические свойства тканей человека.

Заключительная тема второго раздела изучает основы термодинамики, в которой рассматриваются понятия энергии, температуры и первое начало термодинамики.

Следующий раздел, посвященный изучению основам электростатики и применению электрического тока в медицине, начинается с рассмотрения темы — электростатика, электрические свойства тканей человеческого организма. В этой теме рассматривается электропроводность биологических тканей и изучается закон Кулона.

Вторая тема посвящена изучению постоянного тока и биопотенциалам,в которой изучается понятие биопотенциалы и их методы.

На изучение третьей темы — законы Ома,соединение проводников отводится шесть часов. Первые два часа изучается закон Ома для участка цепи и виды соединения проводников, остальные четыре часа посвящены выполнению практических работ № 3, № 4.

Четвёртая тема посвящена изучению электрического тока в цепях, в которой изучается зависимость сопротивления и температуры и термоэлектрические явления.

Пятая тема третьего раздела, посвященная изучению электрического тока в жидкостях, в которой рассматриваются электрические свойства и явления в жидкостях.

Шестая тема третьего раздела изучает электрический ток в газах, а именно рассматривает разряды.

Четвёртый раздел, посвященный магнитному полю и его свойствам включает две темы по два часа изучения. Первая тема рассматривает магнитное поле тока, свойства магнитного поля и действие магнитно поля на проводник. Вторая тема изучает магнитографию биологических объектов.

В пятом разделе, который посвящен изучению механическим колебаниям и волнам, первые четыре часа изучается тема — механические колебания и выполняется практическая работа № 5.

Вторая тема посвящена изучению механических волн и рассмотрению свойств механических волн.

Третья тема раздела механические колебания и волны, посвящена изучению звуковых волн и применению их в медицине.

Шестой раздел — электромагнитные колебания и волны изучает две темы. Первая тема рассматривает понятие о переменном токе, биотоки; вторая тема посвящена изучению электромагнитным колебаниям и волнам.

Седьмой раздел, посвященный изучению оптики начинается с рассмотрения темы —

световые волны и их свойства, в которой рассматриваются свойства электромагнитных колебаний.

Вторая тема из раздела оптики изучает оптические приборы, в которой проводится практическое занятие  $\mathbb{N}$  6, посвященное определению фокусного расстояния и оптической силы линзы.

Третья тема изучает оптическую систему глаза, в которой рассматриваются дефекты зрения и оптическая система глаза.

Четвёртая, заключительная тема седьмого раздела изучает основы фотометрии, в которой рассматриваются источники света и основные световые величины.

В восьмом разделе на первых двух часах изучается строение атома и атомного ядра, в которой рассматриваются модели атома и ядерные реакции.

Вторая тема посвящена изучению влияния радиоактивности на организм человека.

Третья тема восьмого раздела изучает изотопы и их применения в медицине.

Для обеспечения информационной поддержки изучения физики разрабатывался дистанционный курс по учебной дисциплине «Физика в медицине».

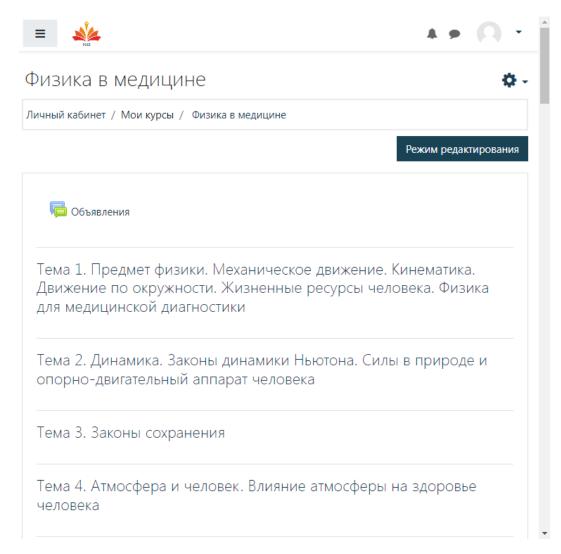


Рис. 4. Модули дистанционного курса по темам первого раздела курса по учебной дисциплине «Физика в медицине».

На рис. 4 показаны темы первого раздела курса по учебной дисциплине «Физика в медицине», созданного средствами системы управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

#### Результаты педагогического эксперимента по физике

Педагогический эксперимент проводился в Ульяновском фармацевтическом колледже с 7 ноября 2022 года по 27 декабря 2022 года. Учебное заведение «Ульяновский фармацевтический колледж», в котором проводился педагогический эксперимент, является бюджетном учреждением. Учебный план в учебном заведении «Ульяновский фармацевтический колледж» реализуется на основе современного федерального государственного образовательного стандарта. В учебном заведении «Ульяновский фармацевтический колледж» реализуется четыре направления подготовки: фармация, сестринское дело, медицинский массаж, лечебное дело, лабораторная диагностика. В программе на изучение физики отводится 2 часа в неделю. Педагогический эксперимент по физике проводился в группах 1/2 и 1/4 по направлению подготовки «Фармация».

В задачу педагогического эксперимента по апробации системы подготовки по физике с интерактивными элементами входила проверка эффективности разработанной системы приёмов и средств системы подготовки по физике как средства систематизации и обобщения знаний по физике учащихся старших классов фармацевтического колледжа. С целью проверки исходной гипотезы, сформулированной в начале исследования, и эффективности предлагаемой методики был проведён педагогический эксперимент по апробации системы подготовки по физике с интерактивными элементами. В ходе педагогического эксперимента при изучении каждой темы использовались интерактивные задания и задачи различного уровня сложности. Суть педагогического эксперимента состоит в выявлении влияния интерактивных элементов на результаты образовательного процесса по физике.

В период педагогического эксперимента проводилось изучение экспериментальной группы, обучающейся по направлению подготовки, связанному с фармацией. В данной группе собраны учащиеся из разных общеобразовательных учреждений, городов, стран. В группе обучаются 26 студентов (из них 5 мальчиков и 21 девочек) 2005-2006 года рождения. Студенты группы посещают внеурочную деятельность на базе колледжа. Четыре человека занимаются волейболом, три человека занимаются фитнесом, два человека занимаются легкой атлетикой, три человека посещают школу этикета и этики, один человек занимается боксом, два человека занимаются кулинарией. Группа активно общается с другими студентами колледжа и принимает участие в спортивных и общественных мероприятиях колледжа.

В группе 1/2 обучаются 26 студентов из них 5 мальчиков и 21 девочек 2005-2007 года рождения. В данной группе собраны учащиеся из разных общеобразовательных учреждений, городов, стран. Студенты группы посещают внеурочную деятельность на базе колледжа. Четыре человека занимаются волейболом, три человека занимаются фитнесом, два человека занимаются легкой атлетикой, три человека посещают школу этикета и этики, один человек занимается боксом, два человека занимаются кулинарией. Группа активно общается с другими студентами колледжа и принимает участие в спортивных и общественных мероприятиях колледжа. Уровень успеваемости группы можно оценить как средний. В группе 7 отличников, 12 ударников, 4 троечника, 3 неаттестованные.

В качестве экспериментальной группы была выбрана группа 1/4. В группе 1/4 обучаются 26 студентов из них 4 мальчика и 22 девочки 2006-2007 года рождения. Уровень успеваемости в группе средняя. Занятие 07.12.2022 в группе 1/2 проводилось на тему «Основы термодинамики». Для актуализации знаний учащихся выполнялся коллоквиум по изученному материалу. Коллоквиум для проверки умений студентов включал базовые вопросы по физике за период изучения с 7 по 9 классы. Для изучения нового материала использовались традиционные методы и средства в виде лекции, записи на доске, поиска нужной информации в книге. На этапе закрепления знаний, умений и

навыков учащиеся решали задачи с записью на доске.

В ходе педагогического эксперимента учащиеся экспериментальной группы на занятии по теме «Основы термодинамики» получили 13 отметок «отлично», 11 отметок «хорошо», 3 отметки «удовлетворительно», 0 отметок «неудовлетворительно». В ходе педагогического эксперимента учащиеся контрольной группы на занятии по теме «Основы термодинамики» получили 9 отметок «отлично», 8 отметок «хорошо», 3 отметки «удовлетворительно», 6 отметок «неудовлетворительно». Исходя из данных педагогического эксперимента по теме «Основы термодинамики» можно сделать вывод, что по степени обученности учащихся в контрольной группе соответствует допустимому уровню обученности (49-63%), в экспериментальной группе соответствует оптимальному уровню обученности (64-100 %). Качественная успеваемость у экспериментальной группы соответствует высокому уровню (92.3 %). Качественная успеваемость у контрольной группы соответствует оптимальному уровню (62.20%). Абсолютная успеваемость у экспериментальной группы равна 100%. Абсолютная успеваемость у контрольной равна 76.90%. Средний балл отметок на занятии по теме «Основы термодинамики» в экспериментальной группе равен 4.432. Средний балл отметок на занятии по теме «Основы термодинамики» в контрольной группе равен 3.77. По сравнению среднего балла отметок наблюдается лучший результат у экспериментальной группы, равный 4.432.

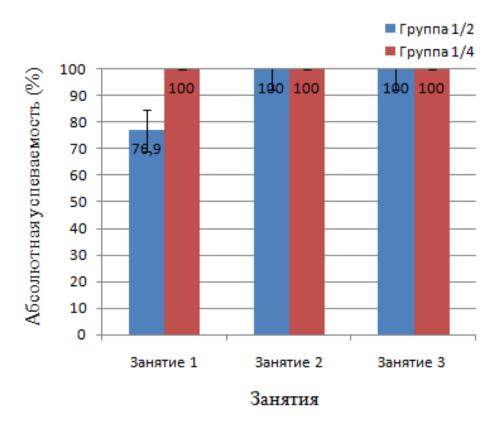


Рис. 5. Результаты абсолютной успеваемости в ходе педагогического эксперимента по физике.

На рис. 5 представлены результаты абсолютной успеваемости в ходе педагогического эксперимента по физике.

В ходе педагогического эксперимента учащиеся экспериментальной группы на занятии по теме «Электростатика. Электрические свойства тканей человеческого организма» получили 9 отметок «отлично», 17 отметок «хорошо», 0 отметок «удовлетворительно», 0 отметок «неудовлетворительно». В ходе педагогического эксперимента учащиеся контрольной группы на занятии по теме «Электростатика. Электрические

свойства тканей человеческого организма» получили 13 отметок «отлично», 8 отметок «хорошо», 5 отметки «удовлетворительно», 0 отметок «неудовлетворительно». Исходя из данных, которые приведены в таблице можно сделать вывод, что степень обученности учащихся в контрольной и экспериментальной группах соответствуют оптимальному уровню обученности. Качественная успеваемость у экспериментальной группы соответствует высокому уровню (100%), оптимальному уровню у контрольной группы (80.77%). Абсолютная успеваемость у экспериментальной группы равна 100%. Абсолютная успеваемость у контрольной группы равна 100%. Среднее значение отметок на занятии по теме «Электростатика. Электрические свойства тканей человеческого организма» в экспериментальной группе равен 4.346. Среднее значение отметок на занятии по теме «Электростатика. Электрические свойства тканей человеческого организма» в контрольной группе равен 4.31. По сравнению среднего балла отметок наблюдается лучший результат у экспериментальной группы, равный 4.436.

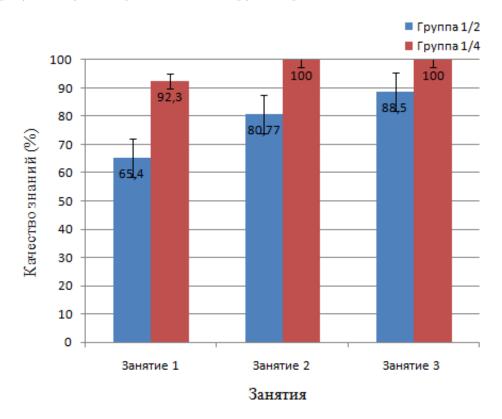


Рис. 6. Результаты качественной успеваемости в ходе педагогического эксперимента по физике.

На рис. 6 представлены результаты качественной успеваемости в ходе педагогического эксперимента по физике.

В ходе педагогического эксперимента учащиеся экспериментальной группы на занятии по теме «Постоянный ток. Биопотенциалы» получили 23 отметки «отлично», 3 отметки «хорошо», 0 отметок «удовлетворительно», 0 отметок «неудовлетворительно». В ходе педагогического эксперимента учащиеся контрольной группы на занятии по теме «Постоянный ток. Биопотенциалы» получили 14 отметок «отлично», 9 отметок «хорошо», 3 отметки «удовлетворительно», 0 отметок «неудовлетворительно». Исходя из данных, которые приведены в таблице можно сделать вывод, что степень обученности учащихся в контрольной и экспериментальной группах соответствует оптимальному уровню обученности. Качественная успеваемость у экспериментальной группы соответствует высокому уровню  $(100\,\%)$ . Качественная успеваемость у контрольной группы соответствует оптимальному уровню  $(88.5\,\%)$ . Абсолютная успеваемость у эксперимен-

тальной группы равна 100%. Абсолютная успеваемость у контрольной группы равна 100%. Среднее значение отметок на занятии по теме «Постоянный ток. Биопотенциалы» в экспериментальной группе равен 4.885. Среднее значение отметок на занятии по теме «Постоянный ток. Биопотенциалы» в контрольной группе равен 4.432. По среднему баллу имеем лучший результат у экспериментальной группы, равный 4.4885.

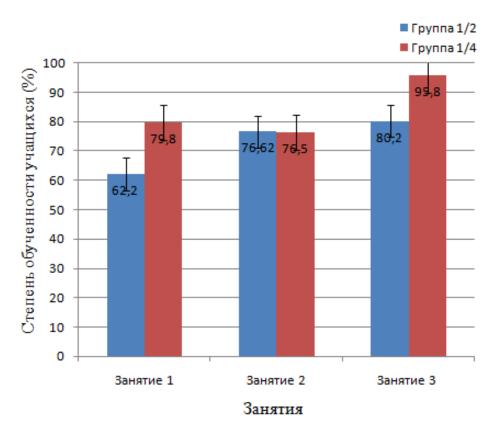


Рис. 7. Результаты степени обученности учащихся в ходе педагогического эксперимента по физике.

На рис. 7 представлены результаты степени обученности учащихся в ходе педагогического эксперимента по физике.

В ходе педагогического эксперимента была проведена диагностика гнева и тревожности в экспериментальной группе.

На рис. 8 представлено распределение ситуационной тревожности по ученикам экспериментальной группы.

На рис. 9 представлено распределение личностной тревожности по ученикам экспериментальной группы.

В ходе педагогического эксперимента была проведена диагностика креативности мышления по Джерому Брунеру в экспериментальной группе.

На рис. 10 изображено распределение показателя предметного мышления по ученикам экспериментальной группы в ходе педагогического эксперимента.

На рис. 11 изображено распределение показателя символического мышления по ученикам экспериментальной группы в ходе педагогического эксперимента.

На рис. 12 изображено распределение показателя знакового мышления по ученикам экспериментальной группы в ходе педагогического эксперимента.

На рис. 13 изображено распределение показателя образного мышления по ученикам экспериментальной группы в ходе педагогического эксперимента.

На рис. 14 изображено распределение показателя креативности мышления по ученикам экспериментальной группы в ходе педагогического эксперимента.

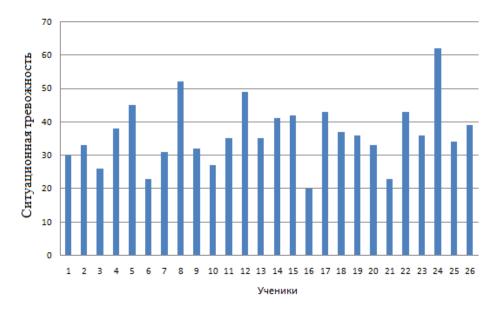


Рис. 8. Распределение ситуационной тревожности по ученикам экспериментальной группы.

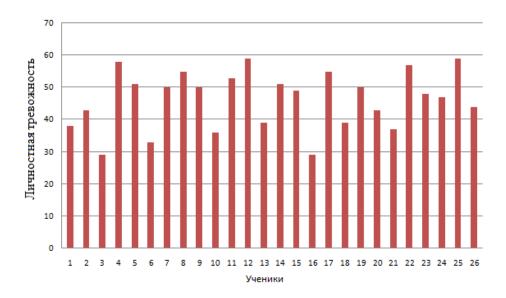


Рис. 9. Распределение личностной тревожности по ученикам экспериментальной группы.

На рис. 15 изображена круговая диаграмма символического мышления по ученикам экспериментальной группы в ходе педагогического эксперимента.

На рис. 16 изображена круговая диаграмма предметного мышления по ученикам экспериментальной группы в ходе педагогического эксперимента.

На рис. 17 изображена круговая диаграмма знакового мышления по ученикам экспериментальной группы в ходе педагогического эксперимента.

На рис. 18 изображена круговая диаграмма образного мышления по ученикам экспериментальной группы в ходе педагогического эксперимента.

На рис. 19 изображена круговая диаграмма креативности мышления по ученикам экспериментальной группы в ходе педагогического эксперимента.

Рассмотрим результаты расчёта биоритмов в ходе педагогического эксперимента по физике. Рассмотрим взаимосвязь биоритмов учащихся и их оценки по изучению темы «Основы термодинамики».

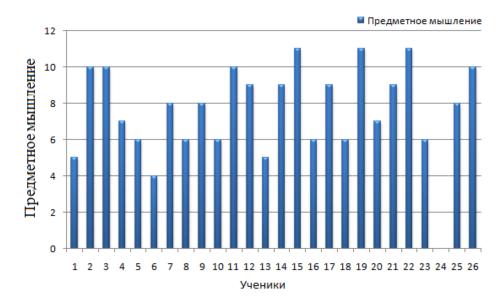


Рис. 10. Распределение показателя предметного мышления по ученикам экспериментальной группы.

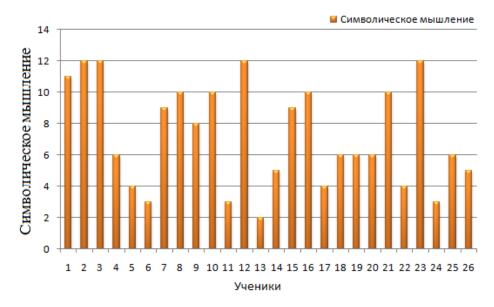


Рис. 11. Распределение показателя символического мышления по ученикам экспериментальной группы.

Ученик 1 в этот день был оценен на отметку «отлично», его эмоциональный биоритм составил 90%, физический: -100%, интеллектуальный: 76%, средняя: 22, духовный: -35%, знание: 92%, интуиция: -32%, эстетический: 29%. Положительный интеллектуальный биоритм помогал обучению учащегося.

Ученик 2 получил оценку «хорошо», его эмоциональный биоритм: 0%, физический: -63%, интеллектуальный: 37%, средняя: 19, духовный: -70%, знание: 26%, интуиция: -61%, эстетический: 67%. Положительный интеллектуальный биоритм помогал обучению учащегося.

Ученик 3 был оценён на отметку «отлично», его эмоциональный биоритм -62%, физический: 82%, интеллектуальный: 87%, средняя: 13, духовный: 12%, знание: 61%, интуиция: -92%, эстетический: 0%. Положительный интеллектуальный биоритм помогал студенту.

Ученик 4 получил отметку «неудовлетворительно», его эмоциональный: -90%, фи-

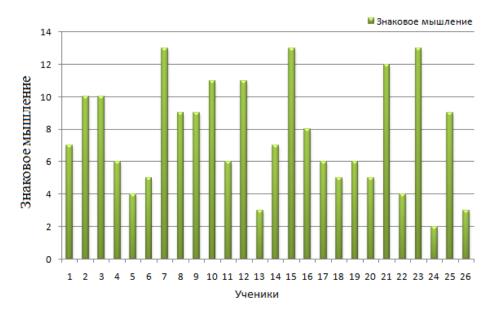


Рис. 12. Распределение показателя знакового мышления по ученикам экспериментальной группы.

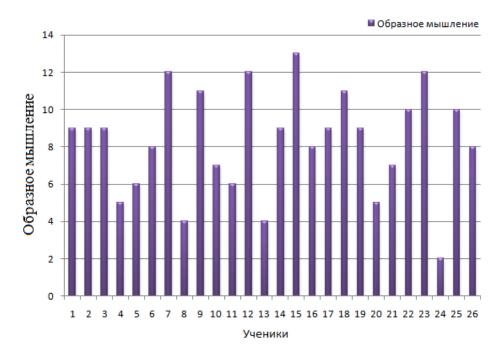


Рис. 13. Распределение показателя образного мышления по ученикам экспериментальной группы.

зический: 89%, интеллектуальный: 91%, средняя: 1, духовный: 98%, знание: -92%, интуиция: -100%, эстетический: 100%. Интеллектуальный биоритм положительный, но отрицательный биоритм знание сказался на неудовлетворительной отметке обучающегося.

Ученик 5 получил отметку «удовлетворительно», его Эмоциональный: 98%, Физический: -40%, Интеллектуальный: -99%, Средняя: -24, Духовный: 23%, Знание: 0%, Интуиция: 17%, Эстетический: -72%. Не смотря на отрицательный интеллектуальный биоритм студент справился с самостоятельной работой на отлично.

Ученик 6 получил отметку «отлично», его биоритмы на 7 декабря следующие: эмоциональный: 22%, физический: -98%, интеллектуальный: 28%, средняя: 21, духовный:

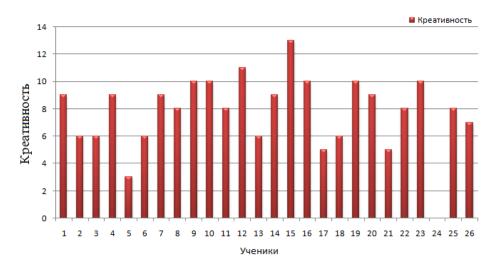


Рис. 14. Распределение показателя креативности мышления по ученикам экспериментальной группы.



Рис. 15. Круговая диаграмма символического мышления по ученикам экспериментальной группы.



Рис. 16. Круговая диаграмма предметного мышления по ученикам экспериментальной группы.

13

# Знаковое мышление

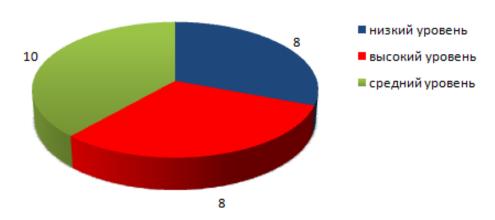


Рис. 17. Круговая диаграмма знакового мышления по ученикам экспериментальной группы.



Рис. 18. Круговая диаграмма образного мышления по ученикам экспериментальной группы.



Рис. 19. Круговая диаграмма креативности мышления по ученикам экспериментальной группы.

-61%, знание: 38%, интуиция: 33%, эстетический: 14%. Интеллектуальный биоритм и биоритм знаний находятся в области положительных значений, что помогло студенту в обучении.

Ученик 7 получил отметку «отлично», его биоритмы следующие: эмоциональный: 62%, физический: 40%, интеллектуальный: -91%, средняя: -95, духовный: -51, знание: 92%, интуиция: 16%, эстетический: -99%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился в обучении на отлично, скорее всего, благоприятное воздействие оказал биоритм знание, который составил 92%.

Ученик 8 получил отметку «неудовлетворительно», его биоритмы следующие: эмоциональный: -62%, физический: -13%, интеллектуальный: 54%, средняя: -7, духовный: -65%, знание: 38%, интуиция: -84%, эстетический: -89%. Несмотря, на положительные биоритмы — знание и интеллектуальный, студент не справился с самостоятельной работой на удовлетворительную оценку.

Ученик 9 был оценен на отметку «отлично», его биоритмы следующие: эмоциональный: 100%, физический: -73%, интеллектуальный: 81%, средняя: 36, духовный: 40%, знание: -99%, интуиция: 100%, эстетический: -81%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 10 получил отметку «хорошо», его биоритмы следующие: эмоциональный: 78%, физический: -13%, интеллектуальный: 97%, средняя: 54, духовный: -81%, знание: 50%, интуиция: 48%, эстетический: -43%. Положительные биоритмы по знанию и интеллектуальным биоритмам помог студенту в обучении в этот день.

Ученик 11 получил отметку «отлично», его биоритмы следующие: эмоциональный: -90%, физический: 100%, интеллектуальный: 37%, средняя: 26, духовный: -98%, знание: -13%, интуиция: 92%, эстетический: 55%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 12 получил отметку «неудовлетворительно», его биоритмы следующие: эмоциональный: 98%, физический: 94%, интеллектуальный: 19%, средняя: 30, духовный: 51%, знание: -50%, интуиция: 92%, эстетический: -92%. Отрицательный биоритм знание оказал существенное влияние на обучение студента, не смотря, на положительный интеллектуальный биоритм.

Ученик 13 получил отметку «хорошо», его биоритмы следующие: эмоциональный: -90%, физический: -40%, интеллектуальный: -76%, средняя: -48, духовный: -100%, знание: 38%, интуиция: -84%, эстетический: 14%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм студент справился с обучением на положительную оценку.

Ученик 14 получил отметку «отлично», его биоритмы следующие: эмоциональный: 43%, физический: -82%, интеллектуальный: -9%, средняя: -14, духовный: 6%, знание: 26%, интуиция: 32%, эстетический: -7%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм студент справился с обучением на отлично.

Ученик 15 получил «хорошо», его биоритмы эмоциональный: 90%, физический: -100%, интеллектуальный: -99%, средняя: -22, духовный: 81%, знание: -38%, интуиция: -92%, эстетический: 22%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм студент справился с обучением на положительную оценку.

Ученик 16 получил отметку «хорошо», его биоритмы следующие: эмоциональный: -43%, физический: -73%, интеллектуальный: 97%, средняя: -20, духовный: 46%, знание: -26%, интуиция: 61%, эстетический: -61%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 17 получил отметку «удовлетворительно», его биоритмы следующие: эмоциональный: 0%, физический: 14%, интеллектуальный: 28%, средняя: -14, духовный: -100%, знание: 71%, интуиция: -84%, эстетический: -98%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 18 получил отметку «отлично», его биоритмы следующие: эмоциональный: 62%, физический: 94%, интеллектуальный: 97%, средняя: 81, духовный: -95%, знание: -79%, интуиция: -17%, эстетический: 72%. Положительный интеллектуальный биоритм

помог студенту в обучении.

Ученик 19 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 78%, физический: -94%, интеллектуальный: -94%, средняя: -18, духовный: 74%, знание: -50%, интуиция: -97%, эстетический: 36%. Отрицательный биоритм знание оказал существенное влияние на обучение студента.

Ученик 20 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: э моциональный: -78%, физический: 82%, интеллектуальный: 28%, средняя: 33, духовный: -12%, знание: -100%, интуиция: -48%, эстетический: 100%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 21 получил отметку «4» его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -78%, физический: 94%, интеллектуальный: 69%, средняя: -3, духовный: 61%, знание: 97%, интуиция: 84%, эстетический: -99%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 22 получил отметку «неудовлетворительно», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 98%, физический: 98%, интеллектуальный: 99%, средняя: 62, духовный: -70%, знание: 100%, интуиция: -92%, эстетический: -49%. Несмотря на высокие положительные биоритмы в интеллекте и знании ученик справился в обучении на неудовлетворительную отметку.

Ученик 23 получил отметку «хорошо», в этот день его биоритмы следующие: эмоциональный: 62%, физический: 98%, интеллектуальный: -19%, средняя: 52, духовный: 35%, знание: -99%, интуиция: 97%, эстетический: 67%. Отрицательный биоритм не оказал сильного воздействия на отметку ученика.

Занятие 22.12.2022 в группе 1/2 проводилось на тему «Электростатика. Электрические свойства тканей человеческого организма». Для актуализации знаний учащихся проводился устный опрос по ранее изученному материалу. На этапе изучения материала учащиеся работали с учебниками. Повторили теоретический материал сообщением учащихся.

Ученик 1 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -78%, физический: 63%, интеллектуальный: -91%, средняя: -35, духовный: 99%, знание: 0%, интуиция: -33%, эстетический: 61%. Не смотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 2 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 22%, физический: 100%, интеллектуальный: -9%, средняя: 7, духовный: -56%, знание: 79%, интуиция: 97%, эстетический: 22%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился в обучении на положительную оценку.

Ученик 3 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот следующие: эмоциональный: 78%, физический: 0%, интеллектуальный: -97%, средняя: -9, духовный: 95%, знание: 50%, интуиция: 97%, эстетический: 81%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 4 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 97%, физический: -89%, интеллектуальный: -76%, средняя: 11, духовный: -40%, знание: 71%, интуиция: 84%, эстетический: -61%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 5 получил отметку «удовлетворительно», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -90%, физический: 98%, интеллектуальный: 91%, средняя: 1, духовный: 90%, знание: -92%, интуиция: -74%, эстетический: -15%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 6 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмо-

циональный: -43%, физический: 40%, интеллектуальный: -54%, средняя: -8, духовный: -65%, знание: -100%, интуиция: -84%, эстетический: 72%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 7 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -78%, физический: 52%, интеллектуальный: 99%, средняя: 83, духовный: -74%, знание: -71%, интуиция: 48%, эстетический: 67%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 8 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 43%, физический: 89%, интеллектуальный: -28%, средняя: 35, духовный: 88%, знание: -100%, интуиция: 32%, эстетический: 14%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 9 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -100%, физический: 14%, интеллектуальный: -46%, средняя: -44, духовный: -95%, знание: 13%, интуиция: -61%, эстетический: -15%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 10 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -90%, физический: 89%, интеллектуальный: -87%, средняя: -29, духовный: 74%, знание: 61%, интуиция: -92%, эстетический: 98%. Не смотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился в обучении на положительную оценку.

Ученик 11 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 78%, физический: -52%, интеллектуальный: -9%, средняя: 13, духовный: 0%, знание: 97%, интуиция: -48%, эстетический: 36%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 12 получил отметку «хорошо», его биоритмы следующие: эмоциональный: -90%, физический: -27%, интеллектуальный: 10%, средняя: -5, духовный: -95%, знание: -61%, интуиция: -97%, эстетический: 85%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 13 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 78%, физический: 98%, интеллектуальный: 54%, средняя: 76, духовный: 12%, знание: 71%, интуиция: 32%, эстетический: 72%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 14 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -62%, физический: 94%, интеллектуальный: -19%, средняя: -16, духовный: -99%, знание: 79%, интуиция: 33%, эстетический: -77%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 15 получил отметку «отлично», его биоритмы следующие: эмоциональный: -97%, физический: 63%, интеллектуальный: 91%, средняя: -9, духовный: 40%, знание: 100%, интуиция: 97%, эстетический: -92%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 16 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 22%, физический: -13%, интеллектуальный: -87%, средняя: -27, духовный: 78%, знание: 99%, интуиция: 0%, эстетический: -29%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 17 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмо-

циональный: 22%, физический: 73%, интеллектуальный: -54%, средняя: 21, духовный: 12%, знание: -92%, интуиция: 100%, эстетический: 42%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 18 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -78%, физический: -27%, интеллектуальный: -87%, средняя: -72, духовный: -12%, знание: -26%, интуиция: 74%, эстетический: -98%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 19 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -90%, физический: 82%, интеллектуальный: 81%, средняя: -6, духовный: 51%, знание: 99%, интуиция: 92%, эстетический: -97%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 20 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 62%, физический: 0%, интеллектуальный: -54%, средняя: -13, духовный: 100%, знание: 38%, интуиция: -17%, эстетический: -61%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 21 получил отметку «отлично» его биоритмы в этот день были следующими: эмоциональный: 90%, физический: -27%, интеллектуальный: -46%, средняя: 21, духовный: -90%, знание: -13%, интуиция: -32%, эстетический: 67%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 22 получил отметку «удовлетворительно», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -90%, физический: -73%, интеллектуальный: -99%, средняя: -76, духовный: -56%, знание: -38%, интуиция: 48%, эстетический: -43%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 23 получил отметку «хорошо», его биоритм в этот день был следующим: эмоциональный: -78%, физический: -73%, интеллектуальный: 46%, средняя: -21, духовный: 85%, знание: 26%, интуиция: -92%, эстетический: 22%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Занятие 27.12.2022 в группе 1/2 проводилось на тему «Постоянный ток. Биопотенциалы». Для актуализации знаний учащихся проводился устный опрос по ранее изученному материалу. Для изучения нового материала использовалась заранее подготовленная презентация. Закрепили лекционный материал решением задач у доски.

