

6 (42)
2019

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ПЕРСПЕКТИВЫ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

PERSPECTIVES OF SCIENCE AND EDUCATION



INTERNATIONAL ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ПЕРСПЕКТИВЫ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ»

pnojjournal.wordpress.com | pnojjournal@mail.ru

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) как СМИ
(ЭЛ № ФС 77 – 62796 от 18.08.2015)

Международный серийный номер ISSN 2307-2334 (Онлайн) | DOI: <https://www.doi.org/10.32744/pse>

Журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные
результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук,
по научным специальностям и соответствующим им отраслям науки:

Группа специальностей: 13.00.00 – Педагогические науки

13.00.01 – *Общая педагогика, история педагогики и образования (педагогические науки)*,

13.00.02 – *Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования) (педагогические науки)*,

13.00.08 – *Теория и методика профессионального образования (педагогические науки)*

Перечень ВАК от 28.12.2018 г.

Включен в РИНЦ (Дог. № 326-05/2013)

Scopus, GeoRef, Ulrich's Periodicals Directory, Mendeley, Google Scholar, EBSCO Publishing, КиберЛенинка

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: Зеленев В.М. (Россия, Воронеж) – Профессор, Доктор физико-математических наук,
Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДКОЛЛЕГИИ: Сериков В.В. (Россия, Волгоград) – Член-корреспондент РАО, Профессор,
Доктор педагогических наук, Заслуженный деятель науки РФ

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

СОЦИАЛЬНЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Тихомирова Е.И. (Россия, Самара) – Профессор, Доктор педагогических наук | Терзиева М.Т. (Болгария, Бургас) –
Профессор, Доктор педагогических наук | Колосова Л.А. (Россия, Воронеж) – Профессор, Доктор педагогических
наук | Резниченко М.Г. (Россия, Самара) – Доцент, Доктор педагогических наук | Капинова Е.С. (Болгария, Бургас) –
Доцент, Доктор педагогических наук | Машиньян А.А. (Россия, Москва) – Доктор педагогических наук | Кочергина Н.В.
(Россия, Москва) – Доктор педагогических наук | Дахин Александр Николаевич (Россия, Новосибирск) – Доцент, доктор
педагогических наук | Чернышева Е.И. (Россия, Воронеж) – Доцент, кандидат педагогических наук | Самусева Г.В. (Россия,
Воронеж) – Кандидат педагогических наук | Бехера С.К. (Индия, Орисса) – Доктор философии по педагогике | Шавердян
Г.М. (Армения, Ереван) – Профессор, доктор психологических наук | Долгова В.И. (Россия, Челябинск) – Профессор,
доктор психологических наук | Остапенко Г.С. (Россия, Воронеж) – Доцент, кандидат психологических наук | Зинченко В.В.
(Украина, Киев) – Доктор философских наук | Цветков В.Я. (Россия, Москва) – Профессор, д-р экон. наук, д-р техн. наук
| Кондрашихин А.Б. (Россия, Севастополь) – Профессор, д-р экон. наук, канд. техн. наук | Александру Трифу (Румыния,
Яссы) – Доктор философии по экономике | Костел Мариус Эси (Румыния, Сучава) – Доктор онтологии и философии науки.

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ АНТРОПОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА

Пархисенко Ю.А. (Россия, Воронеж) – Доктор медицинских наук, профессор, Заслуженный врач Российской
Федерации | Темирбулатов В.И. (Россия, Курск) – Доктор медицинских наук, Заслуженный врач Российской Федерации
| Белоконев В.И. (Россия, Самара) – Доктор медицинских наук, профессор, Заслуженный врач Российской Федерации
| Коротких И.Н. (Россия, Воронеж) – доктор медицинских наук, профессор, Заслуженный врач Российской Федерации
| Жданов А.И. (Россия, Воронеж) – Доктор медицинских наук, профессор | Булынин В.В. (Россия, Воронеж) – Доктор
медицинских наук, профессор | Матвеев В.И. (Россия, Воронеж) – Доктор медицинских наук, профессор | Иванов А.А.
(Россия, Воронеж) – Доктор медицинских наук | Бежин А.И. (Россия, Курск) – Доктор медицинских наук, профессор |
Чередников Е.Ф. (Россия, Воронеж) – Доктор медицинских наук, профессор | Струк Ю.В. (Россия, Воронеж) – Доктор
медицинских наук, профессор | Лаврентьев А.А. (Россия, Воронеж) – Доктор медицинских наук, профессор.