Ученик 1 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 22%, физический: -63%, интеллектуальный: -19%, средняя: 22%, духовный: 90%, знание: -61%, интуиция: 48%, эстетический: -7%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 2 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 97%, физический: 14%, интеллектуальный: -87%, средняя: 5, духовный: 0%, знание: 26%, интуиция: 48%, эстетический: -49%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 3 получил отметку «отлично», его биоритм в этот день был следующий: эмоциональный: 90%, физический: 98%, интеллектуальный: -37%, средняя: 27, духовный: 61%, знание: -13%, интуиция: 84%, эстетический: 22%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную

оценку.

Ученик 4 получил отметку «хорошо» его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 62%, физический: 27%, интеллектуальный: -97%, средняя: -17, духовный: -85%, знание: 99%, интуиция: 97%, эстетический: -98%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 5 получил отметку «удовлетворительно» его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 0%, физический: 40%, интеллектуальный: 87%, средняя: 44, духовный: 51%, знание: -50%, интуиция: 0%, эстетический: 55%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 6 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -100%, физический: -82%, интеллектуальный: 37%, средняя: 22, духовный: -12%, знание: -79%, интуиция: -17%, эстетический: 7%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 7 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -90%, физический: 94%, интеллектуальный: 46%, средняя: 73, духовный: -24%, знание: -99%, интуиция: -32%, эстетический: 99%, Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 8 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -62%, физический: 63%, интеллектуальный: -94%, средняя: -31, духовный: 100%, знание: -79%, интуиция: 92%, эстетический: 77%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился в обучении на положительную оценку.

Ученик 9 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -22%, физический: -100%, интеллектуальный: -100%, средняя: -74, духовный: -93%, знание: 79%, интуиция: -100%, эстетический: 67%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 10 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -78%, физический: 63%, интеллектуальный: -91%, средняя: -35, духовный: 99%, знание: 0%, интуиция: -33%, эстетический: 61%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 11 получил отметку «отлично» его биоритмы в этот день следующие: Эмоциональный: -22% Физический: 73% Интеллектуальный: -87% Средняя: -18 Духовный: 56% Знание: 61% Интуиция: -97% Эстетический: -36%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 12 получил отметку «хорошо» его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 0%, физический: 89%, интеллектуальный: -76%, средняя: 28, духовный: -96%, знание: 0%, интуиция: -84%, эстетический: 98%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 13 получил отметку «хорошо» его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -22%, физический: 40%, интеллектуальный: 100%, средняя: 31, духовный: 65%, знание: 13%, интуиция: 92%, эстетический: 7%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 14 получил отметку «отлично» его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -98%, физический: -13%, интеллектуальный: 69%, средняя: -14, духовный: -74%, знание: 26%, интуиция: -48%, эстетический: -15%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 15 получил отметку «отлично» его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -62%, физический: -63%, интеллектуальный: 87%, средняя: -20, духовный: -18%, знание: 79%, интуиция: 84%, эстетический: -43%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 16 получил отметку «отлично» его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -78%, физический: -100%, интеллектуальный: -91%, средняя: -57, духовный: 29%, знание: 71%, интуиция: -74%, эстетический: 42%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 17 получил отметку «хорошо» его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 97%, физический: 82%, интеллектуальный: 37%, средняя: 77, духовный: 65%, знание: -97%, интуиция: 74%, эстетический: 92%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 18 получил отметку «отлично» его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -90%, физический: 89%, интеллектуальный: -91%, средняя: -44, духовный: 46%, знание: 38%, интуиция: 0%, эстетический: -85%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 19 получил отметку «хорошо» его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -78%, физический: -40%, интеллектуальный: 95%, средняя: -19, духовный: -6%, знание: 87%, интуиция: 92%, эстетический: -55%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении. Ученик 20 получил отметку «отлично» его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -43%, физический: 98%, интеллектуальный: 37%, средняя: -1, духовный: 78%, знание: 87%, интуиция: 61%, эстетический: -98%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 21 получил отметку «отлично» его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 78%, физический: 89%, интеллектуальный: -99%, средняя: 42, духовный: -99%, знание: -71%, интуиция: -92%, эстетический: 99%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 22 получил отметку «удовлетворительно» его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 0%, физический: 52%, интеллектуальный: -69%, средняя: 3, духовный: 0%, знание: -87%, интуиция: 97%, эстетический: 29%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 23 получил отметку «хорошо» его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -90%, физический: 52%, интеллектуальный: -46%, средняя: -33, духовный: 40%, знание: 79%, интуиция: -92%, эстетический: -49%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Занятие 17.12.2022 в группе 1/4 проводилось на тему «Основы термодинамики». Для актуализации знаний учащихся была выполнена самостоятельная работа по вариантам по предыдущей теме. На этапе получения знаний использовался объяснительно-иллюстративный метод с применением мультимедийных презентаций. Проверка знаний учащихся производилась с помощью интерактивных задач по физике.

Ученик 1 получил отметку «хорошо» его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -90%, физический: -94%, интеллектуальный: -62%, средняя: -73, духовный: -88%, знание: 13%, интуиция: -17%, эстетический: -85%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 2 получил отметку «отлично» его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -90%, физический: 63%, интеллектуальный: -87%, средняя: -40, духовный: -61, знание: -79%, интуиция: 100%, эстетический: 7%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 3 получил отметку «хорошо» его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -100%, физический: 82%, интеллектуальный: -19%, средняя: -34, духовный: -93, знание: 79%, интуиция: -32%, эстетический: -49%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 4 получил отметку «удовлетворительно» его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 78%, физический: 0%, интеллектуальный: -97%, средняя: -8, духовный: 95%, знание: 50%, интуиция: 97%, эстетический: 81%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 5 получил отметку «удовлетворительно» его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 43%, физический: 14%, интеллектуальный: -76%, средняя: -59, духовный: 85%, знание: 100%, интуиция: 17%, эстетический: -43%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 6 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -97%, физический: 89%, интеллектуальный: 87%, средняя: 87, духовный: -56%, знание: -87%, интуиция: 17%, эстетический: 85%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 7 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 98%, физический: -98%, интеллектуальный: -46%, средняя: -15, духовный: -40%, знание: 50%, интуиция: 97%, эстетический: 98%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 8 получил отметку «хорошо» его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 0%, физический: 14%, интеллектуальный: 28%, средняя: -19, духовный: -100%, знание: 71%, интуиция: -84%, эстетический: -98%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 9 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -62%, физический: -63%, интеллектуальный: -28%, средняя: -63, духовный: -96%, знание: 38%, интуиция: -48%, эстетический: -97%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 10 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 62%, физический: -13%, интеллектуальный: 37%, средняя: 13, духовный: 99%, знание: 99%, интуиция: -97%, эстетический: 14%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 11 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 98%, физический: -98%, интеллектуальный: -46%, средняя: -15, духовный: -40%, знание: 50%, интуиция: 97%, эстетический: 98%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 12 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 98%, физический: -98%, интеллектуальный: -46%, средняя: -15, духовный: -40%, знание: 50%, интуиция: 97%, эстетический: 98%. Несмотря на отрицательный ин-

теллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 13 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 78%, физический: 14%, интеллектуальный: -82%, средняя: -22, духовный: -61%, знание: 87%, интуиция: 32%, эстетический: -97%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 14 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 98%, физический: 52%, интеллектуальный: -87%, средняя: 39, духовный: -100%, знание: -50%, интуиция: -74%, эстетический: 92%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 15 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -100%, физический: 94%, интеллектуальный: -62%, средняя: -8, духовный: -40%, знание: -61%, интуиция: 92%, эстетический: 36%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 16 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -90%, физический: -40%, интеллектуальный: 0%, средняя: -23, духовный: -35%, знание: -92%, интуиция: -48%, эстетический: 36%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 17 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 78%, физический: 89%, интеллектуальный: -99%, средняя: 42, духовный: -99%, знание: -71%, интуиция: -92%, эстетический: 99%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 18 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 0%, физический: -94%, интеллектуальный: 95%, средняя: 18, духовный: 100%, знание: -26%, интуиция: -48%, эстетический: 72%

Ученик 19 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 78%, физический: -98%, интеллектуальный: -37%, средняя: -38, духовный: -99%, знание: -87%, интуиция: 17%, эстетический: -95%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 20 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -62%, физический: 100%, интеллектуальный: -69%, средняя: -10, духовный: 65%, знание: 61%, интуиция: -32%, эстетический: -67%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 22 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 98%, физический: -52%, интеллектуальный: 91%, средняя: -70, духовный: 29%, знание: -100%, интуиция: 100%, эстетический: -89%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 23 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -43%, физический: 73%, интеллектуальный: -91%, средняя: 48, духовный: -98%, знание: 100%, интуиция: 48%, эстетический: 22%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 24 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмо-

циональный: 90%, физический: 100%, интеллектуальный: 95%, средняя: 20, духовный: -78%, знание: 99%, интуиция: -97%, эстетический: -61%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 25 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -43%, физический: -13%, интеллектуальный: 81%, средняя: -42, духовный: -18%, знание: -87%, интуиция: -16%, эстетический: -72%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 26 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 97%, физический: -82%, интеллектуальный: 81%, средняя: -13, духовный: 98%, знание: 97%, интуиция: -97%, эстетический: 55%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

На занятии 23.12.2022 в группе 1/4 на этапе мотивационной деятельности использовалось интерактивные технологии. На этапе получения знаний руководствовались наглядным методом обучения.

Ученик 1 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -62%, физический: -27%, интеллектуальный: -97%, средняя: -56, духовный: -35%, знание: -61%, интуиция: 74%, эстетический: -15%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 2 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 22%, физический: -82%, интеллектуальный: -82%, средняя: -77, духовный: -98%, знание: -99%, интуиция: 61%,эстетический: -72%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 3 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -22%, физический: -63%, интеллектуальный: 81%, средняя: -8, духовный: -46%, знание: 13%, интуиция: -97%, эстетический: -98%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 4 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 78%, физический: 100%, интеллектуальный: -19%, средняя: -6, духовный: 51%, знание: -26%, интуиция: 74%, эстетический: 7%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 5 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -78%, физический: -100%, интеллектуальный: -91%, средняя: -24, духовный: 29%, знание: 71%, интуиция: -74%, эстетический: 42%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 6 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -43%, физический: 40%, интеллектуальный: -9%, средняя: 42, духовный: 12%, знание: -97%, интуиция: -74%, эстетический: 95%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 7 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -62%, физический: 89%, интеллектуальный: -82%, средняя: 5, духовный: -100%, знание: 99%, интуиция: 33%, эстетический: 7%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился в обучении на положительную оценку.

Ученик 8 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -97%, физический: -100%, интеллектуальный: -76%, средняя: -84, духовный: -81%, знание: 0%, интуиция: 0%, эстетический: -77%. Несмотря на отрицательный ин-

теллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 9 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -90%, физический: -73%, интеллектуальный: -99%, средняя: -72, духовный: -56%, знание: -38%, интуиция: 48%, эстетический: -43%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 10 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 90%, физический: -98%, интеллектуальный: 100%, средняя: 29, духовный: 85%, знание: 79%, интуиция: -74%, эстетический: 85%.

Ученик 11 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 0%, физический: 27%, интеллектуальный: -100%, средняя: -8, духовный: -90%, знание: 97%, интуиция: 74%, эстетический: 49%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 12 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 0%, физический: 27%, интеллектуальный: -100%, средняя: -8 духовный: -90%, знание: 97%, интуиция: 74%, эстетический: 49%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 13 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 78%, физический: -100%, интеллектуальный: 19%, средняя: -11, духовный: -98%, знание: 26%, интуиция: 97%, эстетический: -43%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 14 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 0%, физический: 82%, интеллектуальный: -82%, средняя: 22, духовный: -81%, знание: -97%, интуиция: -97%, эстетический: 89%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 15 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -22%, физический: -40%, интеллектуальный: -97%, средняя: -52, духовный: -90%, знание: -99%, интуиция: 84%, эстетический: -49%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 16 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -62%, физический: -89%, интеллектуальный: 91%, средняя: -27, духовный: 35%, знание: -38%, интуиция: 48%, эстетический: -49%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 17 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -43%, физический: 40%, интеллектуальный: -54%, средняя: 4, духовный: -65%, знание: -100%, интуиция: -84%, эстетический: 72%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 18 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -97%, физический: -27%, интеллектуальный: 10%, средняя: -30, духовный: 70%, знание: 50%, интуиция: -100%, эстетический: -7%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 19 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 78%, физический: 27%, интеллектуальный: 69%, средняя: 22, духовный: -65%, знание: -26%, интуиция: -74%, эстетический: -85%. Положительный интеллекту-

альный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 20 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 62%, физический: -13%, интеллектуальный: 37%, средняя: 21, духовный: 99%, знание: 99%, интуиция: -97%, эстетический: 14%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 22 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 0%, физический: 89%, интеллектуальный: 76%, средняя: -1, духовный: -40%, знание: -71%, интуиция: 48%, эстетический: -92%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 23 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -98%, физический: 63%, интеллектуальный: 0%, средняя: 1, духовный: -88%, знание: 71%, интуиция: -48%, эстетический: -61%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 24 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -22%, физический: -13%, интеллектуальный: 10%, средняя: -56, духовный: -100%, знание: 61%, интуиция: -74%, эстетический: -100%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 25 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -98%, физический: -98%, интеллектуальный: 87%, средняя: -98%, духовный: -78%, знание: -97%, интуиция: -92%, эстетический: -99%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 26 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 43%, физический: -52%, интеллектуальный: 87%, средняя: 24, духовный: 61%, знание: 50%, интуиция: -33%, эстетический: 99%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

На занятии 23.12.2022 в группе 1/4 на этапе мотивационной деятельности использовались интерактивные технологии. На этапе получения знаний руководствовались наглядным методом обучения.

Ученик 1 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -62%, физический: -27%, интеллектуальный: -97%, средняя: -56, духовный: -35%, знание: -61%, интуиция: 74%, эстетический: -15%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 2 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 22%, физический: -82%, интеллектуальный: -82%, средняя: -77, духовный: -98%, знание: -99%, интуиция: 61%, эстетический: -72%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 3 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -22%,физический: -63%, интеллектуальный: 81%, средняя: -8, духовный: -46% знание: 13%, интуиция: -97%, эстетический: -98%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 4 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 78% физический: 100%, интеллектуальный: -19%, средняя: -6, духовный: 51%, знание: -26%, интуиция: 74%, эстетический: 7%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 5 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -78%, физический: -100%, интеллектуальный: -91%, средняя: -24, духовный:

29%, знание: 71%, интуиция: -74%, эстетический: 42%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 6 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -43%, физический: 40%, интеллектуальный: -9%, средняя: 42, духовный: 12%, знание: -97%, интуиция: -74%, эстетический: 95%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 7 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -62%, физический: 89%, интеллектуальный: -82%, средняя: 5,духовный: -100%, знание: 99%, интуиция: 33%, эстетический: 7%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 8 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -97%, физический: -100%, интеллектуальный: -76%, средняя: -84, духовный: -81%, знание: 0%, интуиция: 0%, эстетический: -77%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 9 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -90%, физический: -73%, интеллектуальный: -99%, средняя: -72, духовный: -56%, знание: -38%, интуиция: 48%, эстетический: -43%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 10 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 90%, физический: -98% интеллектуальный: 100%, средняя: 29, духовный: 85%, знание: 79%, интуиция: -74%, эстетический: 85%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился в обучении на положительную оценку.

Ученик 11 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 0% физический: 27, интеллектуальный: -100%, средняя: -8, духовный: -90% знание: 97% интуиция: 74%, эстетический: 49%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 12 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 0% физический: 27%, интеллектуальный: -100% средняя: -8, духовный: -90% знание: 97% интуиция: 74%, эстетический: 49%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 13 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 78%, физический: -100%, интеллектуальный: 19%, средняя: -11, духовный: -98%, знание: 26%, интуиция: 97%, эстетический: -43%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 14 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 0%, физический: 82%, интеллектуальный: -82%, средняя: 22, духовный: -81%, знание: -97%, интуиция: -97%, эстетический: 89%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 15 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -22%, физический: -40%, интеллектуальный: -97%, средняя: -52, духовный: -90%, знание: -99%, интуиция: 84%, эстетический: -49%. Не смотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 16 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмо-

циональный: -62%, физический: -89%, интеллектуальный: 91%, средняя: -27, духовный: 35%, знание: -38%, интуиция: 48%, эстетический: -49%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 17 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -43% физический: 40% интеллектуальный: -54%, средняя: 4, духовный: -65% знание: -100%, интуиция: -84%, эстетический: 72%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 18 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -97%, физический: -27%, интеллектуальный: 10%, средняя: -30, духовный: 70%, знание: 50%, интуиция: -100%, эстетический: -7%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 19 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 78%, физический: 27%, интеллектуальный: 69%, средняя: 22, духовный: -65%, знание: -26%, интуиция: -74%, эстетический: -85%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 20 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 62%, физический: -13%, интеллектуальный: 37%, средняя: 21, духовный: 99%, знание: 99%, интуиция: -97%, эстетический: 14%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 22 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 0%, физический: 89%, интеллектуальный: 76%, средняя: -1, духовный: -40% знание: -71%, интуиция: 48%, эстетический: -92%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 23 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -98%, физический: 63%, интеллектуальный: 0%, средняя: 1, духовный: -88%, знание: 71%, интуиция: -48%, эстетический: -61%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 24 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -22%, физический: -13%, интеллектуальный: 10%, средняя: -56, духовный: -100%, знание: 61%, интуиция: -74%, эстетический: -100%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 25 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -98%, физический: -98%, интеллектуальный: 87%, средняя: -98, духовный: -78%, знание: -97%, интуиция: -92%, эстетический: -99%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 26 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 43%, физический: -52%, интеллектуальный: 87%, средняя: 24, духовный: 61%, знание: 50%, интуиция: -33%, эстетический: 99%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Занятие 26.12.2022 в группе 1/4 проводилось с использованием интерактивных методов обучения.

Ученик 1 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 0%, физический: 52%, интеллектуальный: -69%, средняя: -20, духовный: 0%, знание: -87%, интуиция: 97%, эстетический: 29%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 2 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 78%, физический: -98%, интеллектуальный: -37%, средняя: -66, духовный: -99%, знание: -87%, интуиция: 17%, эстетический: -95%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 3 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 43%, физический: -100%, интеллектуальный: 100%, средняя: 2, духовный: -12%, знание: -26%, интуиция: -97%, эстетический: -97%.

Ученик 4 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 22%, физический: 63%, интеллектуальный: 37%, средняя: 1, духовный: 18%, знание: -61%, интуиция: 33%, эстетический: -36%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 5 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -100%, физический: -73%, интеллектуальный: -54%, средняя: -17, духовный: -6%, знание: 38%, интуиция: -97%, эстетический: 77%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 6 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 43%, физический: -63%, интеллектуальный: -76%, средняя: -26, духовный: 56%, знание: -71%, интуиция: -100%, эстетический: 61%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 7 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -62%, физический: 89%, интеллектуальный: -82%, средняя: 5, духовный: -100%, знание: 99%, интуиция: 33%, эстетический: 7%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 8 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -90%, физический: -73%, интеллектуальный: -99%, средняя: -72, духовный: -56%, знание: -38%, интуиция: 48%, эстетический: -43%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 9 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -43%, физический: 0%, интеллектуальный: -91%, средняя: -30, духовный: -24%, знание: -71%, интуиция: 84%, эстетический: 0%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 10 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 43%, физический: -52%, интеллектуальный: 87%, средняя: 45, духовный: 61%, знание: 50%, интуиция: -33%, эстетический: 99%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 11 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -62%, физический: 89%, интеллектуальный: -82%, средняя: 5, духовный: -100%, знание: 99%, интуиция: 33%, эстетический: 7%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился в обучении на положительную оценку.

Ученик 12 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -62%, физический: 89%, интеллектуальный: -82%, средняя: 5, духовный: -100%, знание: 99%, интуиция: 33%, эстетический: 7%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную отметку.

Ученик 13 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 22%, физический: -73%, интеллектуальный: 69%, средняя: -1, духовный:

-99%, знание: -13%, интуиция: 97%, эстетический: 0%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 14 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -62%, физический: 14%, интеллектуальный: -37%, средняя: -6, духовный: -56%, знание: -99%, интуиция: -74%, эстетический: 61%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 15 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 43%, физический: -94%, интеллектуальный: -69%, средняя: -50, духовный: -100%, знание: -97%, интуиция: 48%, эстетический: -81%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 16 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 0%, физический: -27%, интеллектуальный: 99%, средняя: -27%, интуиция: 84%, эстетический: -81%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 17 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -90%, физический: -40%, интеллектуальный: 0%, средняя: -23, духовный: -35%, знание: -92%, интуиция: -48%, эстетический: 36%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 18 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -90%, физический: 52%, интеллектуальный: -46%, средняя: -33, духовный: 40%, знание: 79%, интуиция: -92%, эстетический: -49%. Несмотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился с обучением физике на положительную оценку.

Ученик 19 получил отметку «хорошо», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 22% физический: 89%, интеллектуальный: 97%, средняя: 38, духовный: -35%, знание: 13%, интуиция: -97%, эстетический: -55%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 20 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: 100% физический: -94%, интеллектуальный: 91%, средняя: 24, духовный: 95%, знание: 92%, интуиция: -92%, эстетический: 67%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 22 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -78%, физический: 82%, интеллектуальный: 10%, средняя: 14, духовный: -78%, знание: -26%, интуиция: -16%, эстетический: -55%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 23 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -62%, физический: -13%, интеллектуальный: 54%, средняя: -51, духовный: -65%, знание: 38%, интуиция: -84%, эстетический: -89%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 24 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -78% физический: -82%, интеллектуальный: -46%, средняя: -87, духовный: -93%, знание: 26%, интуиция: -33%, эстетический: -92%. Не смотря на отрицательный интеллектуальный биоритм, ученик справился в обучении на положительную оценку.

Ученик 25 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -62%, физический: -52%, интеллектуальный: 46%, средняя: -68, духовный: -95% знание: -79%, интуиция: -100%, эстетический: -85%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Ученик 26 получил отметку «отлично», его биоритмы в этот день следующие: эмоциональный: -22%, физический: 27%, интеллектуальный: 46%, средняя: 61, духовный: 29%, знание: 13%, интуиция: 16%, эстетический: 95%. Положительный интеллектуальный биоритм помог студенту в обучении.

Таким образом, можно сделать вывод, что не все учащиеся поддаются значениям биоритмов в различных её проявлениях. Каждый биоритм, а именно, физический, эмоциональный, интеллектуальный для учащихся имеет индивидуальный характер. Исходя из этого, нельзя точно ответить на вопрос о том, что оказывают ли какое-либо влияние на умственную способность студентов.

## Заключение

Использование системы подготовки по физике с интерактивными элементами в фармацевтическом колледже позволило повысить познавательный интерес к физике. Процесс обучения для учащихся является сложным и разносторонним, поэтому для успешности его выполнения педагогу следует на занятиях использовать различные методы обучения для активизации учеников. Конечно, для того, чтобы повысить производительность занятий по физике не требуется категорически отменить традиционные формы уроков по физике. Следует дополнить в деятельности изучения физики различные методы и приёмы для активизации познавательной учеников для быстрого запоминания и понимания учебного материала по физике. Применение интерактивных технологий обучения является непременным атрибутом системы подготовки по физике в фармацевтическом колледже. Результатом работы является определение основных педагогических условий, влияющих на эффективность системы подготовки по физике в фармацевтическом колледже. В качестве специфических черт системы подготовки по физике в фармацевтическом колледже можно выделить более яркие межпредметные связи в дисциплинах предметной подготовки, что влечёт необходимость подготовки интегрированных уроков межпредметного содержания.

Гипотеза исследования, заключающаяся в том, что если применять сочетание традиционных и интерактивных методов обучения физике, то можно повысить эффективность обучения физике в фармацевтическом колледже города Ульяновска, подтверждена полностью.

Использование интерактивных элементов при решении задач на уроках физики позволяет активизировать познавательную активность учащихся, проиллюстрировать учебный материал. Интерактивные элементы могут применяться на уроках физики различных типов, а также на различных этапах урока физики. Технология использования интерактивных элементов при решении задач на уроках физики в качестве элемента наглядности изложения теоретического материала по физике в старших классах общеобразовательной школы, способствующая развитию познавательных интересов и творческих способностей школьников по физике, показала положительные результаты.

#### Список использованных источников

- 1. Krusberg Zosia A. C. Emerging technologies in physics education // Journal of Science Education and Technology.— 2007.—jun.— Vol. 16, no. 5.— P. 401–411.— URL: https://doi.org/10.1007/s10956-007-9068-0.
- 2. Richtberg Stefan, Girwidz Raimund. Learning physics with interactive videos possibilities, perception, and challenges // Journal of Physics: Conference Series. 2019. aug. Vol. 1287, no. 1. P. 012057. URL: https://doi.org/10.1088/1742-6596/1287/1/012057.

- 3. Effects of learning physics using Augmented Reality on students' self-efficacy and conceptions of learning / Su Cai [et al.] // British Journal of Educational Technology. 2020. aug. Vol. 52, no. 1. P. 235–251. URL: https://doi.org/10.1111/bjet.13020.
- 4. Preston Christine M., Hubber Peter J., Xu Lihua. Teaching about electricity in primary school multimodality and variation theory as analytical lenses // Research in Science Education. 2022. mar. Vol. 52, no. 3. P. 949–973. URL: https://doi.org/10.1007/s11165-022-10047-9.
- 5. Kollöffel Bas, de Jong Ton. Conceptual understanding of electrical circuits in secondary vocational engineering education: combining traditional instruction with inquiry learning in a virtual lab // Journal of Engineering Education. 2013. jul. Vol. 102, no. 3. P. 375–393. URL: https://doi.org/10.1002/jee.20022.
- 6. Seeley Lane, Vokos Stamatis, Etkina Eugenia. Examining physics teacher understanding of systems and the role it plays in supporting student energy reasoning // American Journal of Physics. 2019. jul. Vol. 87, no. 7. P. 510–519. URL: https://doi.org/10.1119/1.5110663.
- 7. Bao Lei, Koenig Kathleen. Physics education research for 21st century learning // Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research. 2019. nov. Vol. 1, no. 1. URL: https://doi.org/10.1186/s43031-019-0007-8.
- 8. Automated analysis of short responses in an interactive synthetic tutoring system for introductory physics / Christopher M. Nakamura [et al.] // Physical Review Physics Education Research. 2016. mar. Vol. 12, no. 1. URL: https://doi.org/10.1103/physrevphyseducres.12.010122.
- 9. Bodin Madelen. Mapping university students' epistemic framing of computational physics using network analysis // Physical Review Special Topics Physics Education Research.— 2012.—apr.— Vol. 8, no. 1.— URL: https://doi.org/10.1103/physrevstper.8.010115.
- 10. Manurung Sondang, Pangabean Deo Demonta. Analysis of learning tools in the study of developmental of interactive multimedia based physic learning charged in problem solving // Journal of Physics: Conference Series. 2017. may. Vol. 846. P. 012029. URL: https://doi.org/10.1088/1742-6596/846/1/012029.

#### Сведения об авторах:

Алсу Рястемовна Гиматетдинова — студент факультета физико-математического и технологического образования ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», Ульяновск, Россия.

Web of Science ResearcherID P GYD-8333-2022

Original article PACS 01.40.Di OCIS 000.2060 MSC 97B10

# Investigation of interactive elements to enhance the cognitive activity of students in the classroom in physics at the College of Pharmacy

K. K. Altunin D, A. R. Gimatetdinova

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted January 25, 2023 Resubmitted January 27, 2023 Published March 10, 2023

**Abstract.** The features of the system of training in physics with the use of interactive elements in the teaching and control of knowledge in physics are considered. The results of the use of interactive elements to enhance the cognitive activity of students in physics classes at the Pharmaceutical College of Ulyanovsk are presented. The use of interactive elements in teaching and controlling knowledge in physics not only provides students with a deeper assimilation of educational material in physics, but also improves the quality of knowledge, cognitive interest in physics and creative activity among students, develops teamwork skills, logical thinking and creativity in students.

**Keywords:** physics, physics classes, cognitive activity, interactive element, development of logical thinking

#### References

- 1. Krusberg Zosia A. C. Emerging technologies in physics education // Journal of Science Education and Technology.— 2007.—jun.— Vol. 16, no. 5.— P. 401–411.— URL: https://doi.org/10.1007/s10956-007-9068-0.
- 2. Richtberg Stefan, Girwidz Raimund. Learning physics with interactive videos possibilities, perception, and challenges // Journal of Physics: Conference Series. 2019. aug. Vol. 1287, no. 1. P. 012057. URL: https://doi.org/10.1088/1742-6596/1287/1/012057.
- 3. Effects of learning physics using Augmented Reality on students' self-efficacy and conceptions of learning / Su Cai [et al.] // British Journal of Educational Technology. 2020. aug. Vol. 52, no. 1. P. 235–251. URL: https://doi.org/10.1111/bjet.13020.
- 4. Preston Christine M., Hubber Peter J., Xu Lihua. Teaching about electricity in primary school multimodality and variation theory as analytical lenses // Research in Science Education. 2022. mar. Vol. 52, no. 3. P. 949–973. URL: https://doi.org/10.1007/s11165-022-10047-9.

- 5. Kollöffel Bas, de Jong Ton. Conceptual understanding of electrical circuits in secondary vocational engineering education: combining traditional instruction with inquiry learning in a virtual lab // Journal of Engineering Education. 2013. jul. Vol. 102, no. 3. P. 375–393. URL: https://doi.org/10.1002/jee.20022.
- 6. Seeley Lane, Vokos Stamatis, Etkina Eugenia. Examining physics teacher understanding of systems and the role it plays in supporting student energy reasoning // American Journal of Physics. 2019. jul. Vol. 87, no. 7. P. 510–519. URL: https://doi.org/10.1119/1.5110663.
- 7. Bao Lei, Koenig Kathleen. Physics education research for 21st century learning // Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research.— 2019.—nov.— Vol. 1, no. 1.— URL: https://doi.org/10.1186/s43031-019-0007-8.
- 8. Automated analysis of short responses in an interactive synthetic tutoring system for introductory physics / Christopher M. Nakamura [et al.] // Physical Review Physics Education Research.— 2016.—mar.— Vol. 12, no. 1.— URL: https://doi.org/10.1103/physrevphyseducres.12.010122.
- 9. Bodin Madelen. Mapping university students' epistemic framing of computational physics using network analysis // Physical Review Special Topics Physics Education Research.— 2012.—apr.— Vol. 8, no. 1.— URL: https://doi.org/10.1103/physrevstper.8.010115.
- 10. Manurung Sondang, Pangabean Deo Demonta. Analysis of learning tools in the study of developmental of interactive multimedia based physic learning charged in problem solving // Journal of Physics: Conference Series. 2017. may. Vol. 846. P. 012029. URL: https://doi.org/10.1088/1742-6596/846/1/012029.

#### Information about authors:

Alsu Ryastemovna Gimatetdinova — student of the Faculty of Physics, Mathematics and Technological Education of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ulyanovsk State Pedagogical University", Ulyanovsk, Russia.

Web of Science ResearcherID P GYD-8333-2022

Научная статья УДК 373.545 ББК 74.262.23 ГРНТИ 14.33.09 ВАК 13.00.02 PACS 01.40.-d OCIS 000.2060 MSC 97B20

## Исследование элементов профильной подготовки по физике

Е. Н. Причалова <sup>1</sup>

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», 432071, Ульяновск, Россия

Поступила в редакцию 16 января 2023 года После переработки 17 января 2023 года Опубликована 10 марта 2023 года

**Аннотация.** Представлены результаты исследования элементов профильной подготовки по физике в старшей школе. Проанализированы результаты педагогического эксперимента по физике. Показано, что развитие системы подготовки по физике должно идти в направлении развития творческой составляющей мышления учащихся, включающей формирования креативности мышления и неординарности мышления учащихся в области физики.

**Ключевые слова:** физика, задача, система подготовки, педагогический эксперимент, профильное обучение, образование по физике

## Введение

Актуальность проблемы обучения решению физических задач различного уровня и типа заключается в том, что необходимо обеспечить возможность умственного развития учащихся в предметной области физики. Новизна проблемы проектирования системы подготовки по физике состоит в планомерном использовании системно-деятельностного подхода с разумным сочетанием использования современных информационных технологий.

Целью работы являются исследование системы подготовки по физике.

Задачей работы является проведение педагогического эксперимента по апробации системы подготовки по физике с использованием системы физических задач различного уровня и типа.

Объектом исследования является процесс по физике в старших классах.

Предметом исследования является формирование умения решать задачи разного уровня и типа в системе подготовки по физике в профильных классах на примере избранных тем по физике.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>E-mail: prichalova.katya@bk.ru

Гипотеза исследования состоит в том, что если использовать возможности интенсификации системы подготовки школьников по физике в рамках профильного обучения физике, то возможно построение эффективной системы подготовки школьников по физике в рамках профильного обучения физике.

В качестве методов исследования в работе используются методические приёмы и способы решения задач по физике при совместном использовании традиционных и дистанционных форм подготовки по физике.

В качестве базы исследования выбрано муниципальное автономное общеобразовательное учреждение города Ульяновска «Физико-математический лицей № 38». Педагогический эксперимент системы подготовки по физике с использованием системы физических задач различного уровня и типа проведён в Муниципальном автономном общеобразовательном учреждении города Ульяновска «Физико-математический лицей № 38» с ноября по декабрь 2022 года.

## Обзор

Понятие контактного взаимодействия является основополагающим в различных областях физики. Он упрощает физические модели, заменяя детализированное короткодействующее взаимодействие контактным потенциалом нулевого радиуса действия, который воспроизводит тот же параметр низкоэнергетического рассеяния, то есть длину рассеяния s-волны. В статье |1| обобщается концепция на открытые квантовые системы с короткодействующими двухчастичными потерями. В статье [1] показано, что короткодействующие двухчастичные потери могут быть эффективно описаны комплексной длиной рассеяния. Однако, в отличие от закрытых систем, динамика открытой квантовой системы определяется основным уравнением Линдблада, которое включает неэрмитов гамильтониан, а также дополнительный член рециркуляции. Таким образом, в статье [1] разрабатываются правильные методы для регуляризации обоих членов в основном уравнении в контактном (нулевом) пределе. Затем применяется регуляризованное комплексное контактное взаимодействие для изучения динамической проблемы слабо взаимодействующего и рассеивающего конденсата Бозе-Эйнштейна. Обнаружено, что физика значительно обогащается, поскольку длина рассеяния продолжается от действительной оси до комплексной плоскости.

Диэлектрически согласованная модель эталонного места взаимодействия является одним из методов, используемых для решения известного недостатка теории модели эталонного места взаимодействия: она недооценивает диэлектрическую проницаемость растворов. Недавно Нишихара и Отани разработали метод эффективной экранирующей среды из первых принципов в сочетании с теорией RISM, названный моделью эталонного места взаимодействия эффективной экранирующей среды, для моделирования физических свойств на границе раздела электрод/электролит. В статье [2] объединена диэлектрически согласованная модель эталонного места взаимодействия с моделью эталонного места взаимодействия эффективной экранирующей среды, чтобы повысить точность моделирования электрохимического интерфейса, который был применен к границе раздела Pt(111)/вода в качестве эталонного расчёта. Электрохимические свойства на границе раздела, такие как потенциал нулевого заряда, стандартный потенциал водородного электрода и ёмкость двойного слоя, всё разумно согласуются с предыдущими экспериментами. В статье [2] было обнаружено, что толщина контактного слоя хорошо коррелирует с ёмкостью двойного слоя. В статье [2] считается, что настоящий метод является полезным инструментом для лучшего моделирования физических свойств на электрохимических интерфейсах.

## Результаты педагогического эксперимента

Педагогический эксперимент проводился в Муниципальном автономном общеобразовательном учреждении города Ульяновска «Физико-математический лицей № 38» с ноября по декабрь 2022 года. В ходе педагогического эксперимента отслеживалась успеваемость на трёх занятиях по физике. В качестве занятия 1 по физике было выбрано занятие, проведённое 18 ноября 2022 года, на котором для контроля знаний проводилась самостоятельная работа по теме «Уравнение состояния идеального газа». В качестве занятия 2 по физике было выбрано занятие, проведённое 6 декабря 2022 года, на котором для контроля знаний проводилась самостоятельная работа по теме «Графики изопроцессов». В качестве занятия 3 по физике было выбрано занятие, проведённое 8 декабря 2022 года, на котором для контроля знаний проводилась контрольная работа по теме «Молекулярно-кинетическая теория. Свойства газов».

В результате анализа успеваемости учащихся по физике получены следующие результаты.

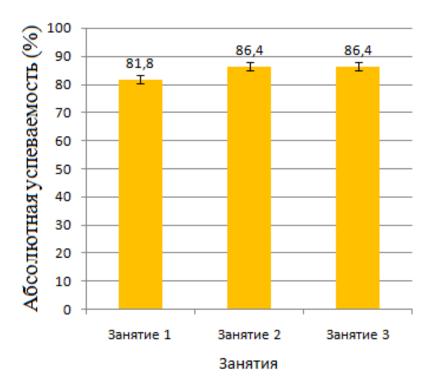


Рис. 1. Абсолютная успеваемость учащихся на трёх занятиях по физике в ходе педагогического эксперимента.

На рис. 1 приведено изображение гистограммы абсолютной успеваемости учащихся на трёх занятиях по физике в ходе педагогического эксперимента. Абсолютная успеваемость на занятие 1, проведённом 18 ноября 2022 года, по теме «Уравнение состояния идеального газа» составляет 81.8%. На занятии 2 по теме «Графики изопроцессов», проведённом 6 декабря 2022 года, абсолютная успеваемость равна 86.4%. На занятие 3, проведённом на тему «Молекулярно-кинетическая теория. Свойства газов» 8 декабря 2022 года, абсолютная успеваемость равна 86.4%, что соответствует допустимому уровню успеваемости.

На рис. 2 приведено изображение гистограммы качественной успеваемости учащихся на трёх занятиях по физике в ходе педагогического эксперимента. Качественная успеваемость на занятие 1, проведённом 18 ноября 2022 года, по теме «Уравнение состояния идеального газа» составляет 59.1%. На занятии 2 по теме «Графики изопроцессов», проведённом 6 декабря 2022 года, качественная успеваемость равна 72.7%. На занятие

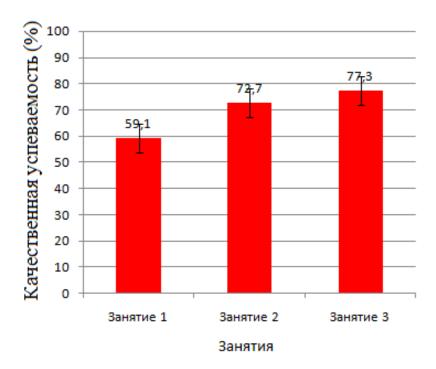


Рис. 2. Качественная успеваемость учащихся на трёх занятиях по физике в ходе педагогического эксперимента.

3, проведённом на тему «Молекулярно-кинетическая теория. Свойства газов» 8 декабря 2022 года, качественная успеваемость равна  $77.3\,\%$ . Уровень качественной успеваемости на всех занятиях соответствует оптимальному значению уровня качественной успеваемости.

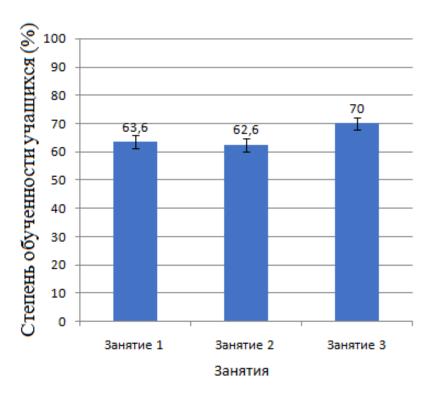


Рис. 3. Степень обученности учащихся на трёх занятиях по физике в ходе педагогического эксперимента.

На рис. 3 приведено изображение гистограммы степени обученности учащихся на

трёх занятиях по физике в ходе педагогического эксперимента. Степень обученности учащихся на занятие 1, проведённом 18 ноября 2022 года по теме «Уравнение состояния идеального газа» составляет  $63.6\,\%$ . На занятии 2 по теме «Графики изопроцессов», проведённом 6 декабря 2022 года, степень обученности равна  $62.6\,\%$ . Степень обученности на данных занятиях соответствует допустимому уровню. На занятие 3, проведённом на тему «Молекулярно-кинетическая теория. Свойства газов» 8 декабря 2022 года, степень обученности равна  $70\,\%$ , что соответствует оптимальному уровню обученности.

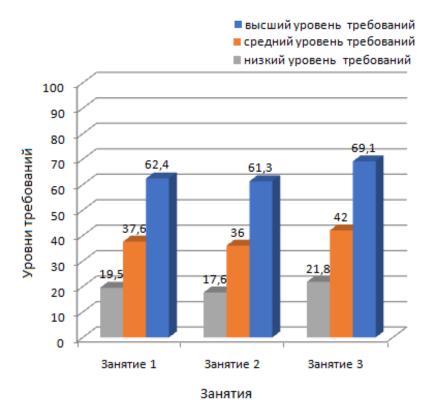


Рис. 4. Уровни требований на трёх занятиях по физике в ходе педагогического эксперимента.

На рис. 4 приведено изображение гистограммы уровней требований на трёх занятиях по физике в ходе педагогического эксперимента. На занятие 1, проведённом 18 ноября 2022 года по теме «Уравнение состояния идеального газа», наблюдается низкий уровень требований, который составляет 19.5 %, средний уровень требований, который составляет 37.6 %, высший уровень требований, который составляет 62.4 %. На занятии 2 по теме «Графики изопроцессов», проведённом 6 декабря 2022 года, низкий уровень требований составляет 17.6 %, средний уровень требований составляет 36 %, высший уровень требований составляет 61.3 %. На занятие 3, проведённом на тему «Молекулярнокинетическая теория. Свойства газов» 8 декабря 2022 года, низкий уровень требований составляет 21.8 %, средний уровень требований составляет 42 %, высший уровень требований составляет 69.1 %. Уровни требований находятся на оптимальном уровне для профильного класса.

Рассмотрим результаты диагностики по Джерому Брунеру на определение типа мышления учащихся.

На рис. 5 приведено изображение распределения показателя предметного мышления по ученикам экспериментальной группы в ходе педагогического эксперимента по физике.

На рис. 6 приведено изображение распределения показателя символического мышления по ученикам экспериментальной группы в ходе педагогического эксперимента по

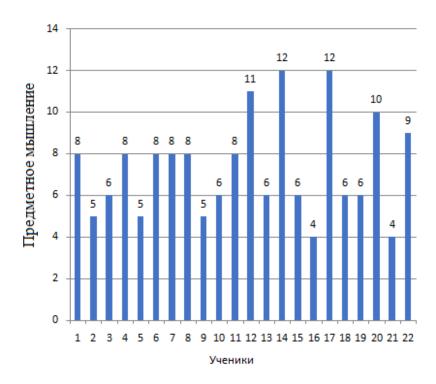


Рис. 5. Распределение показателя предметного мышления по ученикам экспериментальной группы в ходе педагогического эксперимента по физике.

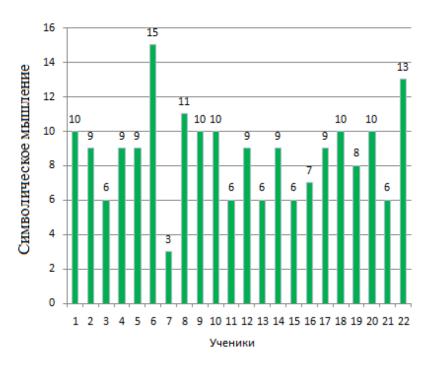


Рис. 6. Распределение показателя символического мышления по ученикам экспериментальной группы в ходе педагогического эксперимента по физике.

физике.

На рис. 7 приведено изображение распределения показателя знакового мышления по ученикам экспериментальной группы в ходе педагогического эксперимента по физике.

На рис. 8 приведено изображение распределения показателя образного мышления по ученикам экспериментальной группы в ходе педагогического эксперимента по физике.

На рис. 9 приведено изображение распределения показателя креативности мышления по ученикам экспериментальной группы в ходе педагогического эксперимента по

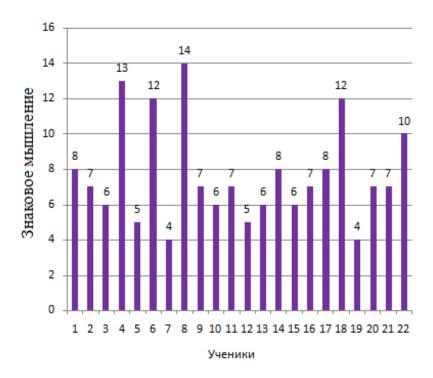


Рис. 7. Распределение показателя знакового мышления по ученикам экспериментальной группы в ходе педагогического эксперимента по физике.

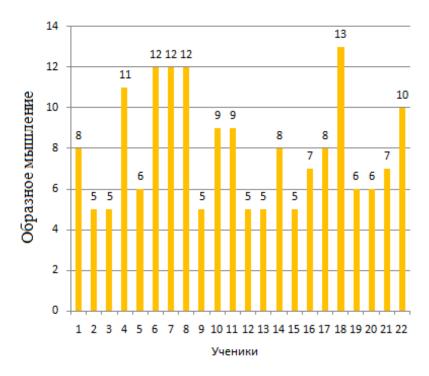


Рис. 8. Распределение показателя образного мышления по ученикам экспериментальной группы в ходе педагогического эксперимента по физике.

## физике.

На рис. 10 приведено изображение распределения учеников экспериментальной группы по типам мышления в ходе педагогического эксперимента по физике, выявленное в процессе диагностики по методике Джерома Брунера.

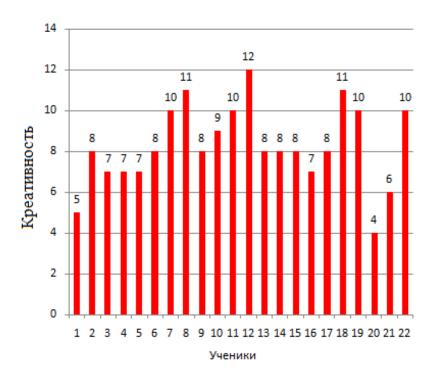


Рис. 9. Распределение показателя креативности мышления по ученикам экспериментальной группы в ходе педагогического эксперимента по физике.

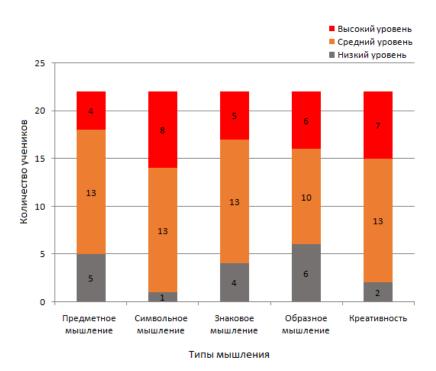


Рис. 10. Распределение учеников экспериментальной группы по типам мышления в ходе педагогического эксперимента по физике.

## Заключение

Развитие системы подготовки по физике должно идти в направлении развития творческой составляющей мышления учащихся, включающей формирования креативности мышления и неординарности мышления учащихся в области физики.

С использованием системы физических задач различного уровня и типа можно проводить эффективную подготовку учащихся старших классов по физике. Для постро-

ения эффективной подготовки одарённых учащихся профильных старших классов по физике необходимо использовать систематическую и планомерную подготовку с использованием системы задач различного уровня и типа по физике, а также эффективные методы контроля теоретических знаний, умений и навыков по физике.

Гипотеза исследования, состоящая в том, что если использовать возможности интенсификации системы подготовки школьников по физике в рамках профильного обучения физике, то возможно построение эффективной системы подготовки школьников по физике в рамках профильного обучения физике, подтверждена полностью.

Поставленные в работе задачи полностью решены.

#### Список использованных источников

- 1. Wang Ce, Liu Chang, Shi Zhe-Yu. Complex contact interaction for systems with short-range two-body losses // Physical Review Letters.— 2022.—nov.—Vol. 129, no. 20.—URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.129.203401.
- 2. Development of a dielectrically consistent reference interaction site model combined with the density functional theory for electrochemical interface simulations / Satoshi Hagiwara [et al.] // Physical Review Materials.— 2022.—sep.— Vol. 6, no. 9.— URL: https://doi.org/10.1103/physrevmaterials.6.093802.

#### Сведения об авторах:

**Екатерина Николаевна Причалова** — студент факультета физико-математического и технологического образования ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», Ульяновск, Россия.

E-mail: prichalova.katya@bk.ru ORCID iD © 0000-0003-4632-6420

Web of Science ResearcherID P ABB-9731-2021

Original article PACS 01.40.-d OCIS 000.2060 MSC 97B20

# Investigation of the elements of profile training in physics

E. N. Prichalova 🕩

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted January 16, 2023 Resubmitted January 17, 2023 Published March 10, 2023

**Abstract.** The results of a study of the elements of profile training in physics in high school are presented. The results of the pedagogical experiment in physics are analyzed. It is shown that the development of the system of training in physics should go in the direction of the development of the creative component of students' thinking, including the formation of creative thinking and originality of thinking of students in the field of physics.

**Keywords:** physics, task, training system, pedagogical experiment, profile education, education in physics

#### References

- 1. Wang Ce, Liu Chang, Shi Zhe-Yu. Complex contact interaction for systems with short-range two-body losses // Physical Review Letters.— 2022.—nov.— Vol. 129, no. 20.— URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.129.203401.
- 2. Development of a dielectrically consistent reference interaction site model combined with the density functional theory for electrochemical interface simulations / Satoshi Hagiwara [et al.] // Physical Review Materials.— 2022.—sep.— Vol. 6, no. 9.— URL: https://doi.org/10.1103/physrevmaterials.6.093802.

#### Information about authors:

**Ekaterina Nikolaevna Prichalova** — student of the Faculty of Physics, Mathematics and Technological Education of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ulyanovsk State Pedagogical University", Ulyanovsk, Russia.

E-mail: prichalova.katya@bk.ru ORCID iD © 0000-0003-4632-6420

Web of Science ResearcherID P ABB-9731-2021

Научная статья УДК 539.186 ББК 22.343 ГРНТИ 29.19.22 ВАК 01.04.05 РАСЅ 42.25.Bs OCIS 220.2945 MSC 78-11

# Разработка курса по занимательной физике

В.В. Шишкарев 📵, Н.Ю. Бурмистрова 📵 1

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», 432071, Ульяновск, Россия

Поступила в редакцию 23 января 2023 года После переработки 25 января 2023 года Опубликована 10 марта 2023 года

Аннотация. Разработан дистанционный курс по занимательной физике, работающий в рамках дополнительного образования, и он поможет учащимся освоить не только материал и увидеть эксперименты и опыты, но и самостоятельно освоить исследовательский метод. Разработана программа и элементы по учебно-методическим и контрольнопроверочным материалам в составе дистанционного обучающего курса по занимательной физике с применением дистанционных технологий. Разработан учебно-методический комплекс по курсу занимательной физики на основе авторского курса по занимательной физике, построенный после проработки проблемных вопросов, который содержит пояснения к использованию основных информационных и программных средств. Проведена детальная подготовка материала по механике, молекулярной физике и термодинамике, электричеству и магнетизму, оптике. Показана возможность эффективного использования курса по занимательной физике для повышения познавательного интереса и более глубокой подготовки к итоговой государственной аттестации с использованием методик смешанного обучения.

**Ключевые слова:** физика, курс, дистанционное обучение, дополнительное образование, повышения познавательного интереса

## Введение

Цифровые и сетевые технологии непрерывно развиваются и дают человечеству новые возможности коммуникации, развития и обучения. Образовательный процесс, не так давно, также перешёл в век цифровизации, в форме дистанционного образования. Само дистанционное образование также прошло большой путь от корреспондентской почты до электронной почты и дальше. Лишь в 2020 году дистанционное образование раскрыло свой потенциал в полной мере, показав себя почти со всех сторон. Для дистанционного образования нет расстояния, важно только наличие интернета и ряда

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>E-mail: burmistrova\_natalya2010@mail.ru

специальных программных приложений. Применяя дистанционное обучение в дополнительном образовании, выявляются следующие преимущества: устранение временного и пространственного ограничения, и связанные с этим проблемы; помочь учащимся обладающими физическими недостатками получить дополнительные знания, умения и навыки; расширение коммуникативных навыков учащихся; неформальная (домашняя) обстановка даёт способность более творчески мыслить.

Актуальность работы заключается в том, что разработанный учебно-методический комплекс по занимательной физики в рамках дистанционной образовательной технологии может расширить границы дополнительного образования по физике.

Целью работы является разработка учебно-методического комплекса для развития учебно-познавательных навыков учащихся по программам дополнительного с использованием дистанционных образовательных технологий. Задача исследования состоит в том, чтобы разработать программу и элементы по учебно-методическим и контрольно-проверочным материалам в составе дистанционного обучающего курса по занимательной физике с применением дистанционных технологий, провести анализ программы курса и учебно-методического материала с целью выявления путей совершенствования курса по занимательной физике, а также на основе анализа разработанных материалов выявить возможность путей совершенствования курса по занимательной физике для применения в школьном курсе физики.

Объектом исследования является дополнительное образование по физике с применением дистанционных технологий. Предметом исследования является процесс формирования навыков исследовательской и проектной деятельности в процессе дополнительного образования по физике с применением дистанционных технологий.

Гипотеза исследования состоит в том, что если использовать курс по занимательной физике, то можно развивать познавательную деятельность в условиях дополнительного образования возможно с использованием дистанционных технологий обучения физике.

## Обзор

Дополнительное образование в области естественнонаучного познания призвано расширить кругозор и знания учащихся в менее формальной обстановке, какой является школьное обучение. Образовательные задачи состоят в обучении решению задач нестандартными методами, показать степень развития современного научного и технического мира, мотивация к изучению науки, научить самореализовываться при изучении конкретных тем. Развивающие задачи состоят в том, чтобы показать способы и методы работы с литературными источниками информации, развить умение применять найденную информацию, формировать активное поведение в индивидуальной и групповой работе, развить инициативность, развить умение доказывать свою точку зрения в необходимом контексте. Воспитательные задачи состоят в том, чтобы воспитать бережное отношение к природе и технике, воспитать культуру общения и социального взаимодействия между учащимися и преподавателем [1].

Основными принципами дополнительного образования являются вариативность, которая полагает учёт индивидуальных особенностей и соответственно этому полагается индивидуальный путь учащегося, который самостоятельно выбирает для себя предмет из доступных программ дополнительного образования, где создано специальное пространство; субъективность, которая ориентация на саморазвитие и самообразование учащегося; гуманистическая ориентация, которая подразумевает добровольность выбора деятельности, доверительное отношение при выборе учащимся средств достижения целей и задач; эвристическая среда, которая включает творческие среды в образовательной деятельности, при этом творчество учащегося является критерием оценивания [2].

Переходя к этапам подготовки занятий по программам дополнительного образования, необходимо применять вышеуказанные принципы. Этапы подготовки занятий дополнительного образования мало отличаются от подготовки к обычному занятию и состоят из следующего: приготовление, анализ и накопление учебного материала; разработка программы обучения; выбор необходимой платформы, площадки, сайта или среды для обучения; разработка и размещение материалов на платформах; разработка контрольных материалов с применением дистанционного формата; корректировка, дополнение и модернизация учебного материала, программы [3].

# Результаты разработки курса по занимательной физике

В ходе исследования дополнительного образования по физике была составлена программа курса по занимательной физике. Программа курса по занимательной физике рассчитана на средний возраст 12-14 лет, то есть для тех учащихся, которые только начали изучать физическую науку. Данный возраст выбран по причине того, что в этот возрастной период у учащихся активно формируется научное познание мира, возникает стремление собственноручно проводить эксперименты и опыты, появляются более осознанные исследовательские действия. Курс по занимательной физике нацелен на развитие исследовательских навыков, а также на развитие навыков работы над проектом по физике. Плюс ко всему курс несёт в себе ещё и профориентационную направленность, так как предмет физики охватывает широкий спектр технических и связанных с физической наукой профессий. Программа курса по занимательной физике содержит в себе следующие элементы: пояснительная записка, в которой указывается возрастные рамки, количество часов, длительность занятий, цели и задачи программы; тематический план с указанием тем, количества отведенных часов, планом самостоятельной работы; содержание программы, то есть то что, заключено в темах занятий и ожидаемые результаты; календарный учебный план; краткое описание условий реализации программы, форм контроля, оценочных материалов. Программа предполагает теоретическое и практическое обучение (суммарно 72 часа) результатом которого будет некий проект или исследовательская работа, выполненная учащимся индивидуально или в группе самостоятельно.

Цели и задачи программы курса по занимательной физике показывают, что учащиеся должны овладеть навыками исследовательской деятельности в условиях дистанционного обучения. Более половины часов отводится на самостоятельную работу учащегося, в том числе проектную. Программа курса по занимательной физике разбита на модули, в которых содержится определенный набор тем и заданий для самостоятельного выполнения. Курс построен по принципу «от простого к сложному», то есть теоретический материал от темы к теме становится более сложным, но не менее интересным. Первый модуль рассчитан на знакомство учащимися с предметом физики как наукой о природе, вводятся основные понятия и определения в доступной и понятной форме, то есть в соответствии с принципами дополнительного образования. Всего в первом модуле семь тем. Второй и третий модуль предполагает более углубленное изучение разделов физики: механика, молекулярная физика и термодинамика, электричество и магнетизм, оптика. По окончании каждого модуля предполагается провести тестовый контроль на освоение изученного материала.

Теоретический модуль курса по занимательной физике включает в себя 26 тем. Тема 1 связана с изучением введения в физику, моделей в физике, единиц измерения в физике и понятия о физической картине мира. Тема 2 связана с изучением основ исследований в виде физического эксперимента. Тема 3 связана с изучением характеристик поступательного, вращательного, колебательного движений. Тема 4 связана с изучением объёма молекулы, атомов, плотности веществ и строения веществ. Тема 5 связана с

изучением понятия заряда и систем электрических обозначений и правил. Тема 6 связана с изучением химических источники тока, электростатических машин, генераторов и динамо-машин, ионисторов и конденсаторов. Тема 7 связана с изучением распространения света и принципа независимости световых пучков. Тема 8 связана с изучением скорости и ускорения движения тел. Тема 9 связана с изучением причин движения, сил, видов сил, импульса, законов Ньютона. Тема 10 связана с изучением законов сохранения в физике. Тема 11 связана с изучением движения в воздухе и в жидкости в рамках элементов аэростатики и гидростатики, воздухоплавания, условия плавания тел. Тема 12 связана с изучением характеристик механических колебаний и волн. Тема 13 связана с изучением твёрдого, жидкого и газообразного состояний, фазовых переходов. Тема 14 связана с изучением температура и методов передачи тепла. Тема 15 связана с изучением поверхностного натяжения, свойств поверхностного слоя жидкости, смачиваемости различных поверхностей, капиллярных явлений. Тема 16 связана с изучением диффузии как свойства веществ достигнуть равновесия. Тема 17 связана с изучением интересных тепловых явлений в виде перегретой жидкости, перегретого пара, переохлаждённой жидкости при высоких и низких температурах. Тема 18 связана с изучением неподвижных электрических зарядов и закона Кулона. Тема 19 связана с изучением электрического тока, движения зарядов, силы тока, сопротивления, удельного сопротивления. Тема 20 связана с изучением свойств электрического тока. Тема 21 связана с изучением магнитов магнитного поля, взаимодействия магнитных полюсов и магнитных явлений. Тема 22 связана с изучением электромагнитов, электромагнитных явлений, магнитоэлектрические явления, трансформатора. Тема 23 связана с изучением отражения света от плоского, вогнутого и выгнутого зеркал, построения изображений от зеркал. Тема 24 связана с изучением преломление света, закона преломления, хода лучей при преломлении, построения изображений. Тема 25 связана с изучением построения изображений при ходе лучей через линзы. Тема 26 связана с изучением волновых свойств света, явления интерференции, дифракции, дисперсии света.

Содержание программы курса по занимательной физике показывает ожидаемые результаты, то есть что в итоге учащийся должен получить и какие навыки приобрести после изучения каждой темы программы курса. Второй раздел программы содержит комплекс организационно-педагогических условий: календарный план, условия реализации, формы аттестации, оценочные материалы. В условиях реализации показывается, что со стороны обучающей организации предоставляются необходимые ресурсы, такие как, наличие широкополосного интернета, средств для воспроизведения и записи звука, технические и экспериментальные средства обучения, необходимое программное обеспечение (браузер, программы для онлайн видео трансляций и видеоконференций, программы эмуляторы лабораторного эксперимента и прочее). После изучения каждого модуля учащийся должен пройти тест, который также проводится в дистанционной форме. Темы курса соответствуют его содержанию, например, в теме 4 рассматривается строение веществ, соответственно в ней будут рассмотрены понятия молекулы и атома, рассмотрены явления теплового движения молекул и броуновское движение; тема 15 рассматривает поверхностное натяжение и капиллярные явления, тут будут рассмотрены свойства поверхностного слоя жидкости, явления смачиваемости тел, рассмотрено понятие мениска.