Информация о журнале в соответствии с изменениями в Законе Российской Федерации «О средствах массовой информации»

от 27.12.1991 № 2124-1, вступившие в силу с 01.01.2018. Выходные данные сетевого издания:

- 1) наименование издания: Перспективы науки и образования; 2) учредитель: Роман Иванович Остапенко; 3) фамилия, инициалы главного редактора: Зеленев В. М.;
- 4) адрес электронной почты и номер телефона редакции: pnojjournal@mail.ru; + 7 (951) 878 21 20; 5) знак информационной продукции в случаях, предусмотренных
Федеральным законом от 29 декабря 2010 года № 436-ФЗ «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию»: 16+



INTERNATIONAL ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL "PERSPECTIVES OF SCIENCE AND EDUCATION"

psejournal.wordpress.com | pnojurnal@mail.ru

The journal is registered in the Federal Service for Supervision of Communications,
Information Technology, and Mass Media. The Mass Media Registration Certificate
EL No. FS 77-62796 of August, 18, 2015

International serial number ISSN 2307-2334 (Online) | DOI: <https://www.doi.org/10.32744/pse>

The journal is included in the list of peer-reviewed scientific publications, where must be published basic
scientific results of dissertations (PhD of Sciences, Doctor of Sciences),

the list of Higher attestation commission of December, 28, 2018:

A group of specialties: 13.00.00 – Pedagogical Sciences

13.00.01 – *General pedagogy, history of pedagogy and education (pedagogical sciences)*,

13.00.02 – *Theory and methods of training and education (by areas and levels of education) (pedagogical sciences)*,

13.00.08 – *Theory and methodology of vocational education (pedagogical sciences)*

Indexed in Scopus

Included in GeoRef, Ulrich's Periodicals Directory, Mendeley,
Google Scholar, EBSCO Publishing

CHIEF EDITOR: Zelenev V.M. (Russia, Voronezh) – Professor, Doctor of Physical and Mathematical Sciences,
Honored Worker of Higher Education of Russian Federation

CHAIRMAN OF EDITORIAL BOARD: Serikov V.V. (Russia, Volgograd) – Professor, Doctor of Pedagogical Sciences,
Corresponding member of the RAE, Honored scientist of the Russian Federation

MEMBERS OF EDITORIAL BOARD:

SOCIAL SCIENCES, ARTS AND HUMANITIES

Tikhomirova E.I. (Russia, Samara) – Professor, Doctor of Pedagogical Sciences | Terzieva M.T. (Bulgaria, Bourgas) – Professor,
Doctor of Pedagogical Sciences | Kolosova L.A. (Russia, Voronezh) – Professor, Doctor of Pedagogical Sciences | Reznichenko
M.G. (Russia, Samara) – Associate Professor, Doctor of Pedagogical Sciences | Kapinova E.S. (Bulgaria, Bourgas) – Associate
Professor, Doctor of Pedagogical Sciences | Mashin'ian A.A. (Russia, Moscow) – Doctor of Pedagogical Sciences | Kochergina
N.V. (Russia, Moscow) – Doctor of Pedagogical Sciences | Dakhin A. N. (Russia, Novosibirsk) – Associate Professor, Doctor of
Pedagogical Sciences | Chernysheva E.I. (Russia, Voronezh) – Associate Professor, PhD in Pedagogy | Samuseva G.V. (Russia,
Voronezh) – Doctor of Philosophy in Pedagogy | Behera S.K. (India, Orissa) – Doctor of Philosophy in Pedagogy | Shaverdian
G.M. (Armenia, Yerevan) – Professor, Doctor of Psychological Sciences | Dolgova V.I. (Russia, Chelyabinsk) – Professor, Doctor of
Psychological Sciences | Ostapenko G.S. (Russia, Voronezh) – Associate Professor, PhD in Psychology | Zinchenko V.V. (Ukraine,
Kiev) – Doctor of Philosophical Sciences | Tsvetkov V.Ia (Russia, Moscow) – Professor, D-r of Econ. Sci., D-r. of Tech. Sci. |
Kondrashikhin A.B. (Russia, Sevastopol) – Professor, D-r of Econ. Sci., PhD in Tech. Sci. | Alexandru Trifu (Romania, Iasi) – Doctor
of Philosophy in Economics | Costel Marius Esi (Romania, Suceava) – Doctor of Philosophy in Ontology and philosophy of science.

PEDAGOGICAL ANTHROPOLOGY AND MEDICINE

Parhisenko Yu. A. (Russia, Voronezh) – Doctor of Medical Sciences, Professor, Honored Doctor of the Russian Federation |
Temirbulatov V.I. (Russia, Kursk) – Doctor of Medical Sciences, Honored Doctor of the Russian Federation | Belokonev V.I. (Russia,
Samara) – Doctor of Medical Sciences, Professor, Honored Doctor of the Russian Federation | Korotkikh I.N. (Russia, Voronezh)
– Doctor of Medical Sciences, Professor, Honored Doctor of the Russian Federation | Zhdanov A.I. (Russia, Voronezh) – Doctor of
Medical Sciences, Professor | Bulynin V.V. (Russia, Voronezh) – Doctor of Medicine, Professor | Matveyev V.I. (Russia, Voronezh) –
Doctor of Medical Sciences, Professor | Ivanov A.A. (Russia, Voronezh) – Doctor of Medicine | Bezhin A.I. (Russia, Kursk) – Doctor of
Medical Sciences, Professor | Cherednikov E.F. (Russia, Voronezh) – Doctor of Medical Sciences, Professor | Struk Yu. V. (Russia,
Voronezh) – Doctor of Medical Sciences, Professor | Lavrentiev A.A. (Russia, Voronezh) – Doctor of Medical Sciences, Professor.