Методика обучения учащихся дополнительного образования в рамках курса по занимательной физике в дистанционном формате включает в себя признаки смешанного образования: онлайн видеоконференции или консультации; использование электронных источников информации; использование научного видеоконтента, как источника информации; тестовый контроль при помощи Интернет-ресурсов. Курс ведётся в дистанционном формате, соответственно для успешного освоения программы курса необходи-

мо, чтобы у учащегося был доступ в сеть Интернет. Часто бывает, что доступ в интернет ограничен в скорости по независящим от учащегося причинам. Это тоже учитывалось при разработке курса по занимательной физике. Обучение состоит из трёх основных частей. Первая часть состоит в теоретическом обучении, где учащийся изучает предложенную согласно программе тему курса. Вторая часть состоит в самостоятельной работе учащегося, где выполняются кратковременные лабораторные работы по физике. Третья часть состоит в проектной или исследовательской работе учащихся по физике. Теоретическое обучение подразумевает передачу учебного материала учащемуся в лекционной форме. Теоретическое обучение может выполнятся в двух дистанционных формах: видео-лекция или электронная книга. Видео-лекция предполагает, что преподаватель ведёт онлайн-лекцию, при необходимости с демонстрацией некоторых экспериментов и опытов. Электронная книга содержит необходимый материал в текстовой форме с использованием изображений. Выбор учащегося формы учебного материала исходит из возможностей его сети интернет, так как при низкой потоковой скорости сети интернет становится затруднительно смотреть прямую трансляцию лекции. Учебный материал соответствует содержанию тем, указанных в программе. Видео-лекция осуществляется в онлайн-формате, и содержит туже информацию, что и в электронной книге. Единственное, имеется дополнение в виде экспериментов или опытов. Во время трансляции активно используется демонстрационный материал в форме слайдов, в которых содержаться формулы, определения или формулировки законов.

Занятие с преподавателем в режиме онлайн проводятся на платформах с использованием вебинаров, чатом или общением через электронную почту. Тут учащийся (или группа) и преподаватель взаимодействуют в реальном времени несмотря на расстояние. Преподаватель предоставляет учебный материал, выступает консультантом и осуществляет контроль. Платформа для занятий содержит в себе учебный теоретический материал (аудио или видео-лекции, видео-эксперименты, электронные книги), который размещается по уровню сложности в соответствии с программой. Может быть разделен на несколько модулей, в которых будет содержаться по несколько тем. После изучения темы или модуля учащемуся предлагается выполнить некоторое самостоятельное задания (задача, практическая или домашняя лабораторная работа). Выполненное задание учащийся присылает или на личную почту или прикрепляет в обучающей платформе. Контроль может осуществляться, как в реальном времени (опрос во время видео сеанса), так и с использование различных тестовых систем (например, MOODLE, MyTest). Результаты контрольных мероприятий должны отображаться в электронном дневнике или журнале. Учащиеся могут пользоваться сторонними источниками информации, рекомендованными учителем при изучении учебного материала и при выполнении самостоятельных заданий.

Перед началом курса по занимательной физике учащемуся предлагается ознакомиться с инструкцией, где указано краткое содержание тематических модулей курса по элементарной физике, что требуется от учащихся в ходе обучения, а также как инструкция по загрузке заданий. Сам материал содержит упрощенные формулировки, а содержание наполнено примерами из жизни для лучшего восприятия теоретического материала по физике. Такая форма подачи теоретического материала по физике направлена на развитие воображения и пространственного мышления. Учебный материал в общем плане представлен удобном для чтения стиле, то есть это достаточно крупный шрифт. Для акцентирования внимания к определенным местам материала (определения, правила, формулировки законов и т.п.) используется приём выделения шрифтами, то есть если встречается формулировка закона, то используется жирный шрифт курсивов, выноски пишутся более мелким шрифтом, чем основной, важные слова и понятия выделяются заглавными буквами. Также абзацы с разным смысловым содержанием

разделены большим интервалом и полосой. Учебный материал содержит необходимые поясняющие изображения физических установок или блок-схемы для описания физических явлений. Табличные сведения, встречающиеся в учебном материале, могут быть как в самом тексте, а могут быть вынесены на отдельную страницу. Переход на отдельную страницу с учебным материалом осуществляется по ссылке, закреплённой на тексте или миниатюре.

Ознакомление учащимся теоретической части оканчивается заданием для самостоятельного выполнения. Задания согласованы с ранее изученной темой. Имеется три вида заданий: наблюдательный тип заданий, когда учащийся наблюдает за некоторым явлением и описывает его; практический тип заданий, когда учащийся изготавливает лабораторную установку из подручных средств и описывает, как сам процесс сборки установки и выполнение работы на ней, с описанием результатов наблюдения; задачный тип заданий, когда решение простейших задач, нацеленных на умение применять формулы или на развитие пространственного мышления. Оформление самостоятельной работы учащийся ведёт в свободной письменной или электронной форме, единственное, нужно назвать файл фамилией учащегося и номером самостоятельной работы, что упрощает проверку самостоятельных заданий, так как проверяющий уже знает, кто прислал задание. В инструкции к самостоятельной работе указывается, что должно быть отражено в работе. Данный вид практической деятельности в курсе призван для того, чтобы учащийся научился видеть и наблюдать за физическими явлениями, научился анализировать увиденное явление, описывать с точки зрения физики, из анализа делать выводы и строить самостоятельно теории. Изучив модуль учащихся проходить контрольный тест, призванный дать оценку усвоения учащимся учебного характера. Тестовый материал содержит различные вопросы по тематике, совпадающей с тематикой модуля. Вопросы представлены в различных вариантах: одиночный или множественный выбор, задание на соответствие. По всем модулям курса по занимательной физике созданы тестовые задания по физике. Все верные ответы автоматически суммируются, и по окончанию теста выводится оценка. Так же все ответы собираются в табличном процессоре для анализа заданий теста и последующей его коррекции в случае, когда большинство учащихся неудовлетворительно дает ответы на одни и те же вопросы. В этом случае вопросы либо меняют формулировку и даются другие. Отметка на тестовые задания по физике откроется учащимся после того, как они пройдут весь тест полностью, при этом будут видны его ответы (верные и нет). Это необходимо для того, чтобы учащийся понимал, в каких вопросах физики имеются пробелы.

Проектная или исследовательская работа учащегося начинается почти с первых занятий. Для начала учащемуся предлагается самостоятельно определиться темой своей проектной работы. То есть фактически ученик уже в самом начале должен включить свое «творческое и научное воображение» и выбрать себе то, что он сам хочет изучить или исследовать. После того, как ученик выбрал тему работы, преподаватель проводит коррекцию, то есть необходимо выделить физическую составляющую работы ученика и при необходимости внести коррекцию в тему работы. Процедура коррекции нужна только в том случае, если тема его работы недостаточно показывает физическую направленность. При работе учащегося над проектом или исследовательской работой, роль преподавателя определяется как консультант. Цель - научить учащегося работать самостоятельно с источниками информации, выделять главную информацию, правильно формулировать свои мысли и выводы. Тут для развития самостоятельности должен сыграть тот факт, что на учащегося отводится мало онлайн времени (3-7 минут, в зависимости от количества учащихся в группе), так как преподаватель находится на удалении от него. Консультационные мероприятия преподавателя с учащимися, как с группой, так и индивидуально могут происходить тремя способами: онлайн видеосвязь,

посредством социальных сетей или по электронной почте. Консультации по видеосвязи проводятся в неотложном случае, когда у преподавателя есть неотложные вопросы или дополнения к работе учащегося, или у учащегося возникли вопросы или проблемные ситуации, которые требуют «очного» общения. Альтернативой видео-консультациям могут стать социальные сети, так как там присутствует функция живого чата, то есть учащийся и преподаватель могут общаться посредством текстовых сообщений и аудиосообщениями. При этом имеется возможность использовать функцию обмена файлами (фото, видео или документы). В последнюю очередь общение учащегося с преподавателем может происходить посредством электронной почты, но тут есть минус, так как одна из сторон не всегда может сразу прочитать электронное письмо, поэтому растягиваются временные рамки. Плюсом является то, что при составлении письма можно более точно и сформулировано передать свои мысли и идеи. Так же следует сказать, что работа над проектом или исследованием может производиться как одним учащимся, так и группой (не более 3 человек). При групповой работе важно указать учащимся, что важно распределять работу по обязанностям и возможностям каждого участника группы. При данном виде работ у учащихся идет развитие коммуникативности, лидерских качеств и организованность. Когда учащийся или группа заканчивают работу проектом или исследовательской работой, предполагается что будет произведена защиту на конкурсе (внутренний, проводимый обучающей организацией или внешний, то есть сторонние организации, которые проводят конкурс научных работ или проектов). При этом работа учащегося должна соответствовать ряду требований: научность работы — работа должны содержать научную проблему, научные обоснования и методы исследования; наличие чёткого плана действия в разрешении проблемы; актуальность — то есть важность исследования для данной ситуации; наличие результата работы учащегося, как конечного продукта; наличие информационных источников, количество используемых источников показывает, насколько глубоко была изучена проблема исследования или проекта.

Любой курс рано или поздно должен дополняться новой информацией, трансформироваться или адаптироваться под иные условия. Дистанционный курс по занимательной физике не является исключением. Учитывая современные потребности учащихся в развитии их кругозора и базы знаний, что было бы отличным подспорьем для дальнейшего более результативного изучения физики в школе, планируется перестроить программу для учащихся более младшей возрастной группы. Курс по занимательной физике рассчитан на возраст 12-13 лет, планируется адаптировать для возраста 9-11 лет. Достигаться это будет посредством сокращения учебных часов, с 72 часов до 48 часов, переработкой учебного материала с учётом психологических особенностей данного возраста. Теоретический учебный материал сайта будет упрощен для наилучшего восприятия информации учащимися, введены больше изображений, таблиц и блок-схем. При проведении обучающих видео-встреч в формате онлайн планируется вставлять видеофрагменты и экспериментальные постановки, для создания более динамичного занятия, плюс будет введены интерактивные элементы, близкие к игровой форме задания для самостоятельного выполнения, чтобы усилить обратную связь и сильнее заинтересовать учащихся наукой. Контроль также будет переработан, в тестах по физике будет преобладать графические изображения над текстовыми вопросами. При работе учащихся над проектом количество времени на онлайн-консультацию будет увеличено. С учётом развития интернет-технологий и развитием интернет-сетей на периферии, планируется создать банк видео по теоретическим занятиям курса по занимательной физике. Видеоматериал предполагается разместить, как на онлайн-площадках и на сайте курса по занимательной физике, так и сделать доступной для скачивания, при этом защитив копирайтом от незаконного распространения. Открытие учебного видеоматериала на сайте будет производиться одновременно с текстовым материалом или будет предложен вариант перехода по ссылке. Для стимуляции выполнения заданий для самостоятельной работы планируется сделать переход на следующую страницу только после прикрепления выполненного задания, а сайт курса сделать авторизованным, то есть каждый учащийся будет получать индивидуальный логин и пароль для входа на курс по занимательной физике. Планируется, что данные изменения сформируют интересную и удобную дистанционную образовательную среду курса по занимательной физике. Для самостоятельных заданий планируется разработать специальный дневник, в который учащийся будет вносить свои наблюдения и прикреплять фотографию выполненной работы.

## Заключение

Разработан учебно-методический комплекс по курсу занимательной физики на основе авторского курса по занимательной физике, построенный после проработки проблемных вопросов, который содержит пояснения к использованию основных информационных и программных средств. Проведена детальная подготовка материала по механике, молекулярной физике и термодинамике, электричеству и магнетизму, оптике. Показана возможность эффективного использования курса по занимательной физике для повышения познавательного интереса и более глубокой подготовки к итоговой государственной аттестации с использованием методик смешанного обучения физике.

Физика является одним и тех предметов, который требует наглядности своих слов, но иногда школа не может показать по каким-либо причинам (чаще нехватка оборудования или опыта для демонстрации, так как много времени на его предварительную постановку для проверки) своим учащимся в урочное время эксперименты или опыты. Поэтому был разработан дистанционный курс по занимательной физике, работающий в рамках дополнительного образования, и он поможет учащимся освоить не только материал, но увидеть физические эксперименты и опыты, но и самостоятельно освоить исследовательский метод. Курс по занимательной физике состоит из трёх частей: теоретическая часть, практическая часть и проектная часть. Теоретическая часть выполняется параллельно практической части курса по занимательной физике и состоит из трёх модулей с определённым тематическим содержанием. Первый модуль: общий вводный (вводятся основные термины и понятия), второй и третий тематические, механика, молекулярная физика и термодинамика, электричество и магнетизм, оптика. После окончания изучения модуля учащийся должен пройти контроль в форме теста. Темы занятий можно изучать как самостоятельно (материал на сайте), так и посредством видео-вебинаров. После того как учащийся ознакомился с содержанием занятия, ему предлагается выполнить самостоятельное задание в виде кратковременной лабораторной работы, которая несёт наблюдательный и практический вид работ. Данный вид работ позволяет развить у учащихся наблюдательный, практический и аналитические навыки. Пока учащиеся проходят изучение курса по занимательной физике, учащимся предлагается выполнить проект или исследовательскую работу, с которым он может выступить впоследствии, как на школьном конкурсе проектов, так и на внешних конкурсах. В ходе выполнения работы ученик может консультироваться с преподавателем посредством социальных сетей, электронной почты или видеосвязи. Теоретическая часть и форма для отправки заданий размещаются на электронном образовательном ресурсе по занимательной физике.

Гипотеза исследования, состоящая в том, что если использовать курс по занимательной физике, то можно развивать познавательную деятельность в условиях дополнительного образования возможно с использованием дистанционных технологий обучения физике, подтверждена полностью.

#### Список использованных источников

- 1. Савельева М. В., Савельев А. Н. Педагогические технологии: инновационное применение // Высшее образование в России. 1990. № 2. С. 537–539.
- 2. Шаталов В. Ф. Учить всех, учить каждого // Педагогический поиск: сборник / Под ред. И. Н. Баженова. Москва : Педагогика, 1987. 541 с.
- 3. Горева О. М. Дистанционное обучение: возможности и перспективы // Современные наукоёмкие технологии. 2015. № 12-4. С. 655-659. URL: http://top-technologies.ru/ru/article/view?id=35345.

### Сведения об авторах:

Виктор Вячеславович Шишкарев — кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой физики и технических дисциплин ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», Ульяновск, Россия.

E-mail: svulgpu@mail.ru

ORCID iD 0000-0002-6340-7620

Web of Science ResearcherID P AAW-8459-2021

**Наталья Юрьевна Бурмистрова** — инженер центра информационных технологий ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И.

Н. Ульянова», Ульяновск, Россия.

E-mail: burmistrova\_natalya2010@mail.ru

ORCID iD 0000-0001-6636-0461

Web of Science ResearcherID P ABH-5440-2020

Original article PACS 42.25.Bs OCIS 220.2945 MSC 78-11

# Development of a course in entertaining physics

V. V. Shishkarev 📵, N. Yu. Burmistrova 📵

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted January 23, 2023 Resubmitted January 25, 2023 Published March 10, 2023

Abstract. A remote course on entertaining physics has been developed, which works as part of additional education, and it will help students not only master the material and see experiments and experiments, but also master the research method on their own. A program and elements were developed for educational, methodological and control and testing materials as part of a distance learning course in entertaining physics using distance technologies. An educational and methodological complex was developed for the course of entertaining physics on the basis of the author's course in entertaining physics, built after working out problematic issues, which contains explanations for the use of basic information and software tools. Detailed preparation of material on mechanics, molecular physics and thermodynamics, electricity and magnetism, optics has been carried out. The possibility of effective use of the course in entertaining physics to increase cognitive interest and deeper preparation for the final state certification using blended learning methods is shown.

 $\textbf{Keywords:} \ \ \textbf{physics, course, distance learning, additional education, increasing cognitive interest}$ 

#### References

- 1. Savelyeva M. V., Saveliev A. N. Pedagogical technologies: innovative application // Higher education in Russia. 1990. no. 2. P. 537–539.
- 2. Shatalov V. F. Teaching everyone, teaching everyone // Pedagogical search: collection / Ed. by I. N. Bazhenova. Moscow: Pedagogy, 1987. 541 p.
- 3. Goreva O. M. Distance learning: opportunities and prospects // Modern science-intensive technologies. 2015. no. 12-4. P. 655-659. URL: http://top-technologies.ru/ru/article/view?id=35345.

### Information about authors:

Viktor Vyacheslavovich Shishkarev — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Physics and Technical Disciplines the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ulyanovsk State Pedagogical University", Ulyanovsk, Russia.

 Web of Science ResearcherID P AAW-8459-2021

Natalya Yurievna Burmistrova — information technology center engineer at the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ulyanovsk State Pedagogical University", Ulyanovsk, Russia.

E-mail: burmistrova\_natalya2010@mail.ru

ORCID iD 0000-0001-6636-0461

Web of Science ResearcherID P ABH-5440-2020

## Секция 2

# Физико-математические науки

Научная статья УДК 535.016 ББК 22.343 ГРНТИ 29.31.21 ВАК 01.04.05 PACS 73.50.Pz OCIS 040.5350 MSC 00A79

## Полупрозрачные солнечные элементы

К. К. Алтунин <sup>1</sup>

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», 432071, Ульяновск, Россия

Поступила в редакцию 10 января 2023 года После переработки 12 января 2023 года Опубликована 10 марта 2023 года

Аннотация. Рассмотрены физические свойства полупрозрачных солнечных элементов. В результате анализа зависимости силы фототока кремниевого солнечного элемента со штатным интерференционным просветлением подтверждён факт сильной угловой зависимости интерференционных просветляющих покрытий от угла падения внешнего излучения. В результате анализа зависимости силы фототока кремниевого солнечного элемента с нанокомпозитным просветляющим покрытием получена слабая угловая зависимость оптического пропускания нанокомпозитных просветляющих покрытий от угла падения внешнего излучения, что играет важную роль в солнечной энергетике в решении проблемы увеличения эффективности солнечных установок.

**Ключевые слова:** солнечные элементы, солнечные панели, солнечная энергия, кремний, арсенид галлия, приёмник солнечной энергии, фотоэлектрические технологии, технологии концентрирования солнечной энергии, концентрирующие фотоэлектрические системы, интенсивность солнечного излучения

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>E-mail: kostya\_altunin@mail.ru

## Введение

Физический процесс преобразования солнечной энергии в электрическую энергию является важной научно-технической проблемой, связанной с перспективным направлением энергетики будущего.

В настоящее время интенсивно развиваются технологии создания солнечных панелей на основе кремния, арсенида галлия, а также тройных соединений или более сложных соединений и нанокомпозитов.

Актуальность солнечной энергетики постоянно растёт, потому что солнечная энергия является экологически чистой. Вторая причина актуальности использования солнечной энергии заключается в её ресурсоёмкости.

В процессе прохождения коротковолнового солнечного излучения через атмосферу различают следующие виды взаимодействий: поглощение в виде перехода энергии излучения в тепло, возбуждения молекул, с последующим излучением света большой угол; рассеяние в виде изменения направления распространения света в зависимости от угла; отражение, которое не зависит от угла, в среднем около 30% интенсивности космического солнечного излучения отражается обратно в космическое пространство, а большую часть излучения отражают облака, меньшую часть излучения отражают снег и лед на поверхности земли. Таким образом, установкой приёмника солнечной энергии необходимо определить, какое количество энергии требуется собрать, как предлагается использовать собранную энергию. Тогда можно рассчитать размер приёмника.

## Обзор научных работ по солнечным панелям

В настоящее время солнечная энергетика как альтернативный возобновляемый ресурс энергии развивается быстрыми темпами. Солнечный свет, возможно, является самым распространенным чистым источником энергии, который способен обеспечить постоянный и устойчивый экономический рост с минимальным пагубным воздействием на окружающую среду. Солнечные элементы из кристаллического кремния постоянно повышают эффективность и снижают стоимость изготовления за последние 40 лет @auxrussian@auxenglish[1–4], а в некоторых местах в мире по текущим ценам они способны производить электричество от солнечного света при сопоставимой стоимости электроэнергии, вырабатываемой из ископаемого топлива [5]. Основные автономные профессиональные приложения находятся для солнечной энергетики в транспортном, телекоммуникационном и нефтяном секторах. Генерация солнечной энергии предлагает аналогичные преимущества в сельских населённых пунктах, не использующих энергосистему, где она может заменить дорогие – и часто опасные – источники энергии, такие как керосин и дизельное топливо. Автономные сельские приложения в принципе охватывают всё, для чего удалённому сообществу может потребоваться электричество.

Фотоэлектрические технологии в их наиболее распространенной форме основаны на полупроводниковых устройствах, которые непосредственно преобразуют оптическую энергию от солнечного света в электрическую энергию. Ключевыми физическими шагами для типичного солнечного элемента с *p-n*-переходом являются оптическое поглощение, посредством которого избыточные электронные и дырочные носители заряда генерируются внутри устройства и разделяются встроенным потенциалом перехода, за которым следует перенос электронов и дырок к их соответствующим контактам. При подключении к резистивной нагрузке фотоэлектрическое напряжение и фототок, генерируемые солнечным элементом, рассеивают мощность, величина которой зависит от эффективности преобразования солнечной энергии солнечного элемента и интенсивности падающего солнечного излучения. Очевидная простота солнечного элемента в сочетании с огромным изобилием чистых, возобновляемых и относительно негеополи-

тических ресурсов солнечной энергии, доступных нашей планете (приблизительно 89000 тераватт на поверхности Земли), в течение многих лет вызывали интерес к фотоэлектрическим технологиям. С начала 2000-х годов этот импульс был особенно сильным в условиях растущей глобальной индустриализации и её влияния на доступ к традиционным ископаемым видам топлива и их использование.

История и развитие технологии солнечных элементов были замечательными благодаря огромному прогрессу в эффективности преобразования солнечной энергии и широте материалов, используемых в фотоэлектрической технике. Никогда ещё время не было так важно, как сейчас, чтобы этот чистый и богатый источник энергии стал главным, если не доминирующим компонентом энергетического ресурса человечества. В работе [6] представлен исторический обзор с первых дней фотоэлектрических исследований и разработок до наших дней, когда была широко продемонстрирована эффективность, превышающая 40%, кремниевые фотоэлектрические системы дали характеристики, близкие к теоретическим границам для этой материальной системы, поликристалических тонких плёнок на недорогих подложках находятся на пути к экономической жизнеспособности, и физика на основе наноструктур адаптируется для использования в новых поколениях фотоэлектрических технологий.

Энергия солнца создаётся реакцией ядерного синтеза водорода и гелия, которая происходит внутри Солнца на несколько миллионов градусов [7]. Разница в массе, возникающая в этом процессе, преобразуется в энергию. Поскольку Солнце находится в радиационном равновесии с холодной Вселенной, это, главным образом, определяется температурой его поверхности. Солнечная энергия, которая достигает поверхности земли, определяется соотношением диаметров Солнца и Земли и их расстоянием друг от друга. Как погодные, так и погодные условия оказывают большое влияние на состав излучения. Рассеянный свет содержит большую долю синего излучения. В лаборатории и при производстве солнечных элементов имитаторы Солнца очень близко аппроксимируют этот спектр, используя свет от ксеноновой лампы сверхвысокого давления через различные фильтры.

Концентрация солнечной энергии, также известная как солнечная тепловая электрическая энергия, представляет собой класс солнечных технологий, использующих концентрирующие солнечные коллекторы для фокусирования прямого компонента солнечного света на приёмнике, где солнечная энергия поглощается и нагревает рабочую жидкость, которая приводит в движение двигатель или электрогенератор, производящий электроэнергию. В концентрирующейся солнечной энергетической системе солнечное тепло заменяет сжигание ископаемого топлива, такого как уголь и природный газ, в обычной системе выработки электроэнергии коммунального масштаба для производства электроэнергии. Технологии концентрирования солнечной энергии являются тепловыми системами и не включают в себя концентрирующие фотоэлектрические системы.

Технологии концентрирования солнечной энергии включают в себя две основные архитектуры: системы точечного и линейного фокусирования. Различные типы концентраторов используются для каждого типа системы: силовые башни и тарелки, которые являются системами точечной фокусировки; и параболические желоба и линейный системы Френеля являются системами линейного фокуса. Каждая система производства электроэнергии имеет свой уникальный набор характеристик, включая коэффициент концентрации (способность концентрировать солнечный свет), рабочую жидкость, совместимость цикла питания, рабочую температуру и стоимость.

Одной из основных характеристик концентрирующих солнечных энергетических систем является способность интегрировать экономичное накопление тепловой энергии в виде расплавленных натриево-калиевых нитратных солей. В то время как концентри-

рующие солнечные энергетические системы без накопителя тепловой энергии обладают «тепловой инерцией», которая позволяет им работать через скромные переходные процессы в облаках, добавление накопителя тепловой энергии к системе увеличивает диспетчеризацию электричества и стоимость электричества, произведённого для коммунального предприятия.

В статье [8] рассматриваются устройство и применение в архитектуре солнечных батарей и панелей, а также классифицируются фотогальванические модули по методике изготовления, структуре, видам, уровню коэффициента полезного действия.

В работах [9, 10] описана конструкция солнечной теплофотоэлектрической кровельной солнечной панели, предназначенной для электрогенерации и теплогенерации, а также представлены результаты испытаний фотоэлектрических кровельных панелей планарной и концентраторной конструкций. Для улучшения охлаждения солнечных элементов и съёма тепловой энергии разработаны методики для проектирования и оптимизации солнечных теплофотоэлектрических модулей, которые позволяют создавать такие модули, визуализировать тепловые процессы, происходящие в них и делать выводы о целесообразности той или иной конструкции. В качестве реализации разработанных методик предложена конструкция солнечной теплофотоэлектрической кровельной панели, которая наряду со строительно-защитной функций позволяет потребителю получать электричество и тепловую энергию. В статье [10] рассматривается процесс изготовления и результаты испытаний солнечной фотоэлектрической кровельной панели планарной и концентраторной конструкции. Рассматриваемые солнечные кровельные панели изготавливаются по технологиям ламинирования и капсулирования двухкомпонентным полисилоксановым компаундом. В качестве результатов испытаний приведены физико-энергетические характеристики разработанных кровельных панелей. Для увеличения эффективности солнечных элементов представлена конструкция солнечной теплофотоэлектрической черепицы.

В статье [11] рассматриваются достоинства и недостатки готовых модульных навесных и полунавесных термопанелей и солнечных панелей, обеспечивающих энергоэффективность фасадных систем. Отмечается, что находящиеся внутри панелей высокотехнологичные и лёгкие термопрофили повышают сопротивление теплопередачи.

В статье [12] описаны экспериментальные исследования эффективности солнечных панелей в качестве дополнительной экранной защиты служебного модуля Международной космической станции, произведена оценка баллистического предела существующей экранной защиты служебного модуля при дополнительном экранировании солнечной панелью, которая даёт основание провести корректировку методики пересчёта баллистических зависимостей с учётом экранирования солнечными панелями служебного модуля в гиперскоростной области в части увеличения максимального баллистического предела в 1.5 раза.

В статье [13] описана разработка методики по определению минимальной температуры воздуха внутри помещения при дежурном режиме отопления в случае использования в окнах теплоотражающих экранов с применением многофункциональных энергоэффективных ставень с солнечной батареей.

Разработка энергосберегающей системы отопления солнечными жидкостными панелями, позволяющее в летнее время уменьшить расход энергоресурсов на подогрев до 5-10% общего расхода, описана в статье [14].

Разработка конструкции системы отопления и электроснабжения солнечными жид-костными панелями описана в работе [15].

В статье [16] рассматриваются солнечные панели как энергоэффективная замена обычных окон.

В статье [17] рассматривается два способа повышения эффективности солнечных

батарей — это оптимизация положения панелей и концентрирование световых лучей на солнечную панель. Оптимизация положения панелей, то есть непрерывное слежение за Солнцем в течение суток требует постоянного перпендикулярного положения панели к солнечным лучам. Второй способ повышения эффективности солнечных батарей основан на установке солнечной панели с оптическими системами, то есть увеличения плотности энергии падающих солнечных излучении с помощью концентраторов.

В процессе модернизации энергоэффективных технологий привычные солнечные панели в скором времени может заменить солнечная черепица. Несмотря на очевидные преимущества, черепица ещё не обладает должной конкурентоспособностью и используется редко. В работе [18] представлено сравнение обычных солнечных панелей с черепицей, рассмотрена возможность их применения в климатических условиях южной части России.

В статье [19] представлен обзор основных проблем солнечной электроэнергетики и разработок в области альтернативной энергетики.

В течение почти шестидесяти лет солнечная энергия для космических применений основывалась на неорганических фотоэлектрических системах, развивающихся от солнечных элементов, изготовленных из одного кристаллического кремния, до тройных соединений на основе сплавов германия и соединений  $A^{III}B^V$ . Класс фотовольтаических элементов на основе органических веществ, который варьируется от полностью органических до гибридных перовскитов, имеет потенциал стать прорывной технологией в космических применениях благодаря уникальной комбинации привлекательных внутренних свойств (например, запись высокой удельной мощности, настраиваемого окна поглощения) и возможности обработки.

Почти каждому искусственному устройству требуется энергия, чаще всего в виде электричества. Эта потребность движется вместе с устройством, когда выходим за пределы Земли. Чтобы обеспечить более длительный срок службы и снизить нагрузку, спутники на солнечной энергии были введены в конце пятидесятых годов, вскоре после общемирового объявления об успешном преобразовании солнечной энергии [20]. Таким образом, фотовольтаика позволила получить поистине возобновляемую и бесконечно изобильную энергию, стоимость которой определяется только первоначальными инвестициями для производства солнечных панелей и, когда это предусмотрено как источник энергии для космических аппаратов, их вывод из орбиты. Стоимость последнего быстро возрастает с массой объекта, приносимого в космос, что является ключом к потенциальным преимуществам ультратонких солнечных элементов. По этой причине уже с 1960-х годов космическая промышленность рассматривала внедрение тонкоплёночных солнечных элементов CuS<sub>2</sub>, CdS и CdTe на всё более энергоёмких коммуникационных спутниках, но в конечном итоге оставалась ориентированной на более надёжном кремнии [21].

В статье [22] сообщается о результатах исследования фотоэмиссии и оптических исследованиях образцов аморфного кремния, тщательно подготовленных для минимизации влияния дефектов. Кривые выхода фотоэмиссии и распределения энергии были получены от 5.5 до 11.7 эВ, а данные отражательной способности были измерены от 0.4 до 11.8 эВ. Оптические константы были определены с помощью анализа Крамерса-Кронига. Не найдено никаких свидетельств того, что волновой вектор  $\mathbf k$  обеспечивает значительное квантовое число в аморфном кремнии.

Тем не менее, уже в области аэрокосмической отрасли [23] и для органических и гибридных полупроводников [24, 25] удельная мощность (Вт/кг) была предложена как действительная цифра в качестве достойной оценки технологий фотовольтаики для космических полётов. В связи с этим органические солнечные элементы и гибридные органически-неорганические перовскитные солнечные элементы, называемые вме-

сте как гибридные и органические фотовольтаики, значительно превосходят их неорганические аналоги [24-26]. Они представляют собой две новые отрасли технологий фотовольтаики, которые увидели рост в течение последнего десятилетия (последние несколько лет в случае перовскитных солнечных элементов) благодаря их потенциально очень низким издержкам производства. Высокое поглощение фотоактивных слоёв в гибридных и органических фотовольтанках позволяет эффективно собирать свет в пределах нескольких сотен нанометров материала, что приводит к толщине на один-два порядка ниже, чем у неорганических тонких фотоэлектрических элементов. Остальные слои, составляющие стеки солнечных элементов, либо тонкие, либо сверхтонкие, чем поглотители, с единственным ограничением по толщине (и, следовательно, массе) происходит от подложки и инкапсуляции, которая может состоять из гибкой пластиковой плёнки толщиной несколько микрометров [24, 25]. Конкретная мощность, достигнутая к настоящему времени для перовскита (23 кВт/кг) [24] и органических (10 кВт/кг) [25] солнечных элементов, таким образом, превышает 20 или 10 раз больше, чем требуется некоторыми из новых миссий, которые предполагают необходимость снижения веса и снижения затрат на развертывание [21]. Высокая удельная мощность не является единственной привлекательной особенностью этих устройств. Указанная низкая стоимость изготовления обусловлена их внутренней совместимостью с методами низкотемпературной печати.

В течение последнего десятилетия двумерные твёрдые кристаллы привлекали большое внимание их уникальными особенностями, которые очень нужны для применений в оптоэлектронике, фотонике и термоэлектрике [27–29]. Их интригующие характеристики, такие как гибкость, прозрачность и сверхтонкость, делают их более удобными для сыпучих материалов в ультрасовременных наноразмерных технологиях. Ультратонкая геометрическая структура двумерных материалов приводит к эффектам квантового удержания в одном направлении, которые развивают много интересных особенностей в электронных и оптических свойствах двумерных материалов [27].

Различные оксиды перовскита неустанно исследовались в течение последних десятилетий как источник множества физических явлений, таких как упорядочение заряда, колоссальное магнитосопротивление, сверхпроводимость, сегнетоэлектричество, колоссальные магнитоэлектрические эффекты или фотовольтаический отклик [30–33]. Окислы марганца в настоящее время исследуются в физике конденсированных сред, и их популярность достигает уровней, сравнимых с уровнями высокотемпературных сверхпроводящих купратов.

В статье [34] представлена математическая модель солнечной панели, реализованная в программном математическом пакете MATLAB/Simulink. Для построения модели используется эквивалентная схема замещения солнечного элемента с одним диодом без учёта параллельного сопротивления. Последовательное сопротивление солнечной панели рассчитывается с помощью итерационного метода Ньютона с использованием данных её технической спецификации, что обеспечивает высокую точность моделирования. Адекватность модели оценивалась по известным техническим характеристикам модуля Solarex MSX 60. Полученные модельные вольт-амперные и вольт-ваттные характеристики модуля хорошо согласуются с данными завода изготовителя. Модель выполнена в виде отдельной подсистемы с возможностью ввода основных параметров через диалоговое окно, что позволяет легко её модифицировать. Кроме того, модель позволяет получать характеристики солнечных элементов различных типов и производителей, а также может использоваться для построения моделей солнечных панелей и фотоэлектрических систем произвольной конфигурации на их основе.

При преобразовании солнечной энергии в электрическую фотоэлектрическими преобразователями для получения максимального коэффициента полезного действия плос-

кость солнечных панелей должна быть перпендикулярной солнечному излучению. Для эффективного функционирования двухкоординатного электропривода ориентации солнечных панелей необходимо определять азимут Солнца и его высоту над горизонтом в месте их расположения [35].

В статье [36] рассматривается движение солнечной панели в непрерывном режиме слежения за Солнцем путём смещения угла наклона и направления установки солнечной панели, а также разработан алгоритм движения следящей за Солнцем подвижной панели.

В статье [37] установлены закономерности поступления солнечной энергии на солнечную панель закрепленную стационарно и постоянно ориентированную системой позиционирования перпендикулярно солнечному излучению. Выявлено влияние защитного остекления на уменьшение количества поступления энергии на приёмник солнечной панели в течение дня. Установлено относительные потери энергии в стационарно смонтированных солнечных панелях по сравнению с ориентацией их системой позиционирования. Расчёт мощности солнечных панелей представлен в [38].

В статье [36] рассматриваются основные угловые параметры, определяющие положение Солнца относительно Земли. Были выявлены и рассмотрены три варианта размещения подвижной и неподвижных солнечных панелей. Рассмотрение каждого варианта осуществлялось на основание мощностных показателей солнечной панели в течении одного календарного года. На основании полученных результатов был определён наиболее оптимальный вариант установки расположения солнечной панели относительно положения Солнца.

В статье [39] предложен телевизионный метод контроля люминесцирующих дефектов солнечных элементов, позволяющий определить потери на каждой ячейке и оценить эффективность преобразования солнечной панели в целом.

В статье [40] исследованы зависимости поглощательной способности полупроводников от толщины поглощающего слоя: кристаллического кремния, аморфного кремния, теллурида кадмия, диселенида индия и диселенида галлия.

За последние годы заметно выросло количество малогабаритной микроэлектронной аппаратуры с батарейным питанием, в том числе планшетных персональных компьютеров, карманных видеоигр, автономных видеопроигрывателей, цифровых фоторамок. Обычно в такой аппаратуре используются литий-ионные аккумуляторные батареи. Применение малогабаритных солнечных панелей для подзарядки литий-ионных аккумуляторных батарей рассмотрено в работе [41].

В статье [42] рассматривается моделирование солнечной панели в среде MATLAB. Модель разработана с использованием основных уравнений фотоэлектрических солнечных элементов, которые учитывают воздействия уровня солнечного излучения и перепадов температур. Проведена экспериментальная проверка расчетных соотношений MATLAB-модели на солнечной панели типа TCM-210SB.

В статье [43] рассмотрен алгоритм сборки уравнений кинетической энергии многозвенных механизмов с использованием матричного метода в среде графического программирования LabVIEW.

Существуют три вида установки панелей: на земле, на крыше здания, на фасаде здания. В работе [44] рассмотрено влияние ошибок ориентирования солнечных панелей на возникающие из-за них эксплуатационные проблемы. Сделан вывод о большей эффективности использования солнечных панелей, установленных на земле и на крыше здания. В работе [44] установлено, что система слежения за Солнцем повышает эффективность использования солнечных панелей, но увеличивает её стоимость.

В работах [45, 46] предлагается электрогенерирующий материал покрытия в виде черепицы из переработанных материалов на основе солнечных элементов и концентра-

тора солнечного излучения. Рассматриваются две версии солнечной черепицы — версия без концентраторов с планарными солнечными элементами и гелем, увеличивающими их срок службы, и солнечной черепицы с концентраторами, нарезанными солнечными элементами, гелем, концентратором солнечного излучения и оптической отклоняющей системой в виде призмы. Наряду со строительным значением солнечная черепица позволяет решить проблему выработки электроэнергии, увеличения срока службы солнечных модулей и вторичного использования пластиковых отходов.

Солнечная энергетика приближается к состоянию паритета цен с сетью, в котором она может составить ценовую конкуренцию традиционной энергетике [47].

В статье [48] рассматриваются возможности и экономические преимущества, которые может предложить новое оборудование для производства солнечной энергии. Основная идея состоит в том, чтобы использовать высотную аэростатическую платформу для поддержки фотоэлектрических модулей, чтобы существенно увеличить их мощность благодаря значительно усиленной солнечной радиации на рабочей высоте аэростата. Затем электрическая энергия передаётся на землю с помощью швартовного аэростата. Техническая осуществимость концепции демонстрируется с помощью стандартных уравнений и реалистичных значений для соответствующих инженерных параметров, которые описывают технические свойства материалов и подсистем. Тем не менее существуют проблемы, которые необходимо решить для повышения производительности; однако ни одна из этих проблем не считается отрицательной с технической точки зрения этой концепции. Предварительная модель затрат проиллюстрирована, и с использованием данных о единичных затратах для различных материалов и подсистем показано, что можно определить конкретный размер, который минимизирует стоимость произведённой энергии.

Совместное производство электроэнергии с помощью ветра и солнечной энергии является очень привлекательным решением для изолированных регионов с высоким уровнем годовой энергии ветра и инсоляции. В статье [49] разработана компьютерная модель для моделирования энергосистемы острова Средиземноморья, включая ветряную электростанцию, фотоэлектрическую электростанцию и систему хранения. Чтобы получить общее представление о производительности системы и экономических аспектах, модель также включает в себя несколько дизель-генераторов. Комбинированная система умеренных размеров может обеспечить значительную долю потребностей в электрической энергии. Различные параметры, рассчитанные при моделировании, могут быть использованы для улучшения конфигурации системы и оценки стоимости единицы электрической энергии.

В работе [50] представлены результаты исследования оптимальных параметров просветляющих покрытий солнечных панелей в зависимости от широты расположения солнечной электростанции.

Повышение энергоэффективности здания имеет большое значение для энергосбережения и защиты окружающей среды. Когда имеется несколько зданий с солнечной энергетикой и батареями, подключенными к микросети, координация распределенного энергопотребления и потребления может существенно повысить энергоэффективность. В статье [51] рассматривается проблема существенного повышения энергоэффективности солнечных батарей и вносятся следующие три основных вклада. Во-первых, сформулирована оптимизация работы микросети зданий как двухэтапную задачу стохастического программирования. Во-вторых, задача превращается в стохастическое смешанно-целочисленное линейное программирование. Затем метод сценария используется для решения проблемы. В-третьих, представлены тематические исследования университетского городка. Численные результаты показывают, что согласование распределенной солнечной энергии и батареи может снизить эксплуатационные расходы микросети.

В работе [52] описаны последствия использования плавникового коллектора при фокусировке солнечных коллекторов изучены и, как установлено, имеют свои преимущества. Уже много лет цилиндрическая парабола является потенциальной системой концентрации солнечного света. Он используется с плоскими или цилиндрическими приёмниками, расположенными перпендикулярно оптической оси параболы. Кажется, однако, что не было намного меньше ссылок на приёмники, расположенных вдоль оптической оси. Аксиально расположенный плоский приёмник (ребро) будет получать концентрированное солнечное излучение с обеих сторон. Следовательно, в этом случае не будет необходимости изолировать любую сторону приёмника. Кроме того, использование ребристого приёмника, обеспечивающего почти равные температуры на двух его поверхностях, может обеспечить дополнительные преимущества с точки зрения теплового дизайна.

Геометрическое поведение фокусирующего параболического жёлоба с ребристым приёмником было детально изучено с учётом интересного применения этой системы для фотоэлектрического преобразования солнечной энергии через солнечные элементы с двусторонним и многопереходным освещением по краям. В работе [53] представлены результаты, касающиеся влияния ошибок наведения жёлоба и ошибок выравнивания ребра на геометрическую концентрацию системы.

В статье [54] рассмотрено электроснабжение зданий с помощью солнечных панелей, рассмотрено устройство, принцип работы, классификация солнечных панелей.

В статье [55] проведен анализ эффективности солнечных панелей, представлены основные производители солнечных панелей и приведены их краткие характеристики. Наиболее эффективными на сегодняшний день являются монокристаллические солнечные панели, недостаток которых состоит в дороговизне. Наиболее оптимальными как по эффективности, так и по цене являются плёночные солнечные панели.

В работе [56] рассматриваются следующие четыре приложения, которые были наиболее распространены в течение нашего времени: насосная, медицинские учреждения, освещение и сельское сообщество. Поскольку солнечная энергия стала дешевле и надёжнее, она смогла заменить первичные батареи в портативных устройствах. Энергия от солнечных установок в зданиях может быть поставлена непосредственно жителям, вытесняя электричество, которое они иначе купили бы от сети.

В статье [57] предложено рациональное распределение солнечных панелей на сферическом архитектурном куполе с учётом климатических, синоптических, географических, метеорологических условий.

В контексте недавнего истощения запасов ископаемого топлива и проблем с ядерной энергией возрастают ожидания в отношении солнечной, ветровой, геотермальной энергии, биомассы и других природных энергий. Был проведён ряд исследований по применению солнечной энергии для восстановления металлов из оксидов металлов, для накопления энергии в виде разности химического потенциала и для получения водорода. Однако при прямом использовании солнечной энергии эффективность снижения составляет всего несколько процентов, что пока неосуществимо. Потому что в этом методе восстановления заключается в диссоциации кислорода и металлов при высокой температуре, которая была проведена в течение длительного времени, и оксиды металлов не могут быть нагреты до более чем около 3000 К даже с использованием солнечного света. Чтобы добиться эффективного восстановления металлов из оксидов металлов, необходима температура в несколько десятков тысяч градусов Цельсия [58].

В работе [59] предлагается генератор на солнечной батарее с инжекцией с тактовой частотой  $2.4\,\Gamma\Gamma$ ц, работающий на солнечной энергии с автономным питанием, обладающий высокой энергоэффективностью. Генератор с тактовой частотой  $2.4\,\Gamma\Gamma$ ц, работающий на солнечной энергии, с инжекционной блокировкой разработан для усиления

собираемых низкочастотных радиочастотных сигналов для сбора энергии. Солнечная панель с цепью регулятора напрямую преобразует солнечную энергию в электроэнергию генератора с инжекционной блокировкой впрыска. Метод прямого впрыска используется для уменьшения мощности, потребляемой генератором на солнечной батарее с инжекцией.

Наиболее важными аспектами любой опреснительной установки являются расходы на техническое обслуживание и эксплуатацию. Для солнечного опреснения воды снижение затрат и производство воды высшего качества по-прежнему являются решающими факторами, которые привлекают исследователей. Неисправности в конструкции систем опреснения воды могут привести к многочисленным проблемам технического обслуживания и эксплуатации в этих системах и могут привести к увеличению стоимости воды и/или снижению качества воды. В работе [60] предлагается аналитическое исследование конструктивных соображений и их влияния на эксплуатацию и техническое обслуживание опреснительных установок, работающих на солнечной энергии, таких как производительность, местоположение, технология, требования, технические характеристики воды, срок службы, доступность, надёжность и ресурсы. В работе [60] также представлен обзор факторов и компонентов затрат на опреснение по сравнению с другими альтернативами водоснабжения и традиционными методами опреснения воды; обсуждает проблемы и восприятие; и освещает последние разработки в технологии солнечного опреснения воды, которые влияют на общую стоимость доставки воды и отношения с эксплуатацией и техническим обслуживанием.

Функционирование электроэнергетических систем сегодня сталкивается с растущим уровнем неопределённости в поставках электроэнергии, вызванным всё большей и большей долей возобновляемых источников энергии в структуре генерации. Проблемы принятия решений, эксплуатации и планирования на рынках электроэнергии могут характеризоваться изменяющимися во времени и асимметричными затратами. Эти асимметричные затраты вызваны необходимостью постоянно балансировать систему электроснабжения, чтобы гарантировать надежную и безопасную подачу электроэнергии. Следовательно, понимание удовлетворительной неопределенности необходимо для удовлетворительного управления системой электроснабжения. Это создаёт необходимость в прогнозах, описывающих все варианты возобновляемого поколения. Вероятностные прогнозы производства возобновляемой энергии предоставляют пользователям ценную информацию о неопределённости, связанной с ожидаемым производством. Текущие современные прогнозы солнечного излучения были сосредоточены на получении надёжных точечных прогнозов. Дополнительная информация, включенная в вероятностные прогнозы, может иметь первостепенное значение для лиц, принимающих решения, чтобы эффективно использовать это неопределённое и переменное поколение. В статье [61] предлагается структура стохастического дифференциального уравнения для моделирования неопределённости, связанной с прогнозом точки солнечного излучения. Такой подход к моделированию позволяет охарактеризовать как структуру взаимозависимости ошибок прогнозирования кратковременного солнечного излучения, так и их прогнозное распределение. Три различные модели стохастических дифференциальных уравнений сначала подгоняются к набору обучающих данных, а затем оцениваются на однолетнем тестовом наборе. Окончательная предложенная модель определена в ограниченном и изменяющемся во времени пространстве состояний с почти нулевой вероятностью почти всех событий за пределами этого пространства.

Совместное использование чистых технологий может привести, помимо прочего, к снижению воздействия на окружающую среду, повышению эффективности системы, лучшему управлению нехваткой земли и уменьшению влияния изменчивости мощности прерывистых источников чистой энергии. Тем не менее, частные инвесторы, стал-

кивающиеся с бюджетными ограничениями, предпочтут инвестировать в комбинацию технологий только в том случае, если последняя будет более выгодной, чем инвестиции в одну технологию [62].

В статье [63] исследованы особенности физической расходимости поляризационной восприимчивости третьего порядка, которая представляет собой фотоиндуцированный ток в смещенных кристаллических изоляторах. Этот ток растёт квадратично со временем освещения при отсутствии релаксации импульса и насыщения.

Большинство фотоэлектрических поглотителей идентифицируются с использованием стандартного принципа выбора Шокли-Кейссера, который основан на оптимальных значениях ширины запрещённой зоны. Однако этот критерий оказался недостаточным, поскольку многие материалы с соответствующими значениями по-прежнему работают плохо. В статье [64] использовали расчёты, основанные на теории функционала плотности, для оценки трёх оксидов меди в качестве потенциальных фотоэлектрических материалов.

Работа солнечных элементов и солнечных панелей на основе молекулярных электронных материалов ограничена относительно высокими безызлучательными потерями напряжения. Считается, что основным путём безызлучательной рекомбинации в устройствах с органическим донорно-акцепторным гетеропереходом является распад возбуждённого состояния с переносом заряда в основное состояние посредством передачи энергии колебательным модам [65].

Проблемы образования в области возобновляемой электроэнергетики и электротехники обсуждаются в работе [66].

## Теория процессов в полупрозрачных солнечных элементах

Взаимодействие между светом и веществом, которое приводит к различным интересным явлениям, обычно сильно зависит от структурной симметрии и степени упорядочения в естественных или искусственных материалах. Исходя из существования или отсутствия дальнего и ближнего порядка, материалы (или структуры) могут обладать периодическим, квазипериодическим и случайным порядком соответственно. В частности, периодические структуры имеют как дальний, так и ближний порядок; квазипериодические структуры имеют дальний порядок, но и ближний беспорядок; а случайные структуры не имеют ни дальнего, ни ближнего порядка. Хорошо известно, что периодичность в структурах приводит к различным важным эффектам, например, что иллюстрирует теорема Блоха, в физике твёрдого тела.

Проектирование полупрозрачных солнечных элементов приводит к выбору компромисса между прозрачностью и эффективностью, поскольку прошедший свет не может быть преобразован в энергию полностью. Однако глаза человека чувствительны только к небольшому диапазону электромагнитного спектра. Признавая это, работают над компромиссом эффективности и прозрачности.

Как показано на рис. 1а, более половины входящих фотонов с энергиями выше запрещённой зоны кремния лежат вне видимого спектра и в основном в инфракрасной области электромагнитного спектра. В то время как фотоны в видимом спектре более энергичны, стандартные полупроводниковые солнечные элементы генерируют один носитель для каждого поглощенного фотона над запрещённой зоной независимо от частоты. Поэтому, адаптируя спектр поглощения стандартного полупроводникового солнечного элемента, чтобы он поглощал весь входящий инфракрасный свет над энергией запрещённой зоны при передаче всего видимого света, теоретически можно достичь прозрачного солнечного элемента с высокой эффективностью. Более подробный расчёт этого теоретического предела показывает, что предел эффективности Шокли-Клейссера для такого прозрачного солнечного элемента равен 21%, что почти на две

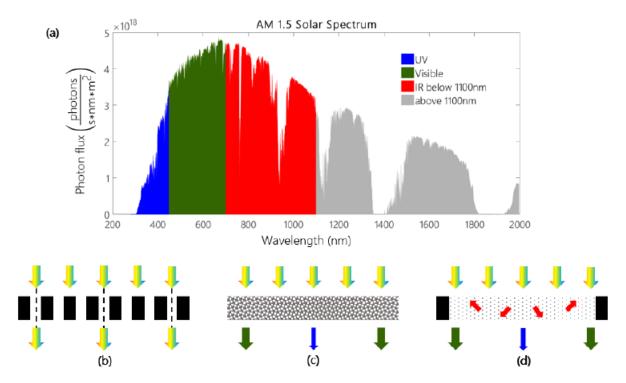


Рис. 1. Существующая технология прозрачных солнечных элементов. (а) Входящий поток фотонов от Солнца, разделённый на ультрафиолетовый, видимый и инфракрасный свет выше запрещённой зоны кремния. (b) Полупрозрачная ячейка, полученная из протравленной стандартной ячейки. (c) Полупрозрачная ячейка с частотно-избирательным активным слоем. (d) Полупрозрачный люминесцентный солнечный концентратор, который направляет преобразованный вниз свет на стандартные солнечные элементы.

трети превышает предельный коэффициент полезного действия для полупроводниковых солнечных элементов с одним соединением.

В то время как полупрозрачные солнечные элементы могут в принципе достичь достаточно высокой эффективности, существующие технологии ограничены несколькими ограничениями. Наиболее эффективная действующая стратегия, показанная на рис. 1b, достигает эффективности до 10%, но остаётся относительно непрозрачной. Эти ячейки состоят из традиционных полупроводниковых солнечных элементов с зазорами, вытравленными на их поверхности. Такая компоновка создает эффект, подобный экранированному крыльцу, когда достаточное количество света проходит сквозь эти человеческие глаза, может видеть изображение, но результирующее изображение размыто и затемнено, делая очевидным наличие солнечного элемента. Поскольку эти ячейки не могут различать видимый и невидимый свет, они действительно ограничены компромиссом между прозрачностью и эффективностью.

Другие полупрозрачные солнечные элементы включают в себя органические солнечные элементы, солнечные элементы с квантовыми точками и прозрачные люминесцентные солнечные концентраторы. На рис. 1с показана ячейка, в которой сам активный материал предназначен для поглощения невидимого света, такого как полупрозрачная органическая ячейка или ячейка квантовой точки. На рис. 1d показаны прозрачные люминесцентные солнечные концентраторы, в которых молекулярные красители поглощают входящий невидимый свет и переизлучают энергию со сдвинутой частотой, которая затем направляется полным внутренним отражением в волноводе к стандартному солнечному элементу. Поскольку в этих стратегиях используются материалы, которые поглощают невидимый свет, они достигают очень высокой прозрачности, до 84% в случае прозрачных люминесцентных солнечных концентраторов.

Рассмотрим шестиугольные синусоидальные наноструктурные покрытия солнечных элементов. Шестиугольные синусоидальные наноструктуры могут быть описаны с помощью уравнения

$$\mathcal{A}(x,y;\phi,h) = \frac{h}{H(\phi)} \cos\left[\frac{1}{2}\left(x+\sqrt{3}y\right)\right] \cos\left[\frac{1}{2}\left(x-\sqrt{3}y\right)\right] \cos\left(x+\phi\right) , \qquad (1)$$

где фаза структуры  $\phi$  позволяет сформировать гексагональную текстуру. Установка  $\phi=0$  приводит к тому, что называется структурой положительного косинуса ("+ cos"), тогда как  $\phi=\pi$  формирует структуру отрицательного косинуса ("- cos").

Архитектура ячейки рассмотрена в моделировании с использованием конечных элементов с двухсторонней текстурированной верхней ячейкой. На рис. 2 показана отрицательная косинусная наноструктура, для положительной косинусной текстуры ориентация текстуры меняется на противоположную. Для моделирования методом конечных элементов верхняя и нижняя области моделирования заключены соответственно полупространствами воздуха и кремния. Свет падает из воздушного пространства (сверху).

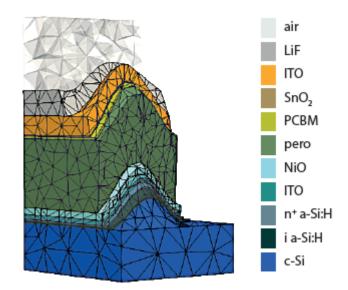


Рис. 2. Архитектура двухсторонней текстурированной ячейки.

Требуемая высота от вершины до долины h задается как входное значение;  $H(\phi)$  высота от вершины до долины ненормированной текстуры

$$H(\phi) = \frac{3\sqrt{3}}{4}\sin\left(\frac{\phi + \pi}{3}\right) . \tag{2}$$

Для структурных фаз имеем  $H\left(0\right)=H\left(\pi\right)=\frac{9}{8}.$ 

 $\Phi$ ункция масштабируется до желаемого периода P, который является стороной длины элементарной ячейки в форме ромба, с заменой

$$x \to \frac{2\pi}{\sqrt{3}P}x \,, \tag{3}$$

$$y \to \frac{2\pi}{\sqrt{3}P}y \ . \tag{4}$$

Соотношение сторон a определяется как a = h/P; малые или большие значения a приводят к довольно плоским или крутым текстурам, соответственно.

Рассмотрим обоснованность ламбертовской аппроксимации. В моделировании методом конечных элементов обрабатываем слой кремния как бесконечно толстый слой,

представленный идеально подобранным слоем. Для оценки поглощения в слое кремния толщиной  $160\,\mathrm{mkm}$  с идеальным захватом света умножим поглощение для бесконечного слоя кремния  $A_{\mathrm{Si}}^{\infty}$  (что эквивалентно передаче в этот слой) с фактором, связанным с пределом Тиедье-Яблоновича,

$$A_{\rm Si}(\lambda, L) = A_{\rm Si}^{\infty}(\lambda) \frac{\alpha(\lambda)}{\alpha(\lambda) + \left(4 \left[n_{\rm Si}(\lambda)\right]^2 L\right)^{-1}},\tag{5}$$

где L и  $n_{\rm Si}$  – толщина слоя и действительная часть показателя преломления кремния соответственно. Кроме того, предположим, что оптическое поглощение всех остальных слоёв не подвержено влиянию; разница между поглощением в бесконечном слое кремния и пределом Тиедье-Яблоновича была добавлена к отражательной способности R,

$$R(\lambda, L) = R^{\infty}(\lambda) + A_{Si}^{\infty}(\lambda) - A_{Si}(\lambda, L) . \tag{6}$$

Можно сказать, что выбранное приближение для расчёта отражательной способности, основанное на пределе Тиедье-Яблоновича, хорошо подходит для оценки поглощения кремниевой солнечной панели, которое будет присутствовать в реалистичном стекле солнечных элементов с пирамидальным обратным рефлектором. Хотя этот предел немного переоценивает поглощение по сравнению с более реалистичным случаем, разница достаточно мала, чтобы оценка оставалась полезной.

# Зависимость фототока в кремниевом солнечном элементе от угла падения внешнего светового потока

Технология нанесения плёнок из нанокомпозитных материалов из полиметилметакрилата с наночастицами серебра позволяет получать однородные толстые плёнки толщиной 30-80 мкм на поверхностях стекла, кремния различной площади. При этом достигается выполнение необходимых технических условий, а именно, стабилизация поверхности наночастиц серебра, равномерное распределение наночастиц серебра в полимерной матрице, изоморфизм наночастиц.

Известно, что интерференция естественного света в толстых плёнках, толщина которых значительно больше длины волны падающего света, невозможна, если плёнки изготовлены из обычных прозрачных материалов. Это связано с отсутствием пространственной когерентности волн на границах плёнки даже для световых волн высокой монохроматичности. В толстых плёнках в поле естественного света, содержащего цуги с различными волновыми векторами, разность хода на границах толстой плёнки становится случайной величиной, и интерференция не наблюдается.

Представляет значительный интерес исследование при воздействии на поверхность образца плёнки из нанокомпозитного материала из полиметилметакрилата с наночастицами серебра направленных световых пучков.

На рис. З представлены экспериментальные результаты исследования фототока в кремниевом солнечном элементе, поверхность которого покрыта нанокомпозитной плёнкой из полиметилметакрилата с наночастицами из серебра. В качестве источника света использована галогеновая лампа. Открытый световой поток с помощью конденсора формирует практически коллимированный поток света. Угол поворота образца от 0 до 90 градусов. Расстояние от выходной плоскости лампы до образца 15 см, освещенность регулируется электрическим образом, изменяя питание лампы.

Эффективность солнечных элементов определяется по формуле:

$$\eta = \frac{I_{sc}V_{oc}FF}{EA_c} \,, \tag{7}$$

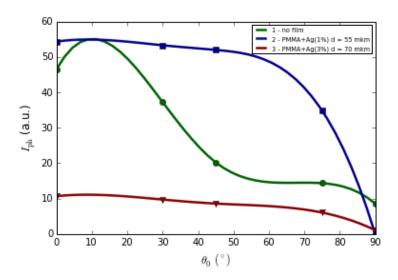


Рис. 3. Зависимость фототока в кремниевом солнечном элементе от угла падения внешнего светового потока.

где  $I_{sc}$  — ток короткого замыкания,  $V_{oc}$  — напряжение холостого хода, FF — фактор заполнения, E — мощность внешнего излучения,  $A_c$  — площадь поверхности солнечного элемента. Стандартные условия облучения соответствуют температуре окружающей среды 25 ° C, мощности облучения  $E=1000\,\mathrm{Bt/m^2}$  при атмосферной массе 1.5 (AM 1.5). При этих условиях солнечный элемент с эффективностью 12 % и площадью  $A_c=0.01\,\mathrm{m^2}$  генерирует мощность 1.2 Вт.

Для экспериментального исследования угловой зависимости для нанокомпозита использован набор серийно выпускаемых кремниевых солнечных элементов различной эффективности от 10% до 21.37%. Два из этих солнечных элементов выпускаются серийно американской компанией Sun Power, остальные были изготовлены по технологии ВИЭСХ (Москва). На поверхности этих солнечных элементов были нанесены штатные интерференционные просветляющие покрытия. Нанокомпозитные плёнки из полиметилметакрилата с наночастицами из серебра толщиной 30 мкм были нанесены на внешнюю поверхность всех солнечных элементов. Отражательная способность этих образцов значительно понижается по сравнению с отражательной способностью солнечных элементов без нанокомпозитной плёнки с наночастицами серебра равномерно по всему спектру от 450 нм до 1000 нм.

В результате анализа зависимости силы фототока кремниевого солнечного элемента со штатным интерференционным просветлением подтверждён факт сильной угловой зависимости интерференционных просветляющих покрытий от угла падения внешнего излучения. В результате анализа зависимости силы фототока кремниевого солнечного элемента с нанокомпозитным просветляющим покрытием получена слабая угловая зависимость оптического пропускания нанокомпозитных просветляющих покрытий от угла падения внешнего излучения, что играет важную роль в солнечной энергетике в решении проблемы увеличения эффективности солнечных установок.

#### Заключение

В результате экспериментальных исследований значений фототока кремниевого солнечного элемента со штатным интерференционным просветлением подтвержден известный факт сильной угловой зависимости интерференционных просветляющих покрытий от угла падения внешнего излучения. Генерируемый фототок в солнечном элементе пропорционален оптическому пропусканию света внутрь кремния. Угловые измерения

этого же солнечного элемента, покрытого толстой нанокомпозитной плёнкой из полиметилметакрилата с наночастицами из серебра, показали слабую угловую зависимость оптического пропускания. Следовало ожидать, что обнаруженный в коллимированных пучках эффект слабой зависимости фототока от угла падения внешнего излучения, играет важную роль в солнечной энергетике в решении проблемы увеличения эффективности солнечных установок.