Output data of the network edition:

- 1) Name: Perspectives of science and education; 2) Founder: Roman Ivanovich Ostapenko; 3) Editor-in-chief: Zelenev V. M.;
- 4) E-mail address and telephone of editorial staff: pnojurnal@mail.ru; + 7 (951) 878 21 20; 5) information product sign: 16+

СОДЕРЖАНИЕ

Философия образования, методология, информация

Г. Н. Кузьменко

Философское содержание понятия «человек» в современном социально-гуманитарном знании 10

А. Г. Маджуга, С. Г. Воровщиков, Е. В. Головнева, Р. М. Салимова

Камертонная культура человека: концептуальные подходы к изучению феномена 20

Общие вопросы образования

А. В. Шуталева, Ю. В. Циплакова, А. А. Керимов

Гуманизация образования в цифровую эпоху 31

Р. Р. Муслумов

Проблемы формирования правового самосознания личности 44

Проблемы профессиональной подготовки

Е. В. Иванова, О. В. Кузнецова, Е. В. Мельникова

Государственные образовательные стандарты (уровень бакалавриата) о профессиональной деятельности религиоведа и теолога: характеристики и изменения 55

М. А. Якунчев, Н. В. Жукова, Т. А. Маскаева, О. А. Ляпина

Модернизация государственной итоговой аттестации выпускников педагогического вуза 65

С. И. Осипова, О. В. Приходько, А. И. Богданова

Речевая культура в сохранении национальной идентичности личности 78

Е. Ю. Тюменцева, С. Х. Мухаметдинова, К. К. Абдуллаев

Моделирование уровня экологической культуры студентов вузов с использованием когнитивной методологии 91

В. А. Лопатин, С. В. Криворучко, П. М. Шуст

Трансформация процесса обучения специалистов в области инновационных финансовых сервисов ... 104

Н. В. Никулина, Н. С. Данакин, М. М. Ченцова, В. Ю. Козлов

Конфликтная компетентность сотрудников органов внутренних дел в социологическом измерении 117

Методика преподавания отдельных предметов

Ю. А. Сауров, М. П. Уварова, Д. В. Перевощиков

Об исследовании освоения границ применимости физических понятий, принципов, моделей и законов 128

Н. А. Мартынова, В. Н. Шашкова, К. А. Власов

Особенности преподавания английского языка в непрофильных образовательных организациях: анализ мнений обучающихся 142

Изучение языков

М. О. Гузикова

Языковая среда мировых университетов в условиях интернационализации высшего образования 158

А. М. Плотникова, М. В. Слаутина	
Идеографические словари в практике преподавания лингвистических дисциплин	172

Вопросы школьного и дошкольного образования

Л. В. Старых, Т. В. Тимохина, Л. В. Епишина	
Возможности использования литературных текстов в междисциплинарном пространстве начального образования	183
Э. Э. Сыманюк, А. А. Печеркина, О. В. Закревская	
Особенности профессионального самоопределения учащихся старшего подросткового возраста	192
Н. В. Самсонова, Е. А. Будоян	
Учебно-герменевтические задачи как средство развития филологической одаренности обучающихся профильного лингвистического класса	203
С. Ш. Умеркаева, Н. Б. Буянова, Е. Н. Никитина	
Формирование духовно-нравственных ценностей подростков в процессе приобщения к народной художественной культуре	215

Педагогика и психология

М. Е. Пермякова, О. С. Виндекер	
Исследование взаимосвязи счастья дошкольников и их матерей	229
С. С. Быкова, И. О. Позднякова, В. М. Судницына	
Развитие самоотношения подростков посредством фототерапии	240
М. Е. Пермякова, В. Я. Коваленко, О. С. Виндекер	
Исследование взаимосвязи когнитивных стилей и их особенностей у юношей и девушек	251
Т. Н. Осинина, М. Н. Усцева	
Внутренняя мотивация как условие эффективности прохождения государственной итоговой аттестации современными школьниками	262
Е. Е. Руслякова, Е. И. Шулева, Е. А. Цайтлер	
Внутренняя картина здоровья студентов	274
Т. В. Ицкович, М. М. Ицкович	
Семья в восприятии современного студенчества	288
А. В. Меренков	
Нравственное воспитание детей в современной семье: воспроизводство гендерной асимметрии	298
М. В. Клименских, Ю. В. Лебедева, А. В. Мальцев, В. В. Савельев	
Психологические факторы эффективного онлайн-обучения студентов	312
А. В. Карпов	
Метакогнитивные детерминанты психического выгорания в профессиональной деятельности	322

Специальная педагогика

М. М. Ицкович	
Специфика смыслового содержания ценностей в зависимости от мотивационной структуры личности у учащихся с детским церебральным параличом	338

Инклюзивное образование

М. В. МИРОНОВА, Н. С. СМОЛИНА, А. Н. НОВГОРОДЦЕВА Инклюзивное образование в школе: противоречия и проблемы организации доступной среды (на примере школ Российской Федерации)	349
А. В. МЕРЕНКОВ, Е. А. ОСИПОВА, А. С. ШАРФ Психолого-педагогическое сопровождение семей детей с ограниченными возможностями здоровья в условиях реабилитационного центра	360
Л. В. ТОКАРСКАЯ, Т. Ю. БЫСТРОВА Нейродоступная образовательная среда: адаптация к потребностям людей с ограниченными возможностями здоровья	372
И. В. ГУРЬЯНОВА, Н. И. КУЗЬМЕНКО Подготовка наставников в социально-реабилитационных центрах для работы с семьями, имеющими детей с ограниченными возможностями	382
Т. Б. СЕРГЕЕВА, А. А. ПЕЧЕРКИНА, Н. С. ГЛУХАНЮК, Г. И. БОРИСОВ Личностная мобильность как предиктор профессионального здоровья и благополучия в пожилом возрасте	397

Информационные и математические методы в педагогике

Е. В. ОГУРЦОВА, Р. Р. ТУГУШЕВА, А. А. ФИРСОВА Инновационные спилловер-эффекты информационно-коммуникационных технологий в высшем образовании	409
О. Н. ТОМЮК, М. А. ДЬЯЧКОВА, Н. Б. КИРИЛЛОВА, А. Ю. ДУДЧИК Цифровизация образовательной среды как фактор личностного и профессионального самоопределения обучающихся	422
Г. А. НИКИТИНА, Н. В. ТЕРНОВА Электронные учебно-методические пособия как средство интенсификации процесса обучения иностранному языку	435

Особенности подготовки педагогических кадров

Н. П. ШИТЯКОВА, И. В. ВЕРХОВЫХ, И. В. ЗАБРОДИНА Мотивирование будущих учителей начальных классов к преподаванию комплексного курса «Основы религиозных культур и светской этики»	445
--	-----

Управление в образовании

Г. А. АГАРКОВ, Д. Г. САНДЛЕР, А. Е. СУДАКОВА, А. Д. СУЩЕНКО Дифференциация университетов по уровню доходов профессорско-преподавательского состава: связь с качеством образования и научной результативностью	456
А. К. ПОГРЕБНИКОВ, В. Н. ШЕСТАКОВ, Ю. Ю. ЯКУНИН Персональная образовательная среда как инструмент повышения успеваемости студентов	473

CONTENTS

Philosophy of education, methodology, information

G. N. KUZMENKO

The philosophical content of the concept of "man" in modern social and humanitarian knowledge 11

A. G. MADZHUGA, S. G. VOROVSHCHIKOV, E. V. GOLOVNEVA, R. M. SALIMOVA

Human tuning fork culture: conceptual approaches to the study of the phenomenon 21

General education issues

A. V. SHUTALEVA, A. A. KERIMOV, YU. V. TSIPLAKOVA

Humanization of education in digital era..... 32

R. R. MUSLUMOV

Issues of formation of legal consciousness of personality 45

Issues of professional training

E. V. IVANOVA, O. V. KUZNETSOVA, E. V. MELNIKOVA

State educational standards (undergraduate level) on the professional activities of study of religious scholar and theologian: characteristics and changes..... 56

M. A. YAKUNCHEV, N. V. ZHUKOVA, T. A. MASKAEVA, O. A. LYAPINA

Organization and conduct of the state final certification of graduates of pedagogical university 66

S. I. OSIPOVA, O. V. PRIKHODKO, A. I. BOGDANOVA

Speech culture in preserving a person's national identity..... 79

E. YU. TYUMENTSEVA, S. KH. MUKHAMETDINOVA, K. K. ABDULLAYEV

Modeling of the ecological culture level of higher educational institutions students employing cognitive methodology 92

V. A. LOPATIN, S. V. KRIVORUCHKO, P. M. SHUST

Transformation of the learning process of specialists in the field of innovative financial services 105

N. V. NIKULINA, N. S. DANAKIN, M. M. CHENTSOVA, V. Y. KOZLOV

Conflict competence of an officer of Internal Affairs bodies in the sociological dimension 118

Certain subject teaching methodology

YU. A. SAUROV, M. P. UVAROVA, D. V. PEREVOSHCHIKOV

On the study of mastering the limits of applicability of physical concepts, principles, models, and laws 129

N. A. MARTYNOVA, V. N. SHASHKOVA, K. A. WLASSOW

Specificities of teaching English in non-specialized educational organizations: analysis of students' opinions..... 143

Language learning

M. O. GUZIKOVA

The linguistic environment of world universities in the context of the internationalization of higher education 159

A. M. PLOTNIKOVA, M. V. SLAUTINA

Ideographic dictionaries in the practice of teaching linguistic disciplines 173

Issues of school and pre-school education

L. V. STARYKH, T. V. TIMOKHINA, L. V. EPISHINA

Possibilities of using literary texts in the interdisciplinary space of primary education..... 184

E. E. SYMANYUK, A. A. PECHERKINA, O. V. ZAKREVSKAYA

Peculiarities of professional self-determination of older adolescent students 193

N. V. SAMSONOVA, E. A. BUDOYAN

Educational and hermeneutic tasks as a means of developing the philological giftedness in students of specialized linguistic classes..... 204