Для эффективности образцов солнечных элементов в диапазоне углов от 0 до 70 ° известна слабая по сравнению с косинус—фактором угловая зависимость эффективности солнечных элементов. Для одного из образцов при нулевом угле падения солнечного излучения вольт—амперные характеристики дают значения  $V_{oc}=0.41\,\mathrm{B},\ I_{sc}=1.7\,\mathrm{A},\ FF=0.621,\ A_c=\frac{1}{2}\ 12.5\times12.5\ \mathrm{cm}^2,\ E=718\,\mathrm{Br/m}^2,\$ температура воздуха  $18\ ^\circ\mathrm{C},\$ что соответствует эффективности солнечного элемента  $\eta=12.43\ \%.\$ При угле падения солнечного излучения  $60\ ^\circ$  из вольт—амперных характеристик могут быть получены значения:  $V_{oc}=0.43\,\mathrm{B},\ I_{sc}=0.89\,\mathrm{A},\ FF=0.663,\$ что соответствует эффективности  $\eta=10.49\ \%,\$ вместо  $6.212\ \%,\$ в соответствии с косинус—фактором. Таким образом, известно, что нанокомпозитные плёнки из полиметилметакрилата с наночастицами из серебра являются высокоэффективными просветляющими покрытиями, позволяющими в  $1.69\$ раза увеличить эффективность солнечных элементов при большом наклоне солнечного излучения. Это означает, например, что можно не применять дорогостоящие устройства слежения за Солнцем для достижения необходимого энергопотребления солнечной установки.

### Список использованных источников

- 1. Solar cell efficiency tables (version 40) / M. A. Green [et al.] // Progress in Photovoltaics: Research and Applications. 2012. jul. Vol. 20, no. 5. P. 606–614. URL: https://doi.org/10.1002/pip.2267.
- 2. Green M. A. Silicon solar cells: evolution, high-efficiency design and efficiency enhancements // Semiconductor Science and Technology. 1993. jan. Vol. 8, no. 1. P. 1—12. URL: https://doi.org/10.1088/0268-1242/8/1/001.
- 3. Solar cell efficiency tables (version 41) / M. A. Green [et al.] // Progress in Photovoltaics: Research and Applications. 2012. dec. Vol. 21, no. 1. P. 1–11. URL: https://doi.org/10.1002/pip.2352.
- 4. Review of status developments of high-efficiency crystalline silicon solar cells / J. Liu [et al.] // Journal of Physics D: Applied Physics.— 2018.—feb.— Vol. 51, no. 12.—P. 123001.— URL: https://doi.org/10.1088/1361-6463/aaac6d.
- 5. Branker K., Pathak M.J.M., Pearce J.M. A review of solar photovoltaic levelized cost of electricity // Renewable and Sustainable Energy Reviews.—2011.—dec.—Vol. 15, no. 9.—P. 4470-4482.—URL: https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.104.
- 6. Photovoltaic devices / S. A. Ringel [et al.] // Guide to state-of-the-art electron devices. John Wiley & Sons, Ltd, 2013. feb. P. 213–223. URL: https://doi.org/10.1002/9781118517543.ch16.
- 7. Goetzberger A., Knobloch J., Voß B. Solar power // Crystalline silicon solar cells. John Wiley & Sons, Ltd, 2014.—sep.— P. 5-7.— URL: https://doi.org/10.1002/9781119033769.ch2.
- 8. Киричук Ю. Б., Ким А. А. Солнечные панели и батареи в архитектуре // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции  $\Phi$ АД ТОГУ. 2017. Т. 2. С. 123–129.

- 9. Панченко В. А. Кровельные солнечные панели для электро- и теплогенерации // В сборнике: Возобновляемые источники энергии. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием и XI научной молодежной школы. Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Объединенный институт высоких температур РАН, 2018. С. 151–160.
- 10. Панченко В. А. Кровельные солнечные панели для энергоснабжения инфраструкутрных объектов // Современные проблемы совершенствования работы железнодорожного транспорта. 2018. № 14. С. 109–117.
- 11. Абрамян С. Г., Саутиев А. У. Термо- и солнечные панели для энергоэффективных фасадных систем // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2018. № 10. С. 237—240.
- 12. Волков О. В., Горбенко А. В., Шевченко И. В. Исследование пробоя защиты служебного модуля Международной космической станции при дополнительном экранировании солнечными панелями // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14, № 1-2. С. 477–479.
- 13. Захаров В. М., Смирнов Н. Н., Лапатеев Д. А. Тройной энергетический эффект для систем энергоснабжения зданий от использования теплоотражающих экранов с солнечными панелями в окнах // В сборнике: Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии XVIII Бенардосовские чтения: материалы международной научно-технической конференции. Иваново, 27-29 мая 2015 г. Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина, 2015. С. 148—152.
- 14. Ломач М. С., Алексеев И. С. Разработка энергосберегающей системы отопления солнечными жидкостными панелями // В сборнике: Материалы докладов 48 Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной 50-летию университета в 2 т. Витебский государственный технологический университет, 2015. С. 271–274.
- 15. Алексеев И. С., Дорошенко И. А. Разработка конструкции системы отопления и электроснабжения солнечными жидкостными панелями // В сборнике: Материалы докладов 44 научно-технической конференции преподавателей и студентов университета. Витебский государственный технологический университет, 2011. С. 312—314.
- 16. Кривцова Л. А., Хромченко А. Ю. Солнечные панели как энергоэффективная замена обычных окон // В сборнике: Информационные технологии, энергетика и экономика. Сборник трудов XV Международной научно-технической конференции студентов и аспирантов. В 3-х томах. Универсум (Смоленск), 2018. С. 29–32.
- 17. Основные параметры солнечной панели с концентраторами / Д. Ш. Ахмедов [и др.] // Вестник Югорского государственного университета. 2015. № S2 (37). С. 145–147.
- 18. Быкова Ю. В., Баженова Е. Е. Преимущества перехода от солнечных панелей к солнечной черепице // StudArctic Forum. 2017. Т. 3, № 7 (7). С. 41–47.
- 19. Зуев Ю. М., Андреева Е. Н. Проблемы альтернативной электроэнергетики. Солнечные панели // В сборнике: Современные технологии в электроэнергетике и теплоэнергетике. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2018. С. 63–67.

- 20. Reynolds C. G., Green C. M., Lomask V. Vanguard: A History. // Military Affairs. 1971.—oct.—Vol. 35, no. 3.—P. 120.—URL: https://doi.org/10.2307/1984029.
- 21. Bailey Sh., Raffaelle R. Space solar cells and arrays // Handbook of photovoltaic science and engineering. John Wiley & Sons, Ltd, 2011.-mar.-P.~365-401.-URL: https://doi.org/10.1002/9780470974704.ch9.
- 22. Pierce D. T., Spicer W. E. Electronic structure of amorphous Si from photoemission and optical studies // Physical Review B. 1972. apr. Vol. 5, no. 8. P. 3017–3029. URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.5.3017.
- 23. Thin-film photovoltaic solar array parametric assessment / D. Hoffman [et al.] // 35th Intersociety Energy Conversion Engineering Conference and Exhibit. American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2000. jul. URL: https://doi.org/10.2514/6.2000-2919.
- 24. Flexible high power-per-weight perovskite solar cells with chromium oxide—metal contacts for improved stability in air / M. Kaltenbrunner [et al.] // Nature Materials.— 2015.—aug.— Vol. 14, no. 10.— P. 1032–1039.— URL: https://doi.org/10.1038/nmat4388.
- 25. Ultrathin and lightweight organic solar cells with high flexibility / M. Kaltenbrunner [et al.] // Nature Communications.— 2012.—jan.— Vol. 3, no. 1.— URL: https://doi.org/10.1038/ncomms1772.
- 26. Record amorphous silicon single-junction photovoltaic module with 9.1% stabilized conversion efficiency on  $1.43\,\mathrm{m}^2$  / E. L. Salabaş [et al.] // Progress in photovoltaics: research and applications.  $2016.-\mathrm{mar}.$  Vol. 24, no. 8. P. 1068-1074. URL: https://doi.org/10.1002/pip.2760.
- 27. Semiconducting group 15 monolayers: a broad range of band gaps and high carrier mobilities / Sh. Zhang [et al.] // Angewandte Chemie International Edition. 2015. dec. Vol. 55, no. 5. P. 1666–1669. URL: https://doi.org/10.1002/anie.201507568.
- 28. High thermoelectric performances of monolayer SnSe allotropes / Z.-Y. Hu [et al.] // Nanoscale. 2017. Vol. 9, no. 41. P. 16093—16100. URL: https://doi.org/10.1039/c7nr04766e.
- 29. Akinwande D., Petrone N., Hone J. Two-dimensional flexible nanoelectronics // Nature Communications. 2014. dec. Vol. 5, no. 1. URL: https://doi.org/10.1038/ncomms6678.
- 30. Coey J. M. D., Viret M., von Molnár S. Mixed-valence manganites // Advances in Physics. 1999. mar. Vol. 48, no. 2. P. 167—293. URL: https://doi.org/10.1080/000187399243455.
- 31. Dagotto E., Hotta T., Moreo A. Colossal magnetoresistant materials: the key role of phase separation // Physics Reports. 2001. apr. Vol. 344, no. 1-3. P. 1–153. URL: https://doi.org/10.1016/s0370-1573(00)00121-6.
- 32. Cheong S.-W., Mostovoy M. Multiferroics: a magnetic twist for ferroelectricity // Nature Materials. 2007. jan. Vol. 6, no. 1. P. 13–20. URL: https://doi.org/10.1038/nmat1804.

- 33. Snaith H. J. Perovskites: the emergence of a new era for low-cost, high-efficiency solar cells // The Journal of Physical Chemistry Letters.— 2013.—oct.— Vol. 4, no. 21.—P. 3623—3630.—URL: https://doi.org/10.1021/jz4020162.
- 34. Обухов С. Г., Плотников И. А. Модель солнечной панели в MATLAB SIMULINK // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. 2014. № 21 (161). С. 51–59.
- 35. Лунин А. Н. Алгоритм ориентации солнечных панелей // Электронные средства и системы управления. 2010. N 2. С. 105—109.
- 36. Еремин Д. И., Понятов Ю. А., Кемешева Д. Г. Определение оптимального угла расположения солнечной панели в течении дня для повышения эффективности её работы // В сборнике: Современные научные исследования: методология, теория, практика. Материалы III Международной научно-практической конференции. Центр содействия развитию научных исследований, 2014. С. 131–140.
- 37. Коваль В. П., Ивасечко Р. Р., Козак Е. Н. Энергетическая эффективность систем позиционирования плоских солнечных панелей // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. 2015. № 3 (134). С. 2–10.
- 38. Кудаярова А. А., Хузина Л. Н., Ялалетдинова Д. А. Расчет мощности солнечных панелей // В сборнике: Энергетика: эффективность, надежность, безопасность. Материалы трудов XXI Всероссийской научно-технической конференции. В 2 томах. Томск, 2 4 декабря 2015 г. ООО "Скан", 2015. С. 79–82.
- 39. Порев В. А., Пахалюк Р. И., Божко К. М. Исследование люминесцирующих дефектов солнечных панелей // Известия Академии инженерных наук имени А. М. Прохорова. 2014. N 1. С. 3—6.
- 40. Косяченко Л. А., Грушко Е. В., Микитюк Т. И. Поглощательная способность полупроводников, используемых в производстве солнечных панелей // Физика и техника полупроводников. 2012. Т.  $46, N_2 4.$  С. 482–486.
- 41. Кэдервэл К., Лайлз У., Карпентер Д. Применение малогабаритных солнечных панелей для подзарядки литий-ионных аккумуляторных батарей // Компоненты и технологии. 2012. № 12 (137). С. 172—173.
- 42. Шарифов Б. Н., Терегулов Т. Р. Моделирование солнечной панели в программе MATLAB/SIMULINK // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2015. Т. 19, № 4 (70). С. 77–83.
- 43. Панков Р. Э., Ручкина Н. Л., Ручкин Л. В. Алгоритм сборки уравнений кинетической энергии механизма раскрытия штанги панелей солнечных батарей // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2010. Т. 1, № 6. С. 13—14.
- 44. Байшев А. В., Торопов А. С. Особенности расположения солнечных панелей // В сборнике: Актуальные вопросы в науке и практике Сборник статей по материалам VI международной научно-практической конференции. В 4-х частях. С. 109–113.
- 45. The development of root solar panels / D. Strebkov [et al.] // Research in Agricultural Electric Engineering. -2015. no. 4. P. 123–126.
- 46. Разработка кровельной солнечной панели / Д. С. Стребков [и др.] // Вестник ВИ- $\Theta$ СХ. 2015. N 4 (21). С. 106—110.

- 47. Стребков Д. С., Кирсанов А. И., Панченко В. А. Солнечные кровельные панели для программы "Один миллион солнечных крыш в России" // В сборнике: Управление инновационным развитием Арктической зоны Российской Федерации. Сборник избранных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Составители Е. Н. Богданова, И. Д. Нефедова. 2017. С. 393–397.
- 48. Solar power generation using high altitude platforms feasibility and viability / G. S. Aglietti [et al.] // Progress in photovoltaics: research and applications.— 2008.—jun.—Vol. 16, no. 4.—P. 349–359.—URL: https://doi.org/10.1002/pip.815.
- 49. Samarakou M. T., Hennet J. C. Simulation of a combined wind and solar power plant // International journal of energy research. 1986. jan. Vol. 10, no. 1. P. 1–10. URL: https://doi.org/10.1002/er.4440100102.
- 50. Алтунин К. К., Серова Д. В. Исследование оптимальных параметров просветляющих покрытий солнечных панелей в зависимости от широты расположения солнечной электростанции // В книге: Актуальные проблемы физической и функциональной электроники материалы 20-й Всероссийской молодежной научной школысеминара. Ульяновск, 05-07 декабря 2017 г. Ульяновский государственный технический университет (Ульяновск), 2017. С. 204–205.
- 51. Zhang Yu., Jia Q.-Sh. Operational optimization for microgrid of buildings with distributed solar power and battery // Asian journal of control. 2016. dec. Vol. 19, no. 3. P. 996–1008. URL: https://doi.org/10.1002/asjc.1424.
- 52. Singh R. N., Mathur S. S., Kandpal T. C. Using a fin with a parabolic concentrator // International journal of energy research. 1979. Vol. 3, no. 4. P. 393—395. URL: https://doi.org/10.1002/er.4440030410.
- 53. Influence of errors of trough pointing and fin alignement on the geometrical concentration ratio of focusing parabolic concentrations / S. S. Mathur [et al.] // International journal of energy research. 1981. Vol. 5, no. 3. P. 277–287. URL: https://doi.org/10.1002/er.4440050308.
- 54. Морозов Д. А. Использование солнечных панелей для электроснабжения зданий // Поволжский научный вестник. 2017. N 3. C. 20–25.
- 55. Нагаев Д. А. Обзор современных солнечных панелей // Вестник современных исследований. 2018. № 6.3 (21). С. 530–534.
- 56. Wolfe Ph. Terrestrial solar applications // The solar generation. John Wiley & Sons, Inc., 2018. apr. P. 25–46. URL: https://doi.org/10.1002/9781119425618.ch3.
- 57. Энергоэффективность подвижных и неподвижных конструкций солнечных панелей / К. А. Гросс [и др.] // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2018. Т. 329, № 3. С. 113—122.
- 58. Development of solar-pumped lasers and its application / T. Saiki [et al.] // Electrical engineering in Japan. 2017. jan. Vol. 199, no. 2. P. 3–9. URL: https://doi.org/10.1002/eej.22961.
- 59. Wu J.-M., Yang Z.-Y., Ke S.-W. A solar-powered 2.4 GHz injection-locked oscillator for RF amplification // Microwave and optical technology letters. 2019. feb. Vol. 61, no. 7. P. 1688–1691. URL: https://doi.org/10.1002/mop.31797.

- 60. Kabeel A. E., El-Said Emad M. S., Dafea Salah A. Design considerations and their effects on the operation and maintenance cost in solar-powered desalination plants // Heat transfer-Asian research. 2019. mar. URL: https://doi.org/10.1002/htj. 21454.
- 61. Probabilistic forecasts of solar irradiance using stochastic differential equations / E. B. Iversen [et al.] // Environmetrics. 2014. apr. Vol. 25, no. 3. P. 152–164. URL: https://doi.org/10.1002/env.2267.
- 62. Schepper E. De, Passel S. Van, Lizin S. Economic benefits of combining clean energy technologies: the case of solar photovoltaics and battery electric vehicles // International journal of energy research. 2015. mar. Vol. 39, no. 8. P. 1109–1119. URL: https://doi.org/10.1002/er.3315.
- 63. Fregoso B. M., Muniz R. A., Sipe J. E. Jerk current: a novel bulk photovoltaic effect // Physical Review Letters. 2018. oct. Vol. 121, no. 17. URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.121.176604.
- 64. Živković A., Roldan A., de Leeuw N. H. Density functional theory study explaining the underperformance of copper oxides as photovoltaic absorbers // Physical Review B. 2019. jan. Vol. 99, no. 3. URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.99.035154.
- 65. Nonradiative energy losses in bulk-heterojunction organic photovoltaics / M. Azzouzi [et al.] // Physical Review X. 2018. sep. Vol. 8, no. 3. URL: https://doi.org/10.1103/physrevx.8.031055.
- 66. Стребков Д. С. Образование в области возобновляемой энергетики // Энергетический вестник. 2013. № 16. С. 57–60.

### Сведения об авторах:

**Константин Константинович Алтунин** — кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры физики и технических дисциплин ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», Ульяновск, Россия.

Web of Science ResearcherID P I-5739-2014

SCOPUS ID 50 57201126207

Original article PACS 73.50.Pz OCIS 040.5350 MSC 00A79

## Semitransparent solar cells

K. K. Altunin 🗓



Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted January 10, 2023 Resubmitted January 12, 2023 Published March 10, 2023

Abstract. The physical properties of translucent solar cells are considered. As a result of the analysis of the dependence of the photocurrent strength of a silicon solar cell with a standard interference coating, the fact of a strong angular dependence of interference antireflection coatings on the angle of incidence of external radiation was confirmed. As a result of the analysis of the dependence of the photocurrent strength of a silicon solar cell with a nanocomposite antireflection coating, a weak angular dependence of the optical transmission of nanocomposite antireflection coatings on the angle of incidence of external radiation was obtained, which plays an important role in solar energy in solving the problem of increasing the efficiency of solar installations.

**Keywords:** solar cells, solar panels, solar energy, silicon, gallium arsenide, solar energy receiver, photovoltaic technologies, solar energy concentrating technologies, concentrating photovoltaic systems, solar radiation intensity

### References

- 1. Solar cell efficiency tables (version 40) / M. A. Green [et al.] // Progress in Photovoltaics: Research and Applications. — 2012. — jul. — Vol. 20, no. 5. — P. 606–614. — URL: https: //doi.org/10.1002/pip.2267.
- 2. A.Green M. Silicon solar cells: evolution, high-efficiency design and efficiency enhancements // Semiconductor Science and Technology. — 1993. — jan. — Vol. 8, no. 1. — P. 1— 12. - URL: https://doi.org/10.1088/0268-1242/8/1/001.
- 3. Solar cell efficiency tables (version 41) / M. A. Green [et al.] // Progress in Photovoltaics: Research and Applications. — 2012. — dec. — Vol. 21, no. 1. — P. 1–11. — URL: https: //doi.org/10.1002/pip.2352.
- 4. Review of status developments of high-efficiency crystalline silicon solar cells / J. Liu [et al.] // Journal of Physics D: Applied Physics. — 2018. — feb. — Vol. 51, no. 12. — P. 123001. — URL: https://doi.org/10.1088/1361-6463/aaac6d.
- 5. Branker K., Pathak M.J.M., Pearce J.M. A review of solar photovoltaic levelized cost of electricity // Renewable and Sustainable Energy Reviews. -2011.-dec.-Vol. 15, no. 9. — P. 4470-4482. — URL: https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.104.

- 6. Photovoltaic devices / S. A. Ringel [et al.] // Guide to state-of-the-art electron devices. John Wiley & Sons, Ltd, 2013. feb. P. 213–223. URL: https://doi.org/10.1002/9781118517543.ch16.
- 7. Goetzberger A., Knobloch J., Voß B. Solar power // Crystalline silicon solar cells.— John Wiley & Sons, Ltd, 2014.—sep.— P. 5–7.— URL: https://doi.org/10.1002/9781119033769.ch2.
- 8. Kirichuk Yu. B., Kim A. A. Solar panels and batteries in architecture // New ideas of the new century: materials of the international scientific conference FAD PNU. 2017. Vol. 2. P. 123-129.
- 9. Panchenko V. A. Rooftop solar panels for electricity and heat generation // In the collection: Renewable energy sources. Materials of the All-Russian scientific conference with international participation and XI scientific youth school. Lomonosov Moscow State University, Joint Institute for High Temperatures RAS, 2018. P. 151–160.
- 10. Panchenko V. A. Rooftop solar panels to power infrastructure facilities // Modern problems of improving the work of railway transport. 2018. no. 14. P. 109–117.
- 11. Abrahamyan C. G., Sautiev A. U. Thermo and solar panels for energy efficient façade systems // Resource and energy efficient technologies in the construction complex of the region. 2018. no. 10. P. 237–240.
- 12. Volkov O. V., Gorbenko A. V., Shevchenko I. V. International Space Station Service Module Protection Breakdown Study with Additional Shielding by Solar Panels // Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2012. Vol. 14, no. 1-2. P. 477–479.
- 13. Zakharov V. M., Smirnov N. N., Lapateev D. A. Triple Energy Benefits for Building Energy Systems from Using Heat-Reflective Screens with Solar Panels in Windows // In the collection: Status and prospects for the development of electrical and thermal technology XVIII Benardos readings: materials of the international scientific and technical conference. Ivanovo, May 27-29, 2015. Ivanovo State Power Engineering University named after V. I. Lenin, 2015. P. 148–152.
- 14. Lomach M. S., Alekseev I. S. Development of an energy-saving heating system with solar fluid panels // In the collection: Proceedings of the 48th International Scientific and Technical Conference of Teachers and Students, dedicated to the 50th anniversary of the university in 2 volumes. Vitebsk State Technological University, 2015. P. 271—274.
- 15. Alekseev I. S., Doroshenko I. A. Development of the design of the heating and power supply system with solar liquid panels // In the collection: Materials of reports of the 44th scientific and technical conference of teachers and students of the university.— Vitebsk State Technological University, 2011.—P. 312–314.
- 16. Krivtsova L. A., Khromchenko A. Yu. Solar panels as an energy-efficient replacement for conventional windows // In the collection: Information technology, energy and economics. Proceedings of the XV International Scientific and Technical Conference of Students and Postgraduates. In 3 volumes. Universum (Smolensk), 2018. P. 29–32.
- 17. Basic parameters of a solar panel with concentrators / D. Sh. Akhmedov [et al.] // Bulletin of Yugra State University. 2015. no. S2(37). P. 145–147.

- 18. Bykova Yu. V., Bazhenova E. E. Benefits of switching from solar panels to solar tiles // StudArctic Forum. 2017. Vol. 3, no. 7(7). P. 41–47.
- 19. Zuev Yu. M., Andreeva E. N. Problems of alternative power engineering. Solar panels // In the collection: Modern technologies in the electric power industry and thermal power engineering. Collection of materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation. 2018. P. 63–67.
- 20. Reynolds C. G., Green C. M., Lomask V. Vanguard: History. // Military Affairs.— 1971.—oct.—Vol. 35, no. 3.—P. 120.—URL: https://doi.org/10.2307/1984029.
- 21. sh. Bailey, Raffaelle R. Space solar cells and arrays // Handbook of photovoltaic science and engineering. John Wiley & Sons, Ltd, 2011. mar. P. 365–401. URL: https://doi.org/10.1002/9780470974704.ch9.
- 22. Pierce D. T., Spicer W. E. Electronic structure of amorphous Si from photoemission and optical studies // Physical Review B. 1972. apr. Vol. 5, no. 8. P. 3017–3029. URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.5.3017.
- 23. Thin-film photovoltaic solar array parametric assessment / D. Hoffman [et al.] // 35th Intersociety Energy Conversion Engineering Conference and Exhibit. American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2000. jul. URL: https://doi.org/10.2514/6.2000-2919.
- 24. Flexible high power-per-weight perovskite solar cells with chromium oxide—metal contacts for improved stability in air / M. Kaltenbrunner [et al.] // Nature Materials.— 2015.—aug.— Vol. 14, no. 10.— P. 1032–1039.— URL: https://doi.org/10.1038/nmat4388.
- 25. Ultrathin and lightweight organic solar cells with high flexibility / M. Kaltenbrunner [et al.] // Nature Communications.— 2012.—jan.— Vol. 3, no. 1.— URL: https://doi.org/10.1038/ncomms1772.
- 26. Record amorphous silicon single-junction photovoltaic module with 9.1%stabilized conversion efficiency on 1.43 m<sup>2</sup> / E. L. Salabaş [et al.] // Progress in photovoltaics: research and applications.— 2016.—mar.— Vol. 24, no. 8.— P. 1068–1074.— URL: https://doi.org/10.1002/pip.2760.
- 27. Semiconducting group 15 monolayers: a broad range of band gaps and high carrier mobilities / sh. Zhang [et al.] // Angewandte Chemie International Edition. 2015. dec. Vol. 55, no. 5. P. 1666–1669. URL: https://doi.org/10.1002/anie.201507568.
- 28. High thermoelectric performances of monolayer SnSe allotropes / Z.-Y. Hu [et al.] // Nanoscale. 2017. Vol. 9, no. 41. P. 16093—16100. URL: https://doi.org/10.1039/c7nr04766e.
- 29. Akinwande D., Petrone N., Hone J. Two-dimensional flexible nanoelectronics // Nature Communications. 2014. dec. Vol. 5, no. 1. URL: https://doi.org/10.1038/ncomms6678.
- 30. Coey J. M. D., Viret M., von Molnár S. Mixed-valence manganites // Advances in Physics. 1999. mar. Vol. 48, no. 2. P. 167—293. URL: https://doi.org/10.1080/000187399243455.

- 31. Dagotto E., Hotta T., Moreo A. Colossal magnetoresistant materials: the key role of phase separation // Physics Reports. 2001. apr. Vol. 344, no. 1-3. P. 1–153. URL: https://doi.org/10.1016/s0370-1573(00)00121-6.
- 32. Cheong S.-W., Mostovoy M. Multiferroics: a magnetic twist for ferroelectricity // Nature Materials. 2007. jan. Vol. 6, no. 1. P. 13–20. URL: https://doi.org/10.1038/nmat1804.
- 33. Snaith H. J. Perovskites: the emergence of a new era for low-cost, high-efficiency solar cells // The Journal of Physical Chemistry Letters. 2013. oct. Vol. 4, no. 21. P. 3623—3630. URL: https://doi.org/10.1021/jz4020162.
- 34. Obukhov C. G., Plotnikov I. A. Solar panel model in MATLAB SIMULINK // International Scientific Journal Alternative Energy and Ecology. 2014. no. 21 (161). P. 51–59.
- 35. Lunin A. N. Solar Panel Orientation Algorithm // Electronic means and control systems. 2010. no. 2. P. 105–109.
- 36. Eremin D. I., Ponyatov Yu. A., Kemesheva D. G. Determining the optimal angle of the solar panel during the day to increase its efficiency // In the collection: Modern scientific research: methodology, theory, practice. Materials of the III International Scientific and Practical Conference. Center for the Promotion of Scientific Research, 2014. P. 131–140.
- 37. Koval V. P., Ivasechko R. R., Kozak E. N. Energy Efficiency of Solar Panel Positioning Systems // Energy saving. Energy. Energy audit. 2015. no. 3 (134). P. 2–10.
- 38. Kudayarova A. A., Khuzina L. N., Yalaletdinova D. A. Solar panel power calculation // In the collection: Energy: efficiency, reliability, safety. Proceedings of the XXI All-Russian Scientific and Technical Conference. In 2 volumes. Tomsk, December 2 4, 2015. OOO "Scan", 2015. P. 79–82.
- 39. Porev V. A., Pakhalyuk R. I., Bozhko K. M. Investigation of Luminescent Defects in Solar Panels // News of the Academy of Engineering Sciences named after A. M. Prokhorov. 2014.- no. 1.- P. 3-6.
- 40. Kosyachenko L. A., Grushko E. V., Mikityuk T. I. Absorptivity of semiconductors used in the production of solar panels // Physics and technology of semiconductors. 2012. Vol. 46, no. 4. P. 482–486.
- 41. Caderval K., Lyles W., Carpenter D. Using Small Solar Panels to Recharge Lithium Ion Batteries // Components and Technologies. 2012. no. 12 (137). P. 172–173.
- 42. Sharifov B. N., Teregulov T. R. Solar Panel Simulation in MATLAB/SIMULINK // Bulletin of the Ufa State Aviation Technical University. 2015. Vol. 19, no. 4 (70). P. 77–83.
- 43. Pankov R. E., Ruchkina N. L., Ruchkin L. V. Algorithm for assembling equations of kinetic energy of the mechanism for opening the bar of solar panels // Actual problems of aviation and astronautics. -2010. Vol. 1, no. 6. P. 13-14.
- 44. Baishev A. V., Toropov A. S. Features of the location of solar panels // In the collection: Topical issues in science and practice Collection of articles based on the materials of the VI international scientific and practical conference. In 4 parts. P. 109–113.

- 45. The development of root solar panels / D. Strebkov [et al.] // Research in Agricultural Electrical Engineering. 2015. no. 4. P. 123–126.
- 46. Development of rooftop solar panel / D. S. Strebkov [et al.] // Bulletin VIESH. 2015. no. 4~(21). P. 106-110.
- 47. Strebkov D. S., Kirsanov A. I., Panchenko V. A. Solar roof panels for "One million solar roofs in Russia" program // In the collection: Management of innovative development of the Arctic zone of the Russian Federation. Collection of selected works based on the materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation. Compiled by E. N. Bogdanova, I. D. Nefedova. 2017. P. 393–397.
- 48. Solar power generation using high altitude platforms feasibility and viability / G. S. Aglietti [et al.] // Progress in photovoltaics: research and applications. 2008. jun. Vol. 16, no. 4. P. 349–359. URL: https://doi.org/10.1002/pip.815.
- 49. Samarakou M. T., Hennet J. C. Simulation of a combined wind and solar power plant // International journal of energy research. 1986. jan. Vol. 10, no. 1. P. 1–10. URL: https://doi.org/10.1002/er.4440100102.
- 50. Altunin K. K., Serova D. V. Study of the optimal parameters of antireflective coatings of solar panels depending on the latitude of the solar power plant // In the book: Actual problems of physical and functional electronics materials of the 20th All-Russian Youth Scientific School-Seminar. Ulyanovsk, December 05-07, 2017. Ulyanovsk State Technical University (Ulyanovsk), 2017. P. 204–205.
- 51. Zhang Yu., jia Q.-Sh. Operational optimization for microgrid of buildings with distributed solar power and battery // Asian journal of control. 2016. dec. Vol. 19, no. 3. P. 996–1008. URL: https://doi.org/10.1002/asjc.1424.
- 52. Singh R. N., Mathur S. S., Kandpal T. C. Using a fin with a parabolic concentrator // International journal of energy research. 1979. Vol. 3, no. 4. P. 393—395. URL: https://doi.org/10.1002/er.4440030410.
- 53. Influence of errors of trough pointing and fin alignement on the geometrical concentration ratio of focusing parabolic concentrations / S. S. Mathur [et al.] // International journal of energy research. 1981. Vol. 5, no. 3. P. 277–287. URL: https://doi.org/10.1002/er.4440050308.
- 54. Morozov D. A. Using Solar Panels to Power Buildings // Volga Scientific Bulletin. 2017. no. 3. P. 20–25.
- 55. Nagaev D. A. Review of modern solar panels // Bulletin of Modern Research. 2018. no. 6.3(21). P. 530-534.
- 56. wolfe Ph. Terrestrial solar applications // The solar generation. John Wiley & Sons, Inc., 2018. apr. P. 25–46. URL: https://doi.org/10.1002/9781119425618.ch3.
- 57. Energy efficiency of mobile and fixed solar panel structures / K. A. Gross [et al.] // News of the Tomsk Polytechnic University. Georesource Engineering. 2018. Vol. 329, no. 3. P. 113–122.
- 58. Development of solar-pumped lasers and its application / t. Saiki [et al.] // Electrical engineering in Japan. 2017. jan. Vol. 199, no. 2. P. 3–9. URL: https://doi.org/10.1002/eej.22961.