S. SH. UMERKAEVA, N. B. BUYANOVA, E. N. NIKITINA

The formation of spiritual and moral values of adolescents in the process of familiarization with the folk art culture 216

Pedagogy and psychology

M. E. PERMAKOVA, O. S. VINDEKER

Exploring the relationship between the happiness of preschoolers and their mothers..... 230

S. S. BYKOVA, I. O. POZDNYAKOVA, V. M. SUDNITSYNA

Developing adolescents' self-attitude by phototherapy 241

M. E. PERMAKOVA, V. Y. KOVALENKO, O. S. VINDEKER

Research of interrelation of cognitive styles and their features in young men and women..... 252

T. N. OSININA, M. N. USTSEVA

Internal motivation as a condition of modern schoolchildren's state final attestation efficiency 263

E. E. RUSLYAKOVA, E. I. SHULEVA, E. A. ZEITLER

Students' internal picture of health..... 275

T. V. ITSKOVICH, M. M. ITSKOVICH

Family in the perception of modern students 289

A. V. MERENKOV

Moral upbringing of children in the modern family: reproduction of gender asymmetries..... 299

M. V. KLIMENSKIY, JU. V. LEBEDEVA, A. V. MALTSEV, V. V. SAVELYEV

Psychological factors of online-learning efficiency of students 313

A. V. KARPOV

Metacognitive determinants of mental burnout in professional activity 323

Special pedagogy

M. M. ITSKOVICH

Specificity of meaning content of values depending on motivational structure of personality of pupils with infantile cerebral paralysis..... 339

Inclusive education

M. V. MIRONOVA, N. S. SMOLINA, A. N. NOVGORODTSEVA

Inclusive education at school: contradictions and problems of organizing an accessible environment (for example, schools in the Russian Federation)..... 350

A. V. MERENKOV, E. A. OSIPOVA, A. S. SHARF	
Psychological and pedagogical support for families with disabled children in medical center	361
L. V. TOKARSKAYA, T. YU. BYSTROVA	
Neuro-accessible educational environment: adapting to the needs of people with disabilities	373
I. V. GURYANOVA, N. I. KUZMENKO	
Training of mentors in social rehabilitation centers to work with families who are raising children with disabilities	383
T. B. SERGEEVA, A. A. PECHERKINA, N. S. GLUKHANYUK, G. I. BORISOV	
Personal mobility as a predictor of professional health and well-being in old age.....	398

Information and mathematical methods in pedagogy

E. V. OGURTSOVA, R. R. TUGUSHEVA, A. A. FIRSOVA	
Innovation spillover effects of information and communications technology in higher education	410
O. N. TOMYUK, M. A. DYACHKOVA, N. B. KIRILLOVA, A. YU. DUDCHIK	
Digitalization of the educational environment as a factor of personal and professional self-determination of students	423
G. A. NIKITINA, N. V. TERNOVA	
Electronic teaching aids as a means of intensifying the process of foreign language teaching.....	436

Features of teacher training

N. P. SHITYAKOVA, I. V. VERKHOVYKH, I. V. ZABRODINA	
Motivation of future primary school teachers to the teaching of the course "Fundamentals of religious cultures and secular ethics"	446

Management in education

G. A. AGARKOV, D. G. SANDLER, A. E. SUDAKOVA, A. D. SUSHCHENKO	
Differentiation of universities by the level of teaching staff income: correlation with the quality of education and research productivity.....	457
A. K. POGREBNIKOV, V. N. SHESTAKOV, YU. YU. YAKUNIN	
Personal learning environment as a tool for improving students' performance	474



Ю. А. САУРОВ, М. П. УВАРОВА, Д. В. ПЕРЕВОЩИКОВ

Об исследовании освоения границ применимости физических понятий, принципов, моделей и законов

В современном обществе востребованы люди, обладающие развитой культурой научного, критического мышления. Эффективным средством формирования этого качества является учебная деятельность. При обучении физике одним из доступных инструментов является освоение границ применимости физических знаний – понятий, принципов, моделей, законов, теорий...

Однако на практике изучение этого материала происходит не системно, не уделяется должного внимания данным вопросам даже в учебниках по физике, у учащихся возникают сложности в освоении этих фундаментальных вопросов. Отсюда объектом исследования являются знания и умения учащихся десятых классов в области границ применимости физических знаний по механике и молекулярной физике.

Методы исследования: теоретический анализ при постановке научной проблемы, эмпирические методы получения фактов формирования и освоения знаний о границах применимости.

На основе анализа теоретических результатов исследования построен пробный тест диагностики знаний учащихся о границах применимости и умений с ними работать. Представлены результаты апробации теста, которые позволяют зафиксировать методические проблемы освоения данных вопросов. Предложены направления работы при построении методики освоения знаний о границах применимости в физике.