- 59. Wu J.-M., Yang Z.-Y., Ke S.-W. A solar-powered 2.4 GHz injection-locked oscillator for RF amplification // Microwave and optical technology letters. 2019. feb. Vol. 61, no. 7. P. 1688–1691. URL: https://doi.org/10.1002/mop.31797.
- 60. Kabeel A. E., El-Said Emad M. S., Dafea Salah A. Design considerations and their effects on the operation and maintenance cost in solar-powered desalination plants // Heat transfer-Asian research. 2019. mar. URL: https://doi.org/10.1002/htj. 21454.
- 61. Probabilistic forecasts of solar irradiance using stochastic differential equations / E. B. Iversen [et al.] // Environmetrics. 2014. apr. Vol. 25, no. 3. P. 152–164. URL: https://doi.org/10.1002/env.2267.
- 62. Schepper E. De, Passel S. Van, Lizin S. Economic benefits of combining clean energy technologies: the case of solar photovoltaics and battery electric vehicles // International journal of energy research. 2015. mar. Vol. 39, no. 8. P. 1109–1119. URL: https://doi.org/10.1002/er.3315.
- 63. b. M. Fregoso, Muniz R. A., Sipe J. E. Jerk current: a novel bulk photovoltaic effect // Physical Review Letters. 2018. oct. Vol. 121, no. 17. URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.121.176604.
- 64. Živković A., Roldan A., de Leeuw N. H. Density functional theory study explaining the underperformance of copper oxides as photovoltaic absorbers // Physical Review B. 2019. jan. Vol. 99, no. 3. URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.99.035154.
- 65. Nonradiative energy losses in bulk-heterojunction organic photovoltaics / M. Azzouzi [et al.] // Physical Review X. 2018. sep. Vol. 8, no. 3. URL: https://doi.org/10.1103/physrevx.8.031055.
- 66. Strebkov D. S. Renewable energy education // Energy Bulletin. 2013. no. 16. P. 57–60.

### Information about authors:

Konstantin Konstantinovich Altunin – PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physics and Technical Disciplines of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ulyanovsk State Pedagogical University", Ulyanovsk, Russia.

E-mail: kostya\_altunin@mail.ru ORCID iD  $\stackrel{1}{1}$ 0000-0002-0725-9416 Web of Science ResearcherID  $\stackrel{1}{1}$  I-5739-2014 SCOPUS ID  $\stackrel{6}{1}$  57201126207

Научная статья УДК 53.06 ББК 22.3с ГРНТИ 29.01.45 ВАК 05.13.00 РАСЅ 01.50.H-OCIS 000.2060 MSC 00A79

# Разработка онлайн-курса по проектированию научной деятельности

К. К. Алтунин<sup>10</sup>

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», 432071, Ульяновск, Россия

Поступила в редакцию 6 февраля 2023 года После переработки 7 февраля 2023 года Опубликована 10 марта 2023 года

Аннотация. Представлены результаты разработки информационной системы поддержки изучения учебной дисциплины «Проектирование научно-технической деятельности» для подготовки педагога-исследователя в очной магистратуре педагогического университета по магистерской программе «Приоритетные направления науки в физическом образовании» в условиях смешанного обучения. Разработанная модульная структура курса и элементы контроля знаний в виде вопросов и заданий в составе онлайнкурса «Проектирование научно-технической деятельности» позволяют поддерживать темп изучения курса.

**Ключевые слова:** курс, онлайн-курс, материал курса, лекция, проектирование, научно-техническая деятельность, обучение

## Введение

Рассматриваются особенности разработки информационной системы поддержки изучения учебной дисциплины «Проектирование научно-технической деятельности» для подготовки педагога-исследователя в очной магистратуре педагогического университета по магистерской программе «Приоритетные направления науки в физическом образовании» в условиях смешанного обучения.

Целью исследования является описание научно-методических основ разработки дистанционного курса «Проектирование научно-технической деятельности». Задача исследования состоит в разработке модульной структуры и элементов контроля знаний в виде вопросов и заданий в составе дистанционного курса «Проектирование научно-технической деятельности».

Объектом исследования является учебная дисциплина «Проектирование научнотехнической деятельности» из общеуниверситетского модуля магистратуры педагогического направления подготовки. Предметом исследования является процесс создания

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>E-mail: kostya\_altunin@mail.ru

информационных и контролирующих элементов дистанционного курса «Проектирование научно-технической деятельности».

Гипотеза исследования состоит в том, что если использовать курс «Проектирование научно-технической деятельности», основанный на технологии интенсификации обучения в процессе изучения теоретических основ проектирования научно-технической деятельности, то можно организовать непрерывную информационную поддержку изучения учебной дисциплины по проектированию научно-технической деятельности по смешанной форме обучения в педагогическом университете.

Научная новизна исследования заключается в сочетании традиционных и дистанционных технологий в процессе преподавания учебной дисциплины «Проектирование научно-технической деятельности» в очной магистратуре педагогического университета в условиях смешанного обучения.

В качестве методов исследования применяются методы проектирования системы подготовки и контроля знаний по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности» в очной магистратуре для направления подготовки по педагогическому образованию.

# Обзор исследований по проектированию научно-технической деятельности

Исследования в области информационных технологий должны решать задачи проектирования, с которыми сталкиваются практики. Реальные проблемы должны быть правильно концептуализированы и представлены, должны быть построены соответствующие методы их решения, а решения должны быть реализованы и оценены с использованием соответствующих критериев. Если хотим добиться значительного прогресса, исследования в области информационных технологий должны также способствовать пониманию того, как и почему информационные системы работают или не работают. Такое понимание должно связать воедино естественные законы, управляющие информационные системами, с естественными законами, регулирующими среду, в которой они работают. В статье @auxrussian@auxenglish|1| представлена двумерная структура для исследований в области информационных технологий. Первое измерение основано на широких типах проектной и естественнонаучной исследовательской деятельности: строить, оценивать, теоретизировать и обосновывать. Второе измерение основано на широких типах результатов, полученных в результате исследования дизайна: репрезентативных конструкциях, моделях, методах и воплощениях. В статье [1] утверждается, что как наука о дизайне, так и деятельность в области естественных наук необходимы для обеспечения актуальности и эффективности исследований в области информационных технологий.

На фоне экономической и технологической глобализации все страны будут уделять внимание инновационной политике в области науки и техники. В ходе научного исследования, представленного в статье [2], будет проведено углубленное изучение политики научно-технических инноваций, в качестве отправной точки будет взята тенденция изменения количества законов и постановлений и анализ основного содержания, а также классифицировано по пяти различным аспектам, таким как как политика научно-технической системы и механизма, политика финансового руководства, политика технологических инноваций предприятий, политика научно-технических талантов и политика интеллектуальной собственности. Путём сравнения истории развития научно-технической политики в стране и за рубежом получается история развития научно-технической инновационной политики в особых национальных условиях Китая. В сочетании с соответствующими базовыми теориями системы научно-технических инноваций, проектированием издательского отдела, основным содержанием и предметом

реализации, созданием синергетической инновационной системы науки и технологий «правительство, промышленность, университет и исследования» и формирование интеграции спроса и предложения будет направлять развитие китайских научных и технологических инноваций в будущем.

Соответствие амбициозным стандартам содержания и процесса исследования является важной задачей для реформы естественнонаучного образования, особенно потому, что преподаватели традиционно рассматривали содержание и процесс как конкурирующие приоритеты. Тем не менее, объединение содержания и процесса вместе при разработке учебных мероприятий даёт возможность увеличить опыт учащихся в аутентичных действиях, а также достичь более глубокого понимания содержания. В статье [3] исследуется основанное на технологиях обучение по запросам как возможность интеграции контента и обучения в процессе, используя структуру проектирования, называемую моделью обучения для использования. Модель «Обучение для использования» представляет собой описание процесса обучения, которое можно использовать для поддержки разработки содержательных, основанных на запросах научных учебных занятий. В качестве примера технологической исследовательской группы, разработанной с использованием модели «Обучение для использования», описана учебная программа под названием «Проект «Создай мир»», в которой учащиеся участвуют в открытых исследованиях в области наук о Земле с использованием WorldWatcher, географической визуализации. и среда анализа данных для учащихся. Опираясь на модель «Обучение для использования» и пример, представлены общие рекомендации по разработке исследовательской деятельности, которая поддерживает изучение контента, подчеркивая возможности использования преимуществ вычислительных технологий.

В статье [4] представлен собой обзор литературы, связанной с преподаванием естественных наук с помощью технологий проектирования. Предпосылка этого метода заключается в том, что технология проектирования представляет учащимся контекст, в котором они могут применять научные концепции, которые они изучили, и, таким образом, улучшая их понимание этих концепций. Несмотря на обещания этого метода, учителя, пытавшиеся его применить, столкнулись со многими проблемами, такими как: (1) учителя не понимали сложных отношений между наукой и технологией и предполагали, что технология — это просто прикладная наука, (2) ученики были не могли перенести свои научные знания на технологию проектирования, (3) учителя не имели глубокого понимания процесса проектирования и пытались преподавать его как линейный, внеконтекстный процесс без учёта контекста проблемы. Цель этой статьи состоит в том, чтобы извлечь из литературы лучшее понимание преподавания естественных наук посредством разработки технологий и элементов, которым учителя должны соответствовать, чтобы повысить свои шансы на успешное применение этого метода в классе. Несмотря на то, что до 1950-х годов большинство технических изобретений и инноваций не опирались на научную теорию для своего развития, научная теория все больше становится основой технологического развития. Эта связь между наукой и технологиями побудила преподавателей естественнонаучных дисциплин задаться вопросом: «Предоставляет ли деятельность, ориентированная на технологии, учебную среду, способствующую обучению учащихся науке». Ведущие национальные организации естественнонаучного образования отреагировали на необходимость учёта взаимосвязи между наукой и технологиями при формировании научных стандартов и учебных программ. При обучении науке посредством разработки технологий учащиеся работают над поиском решения открытых проблем. Проблемы могут иметь различные фокусы, такие как электрическое и компьютерное управление, продукты питания, конструкции, текстиль и материалы. В поисках решения этих проблем учащиеся испытывают три аспекта разработки, планирования и передачи идей; работа с инструментами, оборудованием, аспекты разработки, планирования и передачи идей; оборудование, материалы и компоненты для производства качественных продуктов, а также оценка процессов и продуктов. Ожидается, что при разработке технологий учащиеся будут использовать свои знания из других областей учебной программы для разработки и улучшения своего дизайна. В случае с наукой технология проектирования обеспечивает контекст, в котором учащиеся могут применять свои научные знания, тогда как наука обеспечивает часть концептуальных знаний, необходимых учащимся для разработки своего дизайна.

В статье [5] рассматривается дизайн как признанная дисциплина, которая является относительным новичком в исследовательском сообществе. Установленная дисциплина включает в себя как создание, так и распространение знаний. В академической среде создание знаний поддерживается исследованиями и распространением знаний посредством образования. Исследования и образование в области дизайна извлекают значительные выгоды из более явного использования научного метода. Дизайн — это и искусство, и наука. Подход к знаниям о дизайне с помощью научного метода не отрицает и не должен отрицать присутствие искусства в дизайне; это просто вопрос концентрации. Наука о дизайне изучает создание артефактов и их внедрение в нашу физическую, психологическую, экономическую, социальную и виртуальную среду. Хороший дизайн улучшает нашу жизнь благодаря инновационным, устойчивым продуктам и услугам, создает ценность и уменьшает или устраняет негативные непреднамеренные последствия внедрения технологий. Плохой дизайн портит нам жизнь. В науке о дизайне проектирование продуктов и систем решается путём сочетания анализа и синтеза, а также использования многих научных дисциплин.

Моделирование является центральным занятием в практической инженерии и тем, что также полезно в исследованиях инженерного образования. Кроме того, качественные методы исследования нашли важное применение в инженерных исследованиях, хотя их использование в исследованиях инженерного образования не всегда было широко признано. Исследования в области науки о дизайне — это подход к качественному исследованию, в котором объектом изучения является процесс проектирования, то есть одновременно генерируются знания о методе, используемом для проектирования артефакта, и о дизайне или самом артефакте. В статье [6] используются методы исследования науки о дизайне для анализа метода, используемого при выводе модели «изучения сложной концепции», которую мы разработали при разработке учебных последовательностей для курса по электротехнике. В статье [6] получены результаты, которые демонстрируют ценность исследований в области науки о дизайне в исследованиях инженерного образования и предполагают, что модель «изучения сложной концепции» в целом применима в этой области. В статье [6] отмечено, что когда был начат процесс, исследования в области инженерного образования были новой областью, и поэтому столкнулись со многими проблемами. Чтобы направлять дизайн и перепроектирование лабораторий по механике и теории электрических цепей, хотели проследить процессы обучения студентов во время этих лабораторных работ. В то время наиболее распространенным методом исследования было предварительное тестирование с последующим посттестированием на основе концептуального инструмента. Однако этот метод рассматривает лабораторию как «чёрный ящик» и не даёт никакой информации о том, что в ней происходит. Таким образом, этот метод имеет ограниченную ценность при разработке среды обучения. В статье [6] отмечено, что хотели открыть чёрный ящик и систематически следить за интерактивной работой, которую выполняли студенты, и изучать ресурсы, которые они использовали для совместной работы и выполнения заданий.

В статье [7] констатируется, что стремительное проникновение дизайна во все сферы жизни человека, сближение материального производства с искусством, развитие

технологий дизайна, усиление социального воздействия дизайна значительно повысили профессиональные требования к современным дизайнерам. Однако современная система дизайнерского образования не готовит студентов к вызовам, с которыми они столкнутся в ближайшем будущем. Определены методические подходы, необходимые для повышения качества профессиональной подготовки будущих дизайнеров. Проанализированы эмпирические исследования готовности будущих дизайнеров к профессиональной и научно-исследовательской деятельности. Предлагаются методы повышения способности будущих дизайнеров к проведению научных исследований и организации профессиональной проектной деятельности.

Обучение на основе дизайна — это стратегия обучения, которая требует, чтобы учащиеся использовали свои теоретические знания для разработки артефакта или системы для решения реальной проблемы. Обучение на основе дизайна уже давно используется в учебных программах, связанных с дизайном, в высших учебных заведениях, таких как инженерия, информатика и архитектура. Однако мало что известно о том, как обучение на основе дизайна на курсах, не основанных на дизайне, улучшает учебный опыт студентов, особенно в последние годы, когда пандемия COVID-19 вынудила мировые системы образования адаптироваться к онлайн-обучению. Следовательно, это исследование направлено на изучение опыта студентов бакалавриата естественных наук после одного семестра участия в онлайн-обучении на основе дизайна. В число участников входят 25 студентов второго курса бакалавриата естественных наук, обучающихся по курсу «Управление новыми технологиями». Используя полуструктурированные интервью и тематический анализ, результаты исследования, представленного в статье [8], показали, что онлайн-обучение на основе дизайна способствует легкому доступу к обучению, повышает творческий потенциал и позволяет учащимся мыслить нестандартно. Тем не менее, студенты назвали онлайн-обучение препятствием для их обучения на основе дизайна. Они утверждали, что онлайн-платформы как средство коммуникации непрактичны из-за недостаточного времени взаимодействия и непонимания информации. Кроме того, некоторые студенты заявили, что онлайн-среда создает трудности для совместного обучения.

В статье [9] обсуждаются избранные аспекты научно-практической деятельности младших школьников, которая является важной формой воспитания научной грамотности школьников. Проектное обучение, как типовая модель междисциплинарной исследовательской деятельности, в высшей степени совместимо с требованиями и характерами научно-практической деятельности. Поэтому на основе психологических правил младших школьников были выдвинуты три принципа построения научно-практической деятельности. С использованием модели проектного обучения также разработана схема проектирования научно-практической деятельности, включающая определение темы, планирование процесса деятельности, построение системы оценивания, оптимизацию схемы проектирования. После этого деятельность под названием «Я дружу с овощами» была представлена как кейс для демонстрации систематического применения схемы проектирования, а в конце были обобщены ключевые моменты и ошибки проектной работы.

Проведённый анализ научной литературы по особенностям проектирования научнотехнической деятельности показал актуальность создания дистанционных курсов и электронных образовательных ресурсов по проектированию научно-технической деятельности для магистратуры по педагогическому направлению подготовки.

# Результаты разработки структуры и элементов онлайн-курса «Проектирование научно-технической деятельности»

Опишем результаты разработки системы для информационной поддержки преподавания учебной дисциплины «Проектирование научно-технической деятельности» в процессе практико-ориентированной подготовки педагога в магистратуре педагогического университета в условиях смешанного обучения.

Учебная дисциплина «Проектирование научно-технической деятельности» изучается в 3 семестре магистратуры педагогического университета на направлении подготовки по биологии с направленностью образовательной программы по биоинформатике и системной биологии. Общий объём модульной учебной дисциплины «Проектирование научно-технической деятельности» в 3 семестре составляет 9 зачётных единиц.

Рассмотрим результаты создания модульной структуры и избранных элементов онлайнкурса для информационной поддержки изучения учебной дисциплины «Проектирование научно-технической деятельности» с использованием инструментария Google Classroom.

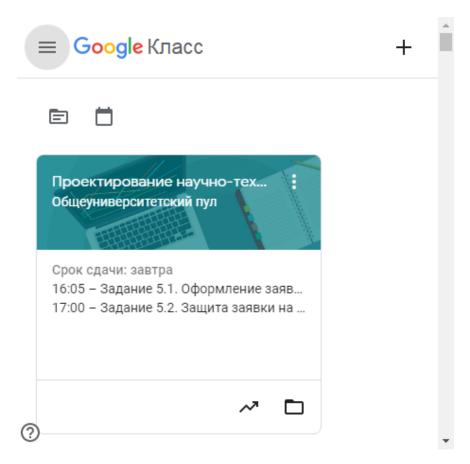


Рис. 1. Входная страница курса по учебной дисциплине «Проектирование научнотехнической деятельности», созданная с использованием инструментария Google Classroom.

На рис. 1 представлено изображение входной страницы курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности», созданной с использованием инструментария Google Classroom. На входной странице курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности» отображаются следующие элементы: название курса, текущие задания курса.

На рис. 2 представлено изображение главной страницы курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности», созданной с использованием инструментария Google Classroom.

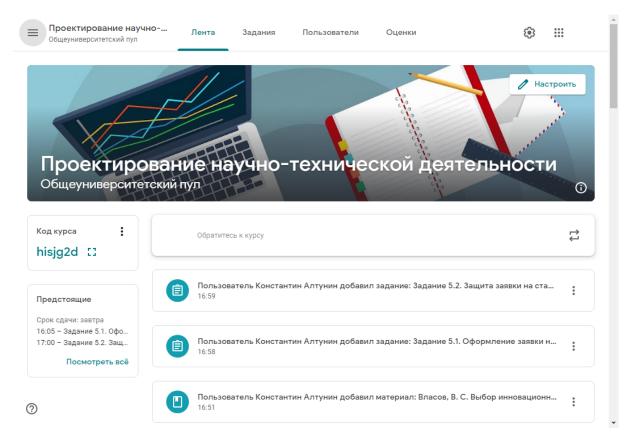


Рис. 2. Главная страница курса по учебной дисциплине «Проектирование научнотехнической деятельности», созданная с использованием инструментария Google Classroom.

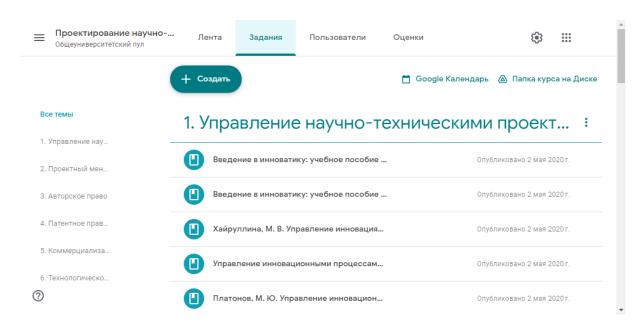


Рис. 3. Страница с избранными элементами первой темы курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности», созданная с использованием инструментария Google Classroom.

На рис. З представлено изображение страницы с избранными теоретическими элементами первой темы в составе курса по учебной дисциплине «Проектирование научнотехнической деятельности», созданная с использованием инструментария Google Classroom.

На рис. 4 представлено изображение страницы с избранными теоретическими эле-

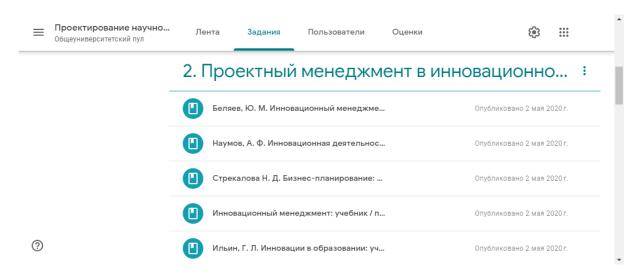


Рис. 4. Страница с избранными элементами второй темы курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности», созданная с использованием инструментария Google Classroom.

ментами второй темы в составе курса по учебной дисциплине «Проектирование научнотехнической деятельности», созданная с использованием инструментария Google Classroom.

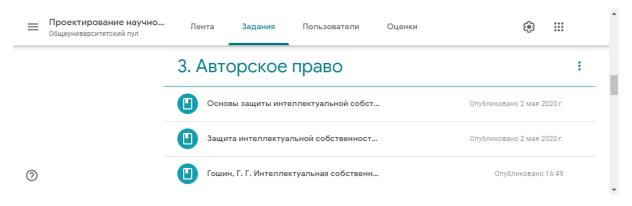


Рис. 5. Страница с избранными элементами третьей темы курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности», созданная с использованием инструментария Google Classroom.

На рис. 5 представлено изображение страницы с избранными теоретическими элементами третьей темы в составе курса по учебной дисциплине «Проектирование научнотехнической деятельности», созданная с использованием инструментария Google Classroom.

На рис. 6 представлено изображение страницы с избранными теоретическими элементами четвёртой темы в составе курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности», созданная с использованием инструментария Google Classroom.

На рис. 7 представлено изображение страницы с избранными теоретическими элементами и элементами контроля знаний пятой темы в составе курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности», созданная с использованием инструментария Google Classroom.

На рис. 8 представлено изображение гипертекстовой страницы с избранными теоретическими элементами шестой темы в составе курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности», созданная с использованием инструментария Google Classroom.

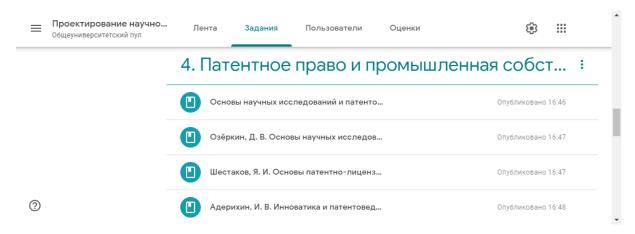


Рис. 6. Страница с избранными элементами четвёртой темы курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности», созданная с использованием инструментария Google Classroom.

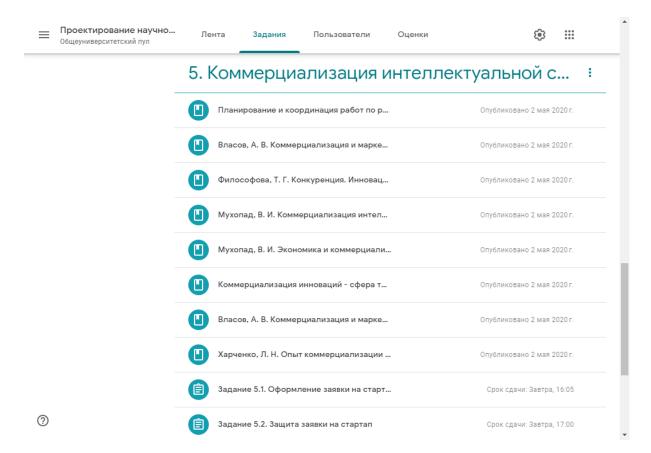


Рис. 7. Страница с избранными элементами пятой темы курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности», созданная с использованием инструментария Google Classroom.

Рассмотрим результаты создания материалов лекций в составе онлайн-курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности». В составе системы информационной поддержки изучения курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности» размещены материалы лекций в виде текста лекций и презентаций к лекциям.

На рис. 9 представлено изображение страницы с материалом первой лекции из онлайн-курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности», созданная с использованием инструментария Google Classroom.

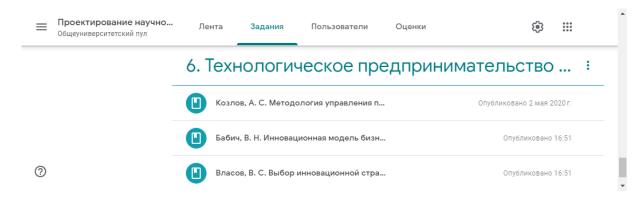


Рис. 8. Страница с избранными элементами шестой темы курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности», созданная с использованием инструментария Google Classroom.

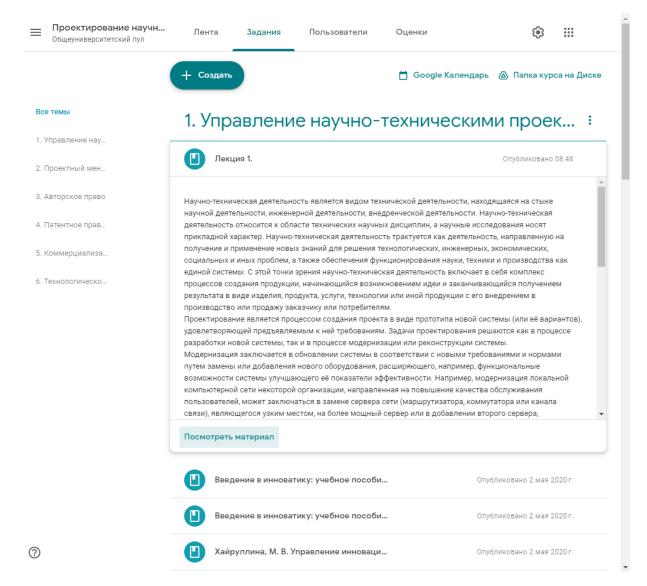


Рис. 9. Страница с материалом первой лекции из онлайн-курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности», созданная с использованием инструментария Google Classroom.

На рис. 10 представлено изображение страницы с материалом второй лекции из онлайн-курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельно-

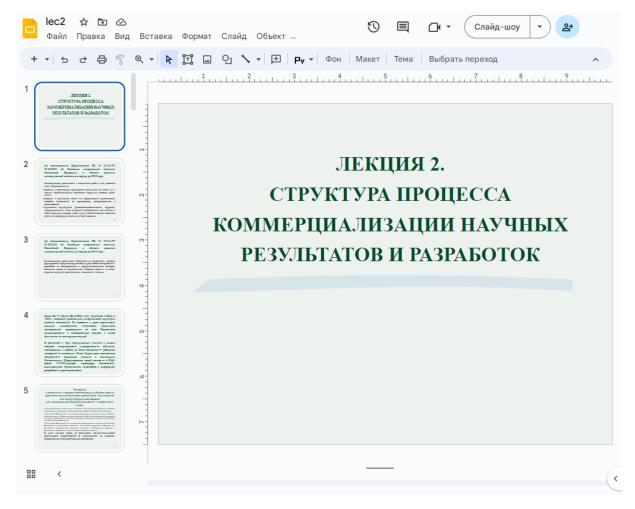


Рис. 10. Страница с материалом второй лекции из онлайн-курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности», созданная с использованием инструментария Google Classroom.

сти», созданная с использованием инструментария Google Classroom.

На рис. 11 представлено изображение страницы с материалом третьей лекции из онлайн-курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности», созданная с использованием инструментария Google Classroom.

На рис. 12 представлено изображение страницы с материалом третьей лекции из онлайн-курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности», созданная с использованием инструментария Google Classroom.

Использование онлайн-курса решает проблему систематизации теоретического материала, задач и заданий, а также обеспечивает планомерную выдачу заданий, последовательный контроль и даёт рациональный подход в преподавании курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности».

Представленные элементы курса по учебной дисциплине «Проектирование научнотехнической деятельности» позволяют организовать обучение в смешанной форме.

### Заключение

Использование информационной системы поддержки изучения курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности» позволяет в динамическом режиме контролировать ход изучения курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности».

Выводы по работе можно сформулировать следующим образом:

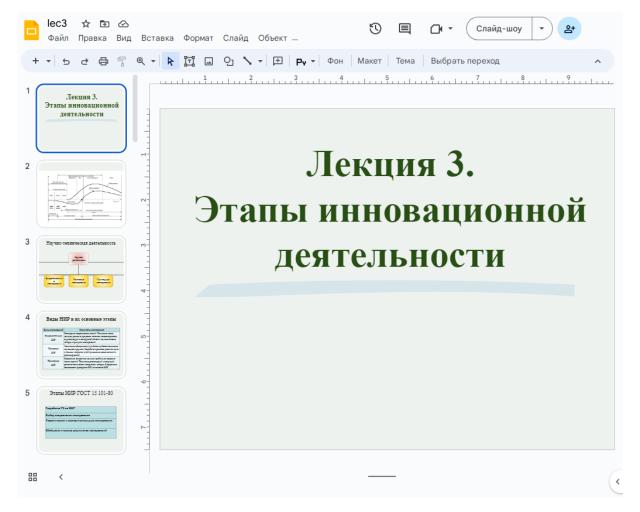


Рис. 11. Страница с материалом третьей лекции из онлайн-курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности», созданная с использованием инструментария Google Classroom.

- 1. проведённый анализ литературы по ключевым особенностям проектирования научнотехнической деятельности показал существование возрастающих потребностей в создании курсов по проектированию научно-технической деятельности для магистратуры по педагогическому направлению подготовки,
- 2. разработанный онлайн-курс для информационной поддержки изучения учебной дисциплины «Проектирование научно-технической деятельности» позволяет оперативно отслеживать продвижение студентов по курсу и осуществлять систематический контроль знаний студентов в ходе изучения учебной дисциплины «Проектирование научно-технической деятельности» в магистратуре по педагогическому направлению подготовки.

Показано, что если использовать смешанную технологию преподавания курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности» с применением онлайн-курса, созданного при помощи инструментария Google Classroom, то увеличится наглядность представления материалов курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности», что повысит у студентов заинтересованность в изучении курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности».

Гипотеза исследования, состоящая в том, что если использовать курс «Проектирование научно-технической деятельности», основанный на технологии интенсификации обучения в процессе изучения теоретических основ проектирования научно-технической

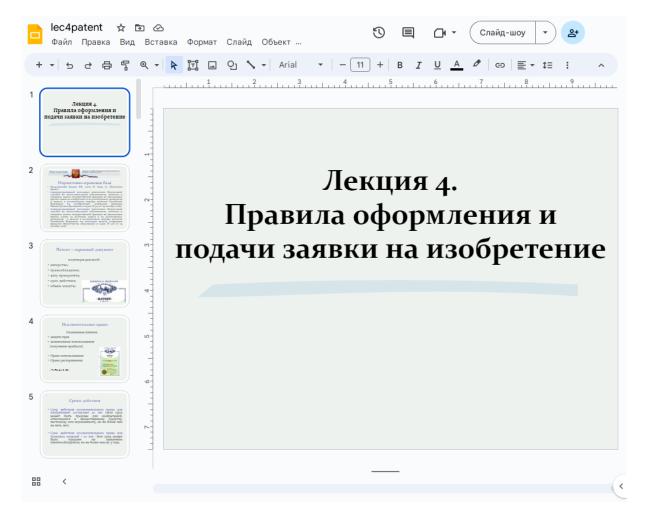


Рис. 12. Страница с материалом третьей лекции из онлайн-курса по учебной дисциплине «Проектирование научно-технической деятельности», созданная с использованием инструментария Google Classroom.

деятельности, то можно организовать непрерывную информационную поддержку изучения учебной дисциплины по проектированию научно-технической деятельности по смешанной форме обучения в педагогическом университете, подтверждена полностью.

Использование онлайн-курса для информационной поддержки изучения учебной дисциплины «Проектирование научно-технической деятельности» способствует интенсификации учебного процесса и более осмысленному изучению материала, приобретению навыков самоорганизации и превращению систематических знаний в системные, помогает развитию познавательной деятельности обучаемых и интереса к проектированию научно-технической деятельности.

## Список использованных источников

- 1. March Salvatore T., Smith Gerald F. Design and natural science research on information technology // Decision Support Systems. 1995. dec. Vol. 15, no. 4. P. 251–266. URL: https://doi.org/10.1016/0167-9236(94)00041-2.
- 2. The construction of science and technology innovation policy design framework—take Shandong Province as an example / Yongfei Jia [et al.] // Journal of Industry-University Collaboration.— 2020.—mar.— Vol. 2, no. 1.— P. 34–48.— URL: https://doi.org/10.1108/jiuc-08-2019-0015.

- 3. Edelson Daniel C. Learning-for-use: a framework for the design of technology-supported inquiry activities // Journal of Research in Science Teaching.— 2001.— Vol. 38, no. 3.— P. 355—385.— URL: https://doi.org/10.1002/1098-2736(200103)38: 3<355::aid-tea1010>3.0.co;2-m.
- 4. Sidawi Mai M. Teaching science through designing technology // International Journal of Technology and Design Education. 2007. dec. Vol. 19, no. 3. P. 269–287. URL: https://doi.org/10.1007/s10798-007-9045-1.
- 5. Papalambros Panos Y. Design Science: why, what and how // Design Science. 2015. jul. Vol. 1. URL: https://doi.org/10.1017/dsj.2015.1.
- 6. Carstensen Anna-Karin, Bernhard Jonte. Design science research a powerful tool for improving methods in engineering education research // European Journal of Engineering Education. 2018. jul. Vol. 44, no. 1-2. P. 85–102. URL: https://doi.org/10.1080/03043797.2018.1498459.
- 7. Methods of Forming the Future Designers' Readiness for Professional and Scientific Research Activities / Alla M. Kolomiiets [et al.] // The New Educational Review. 2022. Vol. 68, no. 2. P. 48–59. URL: https://doi.org/10.15804/tner.22.68.2.03.
- 8. Azizan Suzana Ariff, Shamsi Nurulaini Abu. Design-Based Learning as a Pedagogical Approach in an Online Learning Environment for Science Undergraduate Students // Frontiers in Education.— 2022.—may.— Vol. 7.— URL: https://doi.org/10.3389/feduc.2022.860097.
- 9. Designing Scientific Practice Activities for Junior Students in Elementary School Aiming to Scientific Literacy: with a Project-based Learning Model / Rong Zhou [et al.] // 2022 the 4th International Conference on Modern Educational Technology (ICMET). ACM, 2022. may. URL: https://doi.org/10.1145/3543407.3543426.

## Сведения об авторах:

**Константин Константинович Алтунин** — кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры физики и технических дисциплин ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», Ульяновск, Россия.

E-mail: kostya\_altunin@mail.ru
ORCID iD © 0000-0002-0725-9416
Web of Science ResearcherID P I-5739-2014
SCOPUS ID © 57201126207

Original article PACS 01.50.H-OCIS 000.2060 MSC 00A79

## Development of an online course on the design of scientific activity

K. K. Altunin 🗓

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted February 6, 2023 Resubmitted February 7, 2023 Published March 10, 2023

**Abstract.** The results of the development of an information system to support the study of the academic discipline "Designing of scientific and technical activities" for the training of a teacher-researcher in the full-time master's program of the Pedagogical University under the master's program "Priority directions of science in physical education" in conditions of blended learning are presented. The developed modular structure of the course and elements of knowledge control in the form of questions and tasks as part of the online course "Designing scientific and technical activities" allow you to maintain the pace of studying the course.

**Keywords:** course, online course, course material, lecture, design, scientific and technical activities, learning

### References

- 1. March Salvatore T., Smith Gerald F. Design and natural science research on information technology // Decision Support Systems. 1995. dec. Vol. 15, no. 4. P. 251–266. URL: https://doi.org/10.1016/0167-9236(94)00041-2.
- 2. The construction of science and technology innovation policy design framework—take Shandong Province as an example / Yongfei Jia [et al.] // Journal of Industry-University Collaboration. 2020. mar. Vol. 2, no. 1. P. 34–48. URL: https://doi.org/10.1108/jiuc-08-2019-0015.
- 3. Edelson Daniel C. Learning-for-use: a framework for the design of technology-supported inquiry activities // Journal of Research in Science Teaching.— 2001.— Vol. 38, no. 3.— P. 355—385.— URL: https://doi.org/10.1002/1098-2736(200103)38: 3<355::aid-tea1010>3.0.co;2-m.
- 4. Sidawi Mai M. Teaching science through designing technology // International Journal of Technology and Design Education.— 2007.—dec.— Vol. 19, no. 3.— P. 269–287.— URL: https://doi.org/10.1007/s10798-007-9045-1.
- 5. Papalambros Panos Y. Design Science: why, what and how // Design Science. 2015. jul. Vol. 1. URL: https://doi.org/10.1017/dsj.2015.1.

- 6. Carstensen Anna-Karin, Bernhard Jonte. Design science research a powerful tool for improving methods in engineering education research // European Journal of Engineering Education. 2018. jul. Vol. 44, no. 1-2. P. 85–102. URL: https://doi.org/10.1080/03043797.2018.1498459.
- 7. Methods of Forming the Future Designers' Readiness for Professional and Scientific Research Activities / Alla M. Kolomiiets [et al.] // The New Educational Review. 2022. Vol. 68, no. 2. P. 48–59. URL: https://doi.org/10.15804/tner.22.68.2.03.
- 8. Azizan Suzana Ariff, Shamsi Nurulaini Abu. Design-Based Learning as a Pedagogical Approach in an Online Learning Environment for Science Undergraduate Students // Frontiers in Education.— 2022.—may.— Vol. 7.— URL: https://doi.org/10.3389/feduc.2022.860097.
- 9. Designing Scientific Practice Activities for Junior Students in Elementary School Aiming to Scientific Literacy: with a Project-based Learning Model / Rong Zhou [et al.] // 2022 the 4th International Conference on Modern Educational Technology (ICMET). ACM, 2022. may. URL: https://doi.org/10.1145/3543407.3543426.

### Information about authors:

Konstantin Konstantinovich Altunin – PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physics and Technical Disciplines of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ulyanovsk State Pedagogical University", Ulyanovsk, Russia.

SCOPUS ID 50 57201126207

Научная статья УДК 53.06 ББК 22.3с ГРНТИ 29.01.45 ВАК 05.13.00 РАСЅ 01.50.H-OCIS 000.2060 MSC 00A79

## Разработка дистанционного курса по демонстрационному эксперименту в физике

Е. С. Штром <sup>1</sup>

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», 432071, Ульяновск, Россия

Поступила в редакцию 17 января 2023 года После переработки 20 января 2023 года Опубликована 10 марта 2023 года

Аннотация. Обсуждаются некоторые особенности методики преподавания физики в старших классах общеобразовательной школы с проведением демонстрационного эксперимента по физике. Раскрывается сущность методики проведения демонстрационного эксперимента в общеобразовательной школе при изучении физики по углубленной программе в классе с технологическим профилем подготовки. Спроектирована система демонстрационных экспериментов по физике в общеобразовательной школе при изучении физики по углубленной программе. Описана технология проведения демонстрационного эксперимента по физике в качестве элемента наглядности изложения теоретического материала по физике в старших классах общеобразовательной средней школы, способствующая развитию познавательных интересов и творческих способностей школьников по физике.

**Ключевые слова:** физика, демонстрационный эксперимент, методика обучения физике, познавательный интерес, общеобразовательная школа, система подготовки, опыты, экспериментальные задачи

## Введение

Сохранение энергии является краеугольным камнем естественных наук и поэтому является ключевым понятием на вводных занятиях по физике. На практике, однако, преобразования энергии бывает трудно отследить.

В связи с широким развитием системы подготовки по физике на углубленном уровне становится актуальной задача педагогического проектирования системы подготовки по физике с элементами демонстрационного эксперимента в курсе физики старших классов общеобразовательной школы.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>E-mail: shtrom98@mail.ru

В настоящее время существует несколько уровней подготовки по физике в старших классах общеобразовательной школы. В зависимости от типа и профиля класса уровень подготовки по физике может быть базовым, или профильным, или углубленным в старших классах общеобразовательной школы.

В современных условиях требуется кардинальное решение различных проблем по особенностям организации и проектирования системы подготовки по физике на углубленном уровне. Это связано с привлечением и использованием, материальных, людских и финансовых ресурсов, так же привлечение различных источников финансирования системы подготовки, методов разработки и внедрения в деятельность учащихся. Основным является изучение концепций, методологии и подходов для сравнения, обоснования альтернативных решений проектирования систем подготовки по физике. В последние несколько десятилетий возникли наиболее существенные изменения в современных образовательных технологиях, и конкуренция среди выпускников школ при поступлении в вузы стала наиболее отчётливо ощущаться. Способность успешно и эффективно проектировать образовательную программу по физике даёт возможность педагогу существенно повысить конкурентоспособность своих выпускников при поступлении в вузы.

Целью исследования является проектирование системы подготовки по физике с элементами демонстрационных экспериментов в старших классах общеобразовательной школы. Задачей исследования является разработка методики проведения демонстрационного эксперимента по физике в общеобразовательной школе при изучении физики по углубленной программе в классе с технологическим профилем подготовки.

Объектом исследования является образовательный процесс по физике в старших классах общеобразовательной школы. Предметом исследования является процесс педагогического проектирования системы подготовки по физике с использованием демонстрационного эксперимента в старших классах общеобразовательной школы.

Гипотеза исследования заключается в том, что если в систему подготовки по физике в старших классах общеобразовательной школы включить демонстрационный эксперимент по физике, проводимый учителем на аудиторных занятиях по физике, и экспериментальные задачи с классными и домашними опытами, выполняемые учащимися, то у школьников появится возможность приобретать, вместе с теоретическими знаниями по физике в виде основных физических понятий и законов, практические умения по работе с экспериментальным физическим оборудованием, что приведёт к повышению интереса к физике как учебному предмету в старших классах общеобразовательной школы.

Новизна проблемы педагогического проектирования системы подготовки по физике состоит в планомерном использовании деятельностного подхода с проведением демонстрационных экспериментов на уроках физики.

Методами исследования являются методы проведения демонстрационного эксперимента по физике в старших классах общеобразовательной школы, а также анализ научной литературы, посвященной проблеме использования демонстрационного эксперимента по физике.

Материалами исследования являются материалы для проведения демонстрационного эксперимента по физике в старших классах общеобразовательной школы.

## Обзор

Исследования в области физического образования убедительно продемонстрировали важность практической деятельности для учащихся. Большинство курсов физики для средних школ и колледжей включают лабораторный компонент и демонстрацию лекций. Современное нововведение состоит в том, чтобы полностью исключить лекцию или, по крайней мере, интегрировать её со студенческим экспериментированием. На

уровне старшего бакалавриата курсы имеют тенденцию быть более теоретическими и отделенными от своих экспериментальных аналогов, вероятно, в ущерб обучению. Ресурсы для учителей физики, которые хотят включить в свои курсы больше или лучше эксперименты и демонстрации, относительно скудны [1].

Некоторые демонстрационные эксперименты в физике были описаны в работах [2, 3].

Многие исследования показали, что концепции движения являются распространенными заблуждениями как среди студентов, так и среди учителей. Как правило, неправильное представление возникает из-за предварительных знаний, полученных учащимися при взаимодействии с природой до поступления в школьные учреждения. Заблуждения, как правило, остаются устойчивыми до тех пор, пока они не будут устранены, если не будут исправлены. В статье [4] анализируются неверные представления учащихся о движениях и усилия по их исправлению с использованием модели обучения, основанной на когнитивном конфликте, путём применения реального экспериментального видеоанализа. Используемый метод исследования — это обзорное исследование, экспериментальное исследование, обзор литературы путем поиска в национальных и международных журналах и представление результатов семинара по видеоанализу реальных экспериментов. Результаты исследования, приведённые в статье [4], объясняют, что неправильное представление возникает в концепции движения, как прямолинейного, кругового, так и параболического движения. Учащиеся не могут связать понятия движения с уравнением, объясняющим это понятие. Исследование, приведённое в статье [4], также объясняет потенциал модели обучения на основе когнитивных конфликтов с помощью синтаксиса 4 в улучшении понимания концепции и исправлении неправильных представлений о движении за счёт применения реального экспериментального видеоанализа. Роль видеоанализа реальных экспериментов необходима в третьем синтаксисе модели обучения на основе когнитивных конфликтов, а именно в обнаружении понятий и уравнений. Реальный экспериментальный видеоанализ необходим для исправления ошибочных представлений учащихся о движении с помощью программы Tracker. Настоящий эксперимент даёт студентам реальный опыт проведения испытаний, как ученый. Учащиеся строят понятие движения и связывают его с уравнением. Реальный экспериментальный видеоанализ в реализации модели обучения на основе когнитивных конфликтов может улучшить понимание концепций и исправить неверные представления учащихся о концепции движения. Заблуждения первокурсников могут повлиять на изучение физики в последующие годы. На первом курсе студенты изучают основы физики вещества, обсуждаются в целом, которые обобщаются в курсе фундаментальной физики или общей физики. Заблуждения учащихся в курсе фундаментальной физики вызовут трудности у учащихся в понимании физики на продвинутых курсах. Кроме того, неправильные представления учащихся в качестве кандидатов в учителя могут передать неправильные представления своим ученикам позже, когда они станут учителями. Причиной неправильного представления и трудностей понимания учащимися концепции физики является обучение, ориентированное на учителя. Обучение, ориентированное на учителя, означает, что учителя доминируют в обучении, в то время как учащиеся не принимают активного участия в построении физических понятий, включая понятие движения. Понятия движения, такие как сила, работа и энергия, в целом были задуманы одними из студентов, поскольку они взаимодействуют с окружающей средой до того, как поступают в учебное заведение. Это условие будет продолжаться, если в учебных лекциях и дискуссиях по физике преобладала активность, и лишь небольшая часть экспериментальной деятельности вовлекала учащихся в изобретательскую концепцию. Эксперименты, проводимые в процессе обучения, по-прежнему носят практический характер (практическая кулинарная книга), то есть учащиеся только следуют инструкциям, чтобы доказать уравнение физики. От студентов не требовалось глубоко мыслить, находить и строить понятия или уравнения в физике. В целом практические мероприятия, которые проводились до сих пор, не дали решения проблемы студенческих заблуждений.

В статье [5] описана методика изучения дифракции Френеля при активном привлечении студентов к обсуждению результатов демонстрационного эксперимента. Для создания хорошо видимой модели зон Френеля был выбран сантиметровый диапазон радиоволн, в котором размер первой зоны составляет около 10 см. Это делает видимыми созданные комбинации открытых и закрытых участков волнового фронта и позволяет учащимся прогнозировать результаты демонстраций. Для поддержания познавательной активности учащихся используется метод создания и разрешения учебных противоречий, проблемных ситуаций.

Лекционные демонстрации являются важнейшим феноменологическим компонентом курса общей физики. Многие из них незаслуженно забыты или заменены виртуальными экспериментами. В статье [6] рассмотрен ряд экспериментов, наиболее ярко иллюстрирующих магнитное действие электрического тока, взаимодействие токов, свойства магнитов, явление электромагнитной индукции и принципы работы трансформатора.

Анализ научных работ показывает актуальность использования демонстрационного эксперимента в физике.

## Результаты разработки дистанционного курса по демонстрационному эксперименту в физике

Приведём описание результатов разработки дистанционного курса по демонстрационному эксперименту в физике в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 1 изображена титульная страница дистанционного курса по демонстрационному эксперименту в физике, созданного в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 2 изображена первая часть модулей дистанционного курса по демонстрационному эксперименту в физике, созданного в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 3 изображена вторая часть модулей дистанционного курса по демонстрационному эксперименту в физике, созданного в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 4 изображена страница с первой частью избранных элементов первой темы из дистанционного курса по демонстрационному эксперименту в физике, созданного в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 5 изображена страница с второй частью избранных элементов первой темы из дистанционного курса по демонстрационному эксперименту в физике, созданного в системе управления обучением MOODLE.

#### Заключение

Использование демонстрационного эксперимента и экспериментальных задач на занятиях по физике позволяет активизировать познавательную активность учащихся, проиллюстрировать учебный материал разнообразными демонстрационными экспериментами. Демонстрационные эксперименты и экспериментальные задачи могут применяться на уроках физики различных типов, а также на различных этапах урока. Технология проведения демонстрационного эксперимента по физике в качестве элемента наглядности изложения теоретического материала по физике, способствующая развитию познавательных интересов и творческих способностей, показала положительные результаты.

Гипотеза исследования, заключающаяся в том, что если в систему подготовки по физике в старших классах общеобразовательной школы включить демонстрационный эксперимент по физике, проводимый учителем на аудиторных занятиях по физике, и

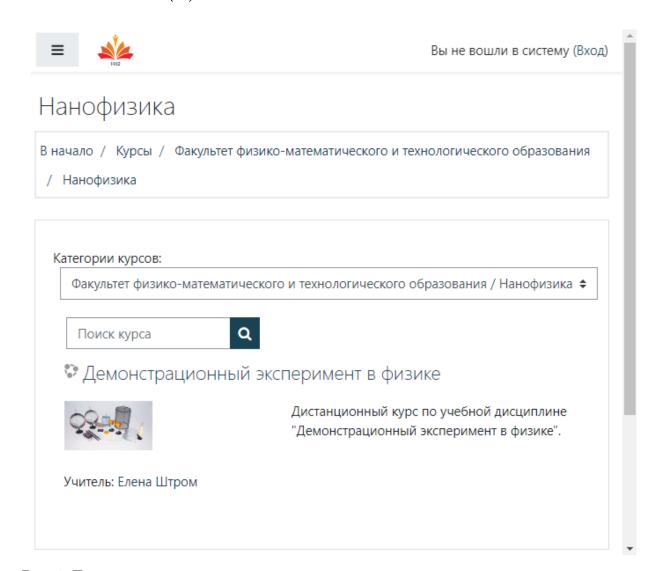


Рис. 1. Титульная страница дистанционного курса по демонстрационному эксперименту в физике, созданного в системе управления обучением MOODLE.

экспериментальные задачи с классными и домашними опытами, выполняемые учащимися, то у школьников появится возможность приобретать, вместе с теоретическими знаниями по физике в виде основных физических понятий и законов, практические умения по работе с экспериментальным физическим оборудованием, что приведёт к повышению интереса к физике как учебному предмету в старших классах общеобразовательной школы, подтверждена полностью.

#### Список использованных источников

- 1. Sprott Julien C. Experiments and demonstrations in physics: Bar-Ilan physics laboratory // Physics Today.— 2008.—mar.— Vol. 61, no. 3.— P. 55–56.— URL: https://doi.org/10.1063/1.2897954.
- 2. Hilton Wallace A. Demonstration experiments in physics // School Science and Mathematics.—1951.—mar.—Vol. 51, no. 3.— P. 234—235.— URL: https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1951.tb06840.x.
- 3. Bounds Christopher L. Physics demonstration experiment. Volumes I and II (Meiners, Harry M.) // Journal of Chemical Education.— 1971.—dec.— Vol. 48, no. 12.—P. A784.—URL: https://doi.org/10.1021/ed048pa784.2.

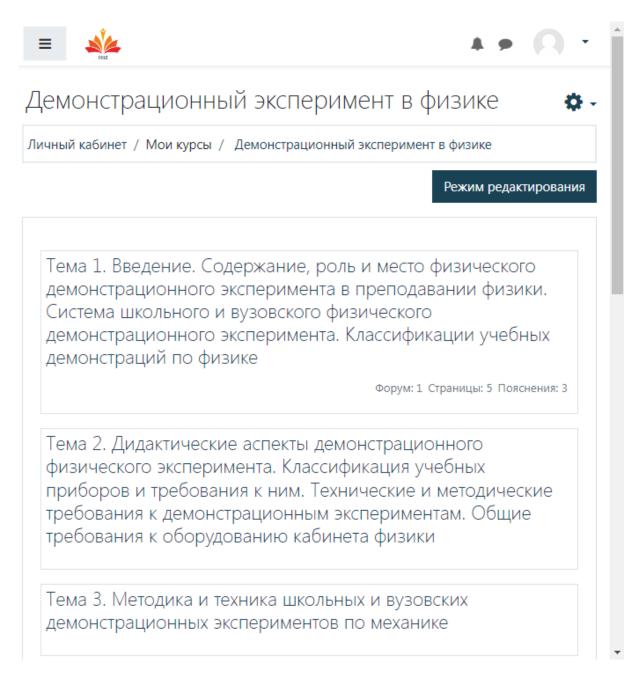


Рис. 2. Первая часть модулей дистанционного курса по демонстрационному эксперименту в физике, созданного в системе управления обучением MOODLE.

- 4. The application of real experiments video analysis in the CCBL model to remediate the misconceptions about motion's concept / F. Mufit [et al.] // Journal of Physics: Conference Series. 2019. . Vol. 1317. P. 012156. URL: https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012156.
- 5. Grebenev I. V., Kazarin P. V. Demonstration experiment in the study of Fresnel diffraction // Physics Education.— 2022.—jan.— Vol. 57, no. 2.— P. 025020.— URL: https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac4208.
- 6. Seliverstov A. V., Slepkov A. I., Starokurov Yu. V. Classical demonstration experiments on electricity and magnetism at the faculty of physics of Moscow State University // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. 2007. nov. Vol. 71, no. 11. P. 1506–1509. URL: https://doi.org/10.3103/s1062873807110068.

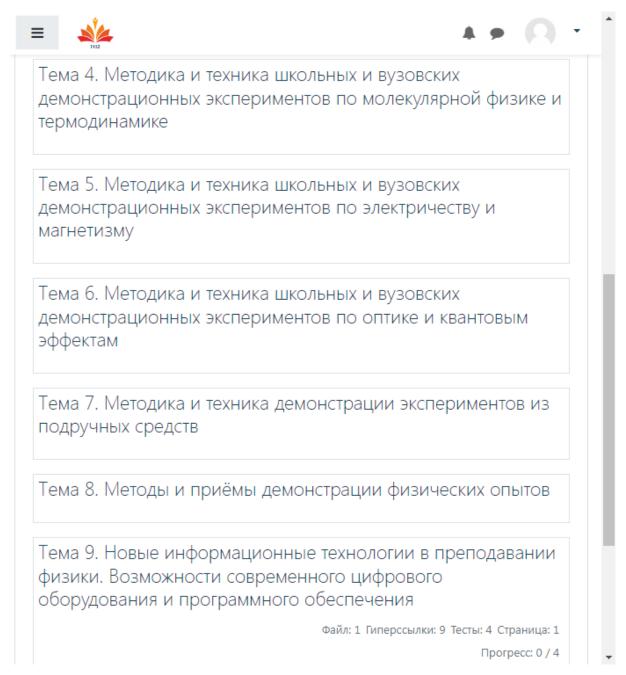


Рис. 3. Вторая часть модулей дистанционного курса по демонстрационному эксперименту в физике, созданного в системе управления обучением MOODLE.

## Сведения об авторах:

**Елена Сергеевна Штром** — студент магистратуры факультета физико-математического и технологического образования ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», Ульяновск, Россия.

E-mail: shtrom98@mail.ru

ORCID iD D 0000-0002-9648-1501

Web of Science ResearcherID P AAZ-9002-2020

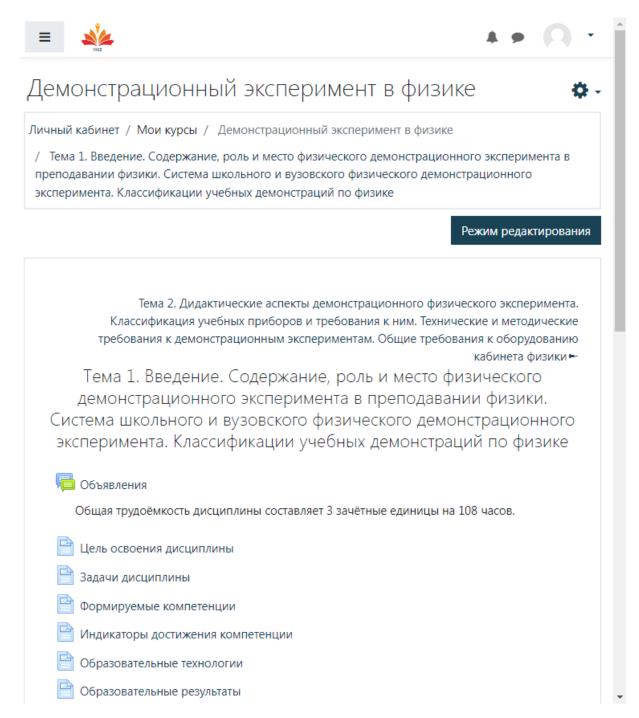


Рис. 4. Первая часть избранных элементов первой темы из дистанционного курса по демонстрационному эксперименту в физике, созданного в системе управления обучением MOODLE.

Original article PACS 01.50.H-OCIS 000.2060 MSC 00A79

Development of a distance course on a demonstration experiment

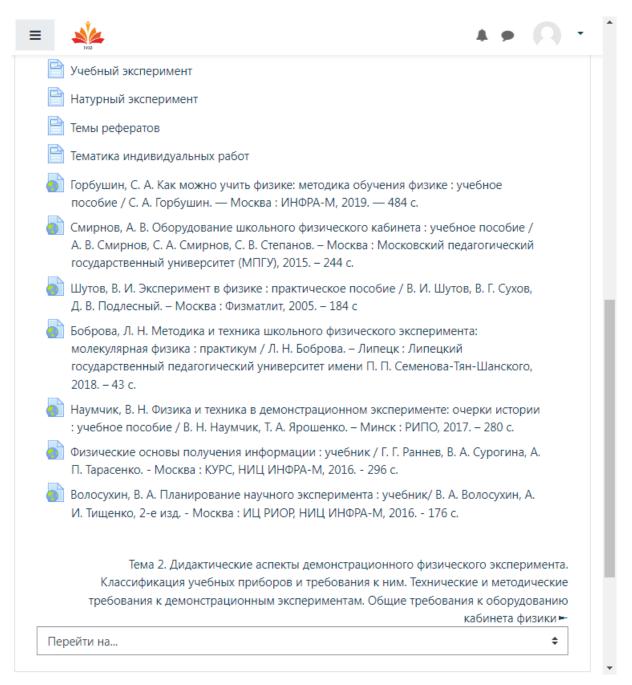


Рис. 5. Вторая часть избранных элементов первой темы из дистанционного курса по демонстрационному эксперименту в физике, созданного в системе управления обучением MOODLE.

## in physics

E.S. Shtrom

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted January 17, 2023 Resubmitted January 20, 2023 Published March 10, 2023 **Abstract.** Some features of the methodology of teaching physics in the upper grades of a general education school with a demonstration experiment in physics are discussed. The essence of the methodology for conducting a demonstration experiment in a general education school when studying physics under an advanced level program in a class with a technological training profile is revealed. A system of demonstration experiments in physics was designed in a general education school in the study of physics under an advanced level program. The technology of conducting a demonstration experiment in physics is described as an element of visualization of the presentation of theoretical material in physics in the upper grades of a general secondary school, which contributes to the development of cognitive interests and creative abilities of schoolchildren in physics.

**Keywords:** physics, demonstration experiment, methods of teaching physics, cognitive interest, general education school, training system, experiments, experimental tasks

#### References

- 1. Sprott Julien C. Experiments and demonstrations in physics: Bar-Ilan physics laboratory // Physics Today.— 2008.—mar.— Vol. 61, no. 3.— P. 55–56.— URL: https://doi.org/10.1063/1.2897954.
- 2. Hilton Wallace A. Demonstration experiments in physics // School Science and Mathematics. 1951. mar. Vol. 51, no. 3. P. 234–235. URL: https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1951.tb06840.x.
- 3. Bounds Christopher L. Physics demonstration experiment. Volumes I and II (Meiners, Harry M.) // Journal of Chemical Education.— 1971.—dec.— Vol. 48, no. 12.—P. A784.—URL: https://doi.org/10.1021/ed048pa784.2.
- 4. The application of real experiments video analysis in the CCBL model to remediate the misconceptions about motion's concept / F. Mufit [et al.] // Journal of Physics: Conference Series. 2019. . Vol. 1317. P. 012156. URL: https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012156.
- 5. Grebenev I. V., Kazarin P. V. Demonstration experiment in the study of Fresnel diffraction // Physics Education.— 2022.—jan.— Vol. 57, no. 2.— P. 025020.— URL: https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac4208.
- 6. Seliverstov A. V., Slepkov A. I., Starokurov Yu. V. Classical demonstration experiments on electricity and magnetism at the faculty of physics of Moscow State University // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. 2007. nov. Vol. 71, no. 11. P. 1506–1509. URL: https://doi.org/10.3103/s1062873807110068.

### Information about authors:

Elena Sergeevna Shtrom — Master's student of the Faculty of Physics, Mathematics and Technological Education of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ulyanovsk State Pedagogical University", Ulyanovsk, Russia.

Web of Science ResearcherID P AAZ-9002-2020

## INDEX OF AUTHORS

Adakin, V. A., 1

Altunin, K. K., 73, 100

Burmistrova, N. Yu., 62

Gimatetdinova, A. R., 10

Prichalova, E. N., 52

Shishkarev, V. V., 1, 62

Shtrom, E. S., 116