Ключевые слова: методология, научный метод познания, теоретические обобщения, границы применимости, экспериментальное исследование

Ссылка для цитирования:

Сауров Ю. А., Уварова М. П., Перевощиков Д. В. Об исследовании освоения границ применимости физических понятий, принципов, моделей и законов // Перспективы науки и образования. 2019. № 6 (42). С. 128-141. doi: 10.32744/pse.2019.6.11



YU. A. SAUROV, M. P. UVAROVA, D. V. PEREVOSHCHIKOV

On the study of mastering the limits of applicability of physical concepts, principles, models, and laws

In today's society, people with a developed culture of scientific and critical thinking are in demand. An effective way of shaping this quality is the educational activity. In teaching physics, one of the available tools is mastering the limits of applicability of physical knowledge – concepts, principles, models, laws, and theories.

However, in practice, this material is not studied systematically, the above-mentioned problems do not receive due attention even in physics textbooks, students have difficulties in mastering these fundamental issues. Hence the object of the study is the knowledge and skills of 10th-grade students in the area of the limits of applicability of physical knowledge in mechanics and molecular physics.

Research methods: theoretical analysis for setting the scientific problem, empirical methods for obtaining facts on the formation and development of knowledge about the limits of applicability.

Based on the analysis of the theoretical results of the study, a test for diagnosing students' knowledge about the limits of applicability and the ability to work with them was developed. The results of the practical evaluation of the test are presented, which allow identifying methodical problems of mastering these issues. The directions of work for the construction of a method for mastering the knowledge about the limits of applicability in physics are proposed.

Keywords: methodology, scientific method of cognition, theoretical generalizations, limits of applicability, experimental research

For Reference:

Saurov, Yu. A., Uvarova, M. P., & Perevoshchikov, D. V. (2019). On the study of mastering the limits of applicability of physical concepts, principles, models, and laws. *Perspektivy nauki i obrazovaniya – Perspectives of Science and Education*, 42 (6), 128-141. doi: 10.32744/pse.2019.6.11

Введение

Интеллектуальный фундамент для развития общества закладывается еще в школе. В Федеральном государственном образовательном стандарте утверждается, что при освоении естественных наук, в том числе и физики, должны формироваться основы научной картины мира, «понимание роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач; владение основными методами научного познания» [1]. Выдающийся методист-физик В.Г. Разумовский писал: «Для интеллектуального развития опыт деятельности в области современной науки является единственным средством. Нет развития вне образования, вне овладения методами научного познания» [2, с. 50]. Но для достижения таких результатов обучения необходимо не формальное заучивание знаний, а организация активной познавательной деятельности учащихся.

В ходе освоения научного метода познания, его применения в учебных ситуациях учащиеся приходят к выводу, что любое знание (понятия, принципы, модели, законы...) не является абсолютным, имеет свои границы применимости. Для познания, для развития научного, физического мышления это носит фундаментальный характер и способствует развитию последнего, например, в случае, когда при решении какой-либо учебной задачи «привычный» метод не дает нужного результата. Словом, в современном мире знание о границах применимости знаний необходимо для освоения.

Существование границ применимости обусловлено природой теоретического и эмпирического знания, а также историей человеческого познания в целом [3]. Вследствие особенностей измерения эмпирические знания всегда приближенны [4], а теоретические знания ограничены по своему определению – они по своей природе модельные, идеальные. Более подробно границы применимости принципов, понятий, законов различных разделов физики рассмотрены в работах [3, 5–7]. Однако, несмотря на повышенное внимание методистов к вопросам выделения границ применимости физических знаний, практически нет примеров методики диагностики достижений учащихся. Объективно, это трудно. Отсюда следует актуальность обсуждения опыта построения и использования тестов соответствующих достижений школьников.

Материалы и методы

Объектом данного исследования являются знания и умения учащихся десятых классов в области границ применимости физических знаний по механике и молекулярной физике. При проведении исследования мы центрировались на проверке следующей **гипотезы**: даже при явном отсутствии опыта преподавания знаний о границах применимости знаний в современном физическом образовании существует потенциальная потребность в понимании природы знаний в форме границ их применимости. Для реализации цели исследования были определены следующие задачи:

1. кратко обобщить особенности границ применимости разных типов физических знаний;
2. выделить элементы диагностируемых знаний и умений учащихся;
3. построить диагностическую работу и апробировать ее;
4. обсудить результаты исследования.

Методы исследования: теоретический анализ при постановке научной проблемы, эмпирические методы получения фактов формирования и освоения знаний о границах применимости.

Результаты теоретического исследования

Вопрос о видах знаний. Научные знания в деятельности людей играют фундаментальные роли. Их выделение и освоение в обучении трудно переоценить. Подход к построению знаний может быть разным. Известный методолог М. Бунге, в частности, писал: «Критический реализм оказывается наиболее плодотворной эпистемологией, так как поощряет стремление видеть дальше любой теории...» [8]. По его мнению, суть этого подхода заключается в следующем:

- Существуют объекты, независимые от нас, но артефакты, образы зависят от разума, от методов познания.
- Объекты частично познаваемы в ходе исторического процесса, познание происходит при помощи теории и эксперимента.
- Любое познание гипотетично, а поэтому не окончательно; познание не непосредственно и наглядно, а опосредованно, модельно и знаковое.

Типы знаний, согласно современным представлениям (Г.П. Щедровицкий, В.С. Степин [9; 10]), определяются:

- характером (особенностями) мышления и деятельности,
- особенностями структур и процессов коммуникации при передаче знаний,
- особенностями процедур (механизмов) получения знаний,
- особенностями процессов трансляции знаний (прямой перенос, например, с объектом, репродукция знаний, репродукция методов и методик производства знаний),
- принципами систематизации и соорганизации (понятия и законы и др.) знаний; в частности, В.В. Мултановский выделял четыре вида теоретических обобщений физики – понятия, законы, теории, физические картины мира [11].

На этой идейной основе выделяют следующие *типы знаний*: а) практико-методические, б) естественнонаучные, в) конструктивно-технические, г) управленческие, д) философские, мифологические, религиозные, е) проектные, ж) системы знаний о ценностях, т.е. этика, з) нормативные системы знаний, т.е. логика, языкознание, лингвистика и др., и) методологические, к) знания о деятельности, т.е. системы знаний психологии, педагогики и др. (см., например, Г.П. Щедровицкий, 1997, с. 316, 443). Почти очевидно, что типы знаний связаны (являются результатом) соответствующей деятельности, отсюда и выделяют типы познавательной деятельности, ее особенности и др. Важно, что знания эти существенно разные, получаются по-разному, используются по-разному, имеют свои особенности функционирования и развития.

Эпистемологическими единицами («кирпичиками») любых систем знаний являются следующие универсальные знаниевые образования:

- факты – единицы материала, с которым имеют дело в деятельности (какие факты? Как их строить? Как использовать? Как систематизировать?);
- онтологические картинки мира, т.е. теоретические изображения реальности;
- средства выражения знаний, фактов, т.е. языки описания, представления (блок-схемы, знаки, математические средства);

- системы методик изучения или исследования, т.е. *нормы* процедур деятельности;
- модели объектов или явлений, которые представляют (репрезентируют) частные, эмпирические объекты исследования, т.е. заместители чего-то;
- знания по статусу в системе теории: физические величины, теоретические конструкторы (объекты без опоры на опыт), принципы, гипотезы, законы, постоянные величины, уравнения и др.;
- проблемы;
- задачи (научные, проектные, методические и др.);
- интерпретации.

В обучении физике эти фундаментальные образования конкретизируются, в конечном итоге в системе при освоении задают научную грамотность (В.Г. Разумовский. 2016). По функциям это нормативные образования культуры (идеальные по природе), которые позволяют нам «видеть» материальные отношения объектов нашего мира. При их освоении и происходит развитие субъектов образования.

При конкретизации с необходимостью определяются и границы применимости понятий. При этом знания формулируются точнее, объективнее.

Процедуры и результаты эмпирического исследования

В практической реальности освоение границ применимости далеко от идеала: идеология современных представлений о системах знаний абсолютизирует их идеальность, в действующих учебниках и методиках почти нет вопросов о границах применимости.

Приведем первый эмпирический аргумент: рассмотрим текст учебника на предмет наличия термина «граница применимости». Для учебника Г.Я. Мякишева и др. [12] получаем такой факт: несмотря на то, что есть параграф с названием «Классическая механика Ньютона и границы ее применимости» в самом тексте явно не выделено, в чем же заключаются эти границы, и даже не применяется данное словосочетание. Аналогично при изучении материальной точки в параграфе на частных примерах обсуждается, в каких случаях тело можно считать материальной точкой, однако термин «границы применимости» не используется. Наша интерпретация: если термин редко встречается, ни в одной методике нет приемов и примеров рассмотрения границ применимости, то в реальности таких норм деятельности в учебном процессе нет.

Приведем второй эмпирический аргумент: выясним в форме диагностики, как усваиваются границы применимости основных понятий механики и молекулярной физики в 10 классе. Поскольку общепризнанных диагностик достижений учащихся в области границ применимости нет, то на поисковом этапе исследования нами был составлен пробный тест. Он был апробирован на учащихся различных типов образовательных учреждений – лицей, гуманитарная гимназия, общеобразовательная школа.

Тест направлен на выявление не каких-либо «общих» компетенций, а на проверку конкретных знаний и умений учащихся в области границ применимости понятий, принципов, моделей и законов. Справедливость нашего подхода подкрепляется современными исследованиями ведущих сотрудников ИСРО РАО: «Любые более крупные – интегративные – качества (компетенции, способности, готовность, компетентность...) могут быть подвержены проверке и оценке только после их разложения до уровня понятий, умений и навыков (ЗУН). Только этот уровень стратификации личност-

ных, метапредметных и предметных качеств имеет конкретное представление и может быть подвержен диагностике» [13, с. 51].

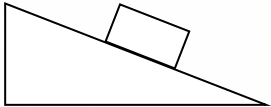
Выделенные нами нормы знаний и умений по вопросам границ применимости теоретических обобщений не являются «специфическими», условно «недоступными» для освоения детьми. Наоборот, при составлении теста мы стремились к тому, чтобы проверить «элементарные» в смысле программные знания и умения. В общем виде их можно представить так:

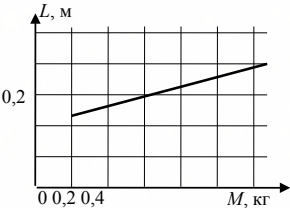
- знание особенностей моделей «материальная точка», «идеальный газ» (и других), границы их применимости;
- знание границ применимости физических понятий, принципов, законов;
- умение определять границы применимости законов на основе анализа графиков, таблиц с экспериментальными данными;
- умение строить модель явления в графическом виде – изображение сил, описание движения тела на основе построенной модели;
- умение оценивать истинность значений физических величин, полученных при измерении.

В проведении пробного варианта теста приняло участие примерно девяносто учащихся десятых классов из Лингвистической гимназии (ЛГ) г. Кирова, Лицея № 21 (Л21) г. Кирова, средней общеобразовательной школы № 5 (СШ) г. Новый Уренгой. Стаж учителей физики – 5 лет.

Таблица 1

Диагностический тест. Вариант 1

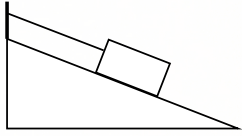
Содержание задания	% верных ответов		
	ЛГ, 15 чел	Л21, 12 чел	СШ, 14 чел
1. Можно ли измерить массу материальной точки? А. Да, можно определить с помощью весов. Б. Зависит от условий задачи. В. Нет, массу можно только приписать материальной точке. Г. Массу материальной точки можно рассчитать на основе закона всемирного тяготения.	33	58	28
2. В результате измерений получили, что длина ручки равна 16,4 см. Можно ли назвать полученное значение точным? А. Да, если начало ручки совпадает с 0, а конец – со значением 16,4 см. Б. Да, если линейка изготовлена качественно. В. Нет, так точно длину измерить нельзя. Г. Нет, при измерении всегда получается только приближенный результат.	33	66	24
3. Каковы границы применимости у основного уравнения молекулярно-кинетической теории газов $p = nkT$? А. Это уравнение верно всегда. Б. Его можно применять для расчета давления газов и жидкостей. В. Применимо ко всем газам. Г. Справедливо только для идеального газа.	40	75	57
4. Брусок соскальзывает с шероховатой наклонной плоскости. Постройте модель явления (опишите движение, изобразите силы).			
Выполнено верно	6	58	0
Выполнено неверно	27	0	29
Верно выполнены лишь отдельные шаги (указаны некоторые силы)	40	42	0
Не приступали к выполнению	27	0	71
5. Является ли температура кипения данной жидкости постоянной величиной? А. Это табличное значение, значит, постоянная величина. Б. Температура кипения зависит от внешних условий. В. Температура кипения зависит от объема жидкости. Г. Температура кипения зависит от времени нагревания.	40	25	29

Нет ответа	6	0	0
6. Любая ли модель явления имеет границы применимости? А. Иногда да, иногда нет. Б. В большинстве случаев нет. В. Всегда имеет. Г. У истинной модели нет границ.	33	83	29
Нет ответа	6	0	0
7. Какие из приведенных размеров молекул можно считать точными? А. 10^{-7} м Б. 10^{-10} м В. 0,01 мм Г. Нет верного ответа	40	92	42
8. В каком из ответов сформулировано правильное утверждение? А. Закон сохранения энергии применим только для одного тела. Б. Закон сохранения энергии не имеет ограничений. В. Закон сохранения энергии применяется только в механике. Г. Нет верного ответа.	20	25	18
9. Каковы в механике границы применимости понятия «сила»? А. Нет ускоренного движения тела. Б. Нет взаимодействия тел. В. Не применим второй закон Ньютона. Г. Применимо только для материальной точки.	27	8	29
10. Какой ответ правильно определяет границы применимости закона Гука $F = -kx$? А. Закон всегда справедлив. Б. Этот закон никогда точно не выполняется. В. Силу измерить невозможно. Г. Закон применим только для материальной точки.	27	8	14
11. На графике представлены результаты измерения удлинения пружины от количества подвешенных к ней грузов. Можно ли применить закон Гука для описания и объяснения этого явления? А. Нет, так как график не выходит из начала координат. Б. Да, так как выполняется линейная зависимость между удлинением пружины и величиной силы. В. Нельзя дать однозначного ответа, так как на графике показана зависимость $l(m)$, а не $F(x)$. Г. Да, закон Гука применяется для описания любых по величине деформаций тел.	40	25	29
			
Нет ответа	6	0	7
12. В сосуде с водой ко дну привязано легкое пластмассовое тело. Можно ли для описания и объяснения этого явления использовать понятие «сила Архимеда»? А. Да, жидкость действует на тело, ее действие описывается силой Архимеда. Б. Нет, тело привязано ко дну, значит, жидкость не действует на тело. В. Нет, на тело действует сила Архимеда только при всплытии, а тело привязано. Г. Нет верного ответа.	60	50	42
13. В каком случае колебания можно описывать уравнением гармонических колебаний? А. Если будет уменьшения амплитуды колебаний. Б. Если на колеблющееся тело действует постоянная сила. В. Если период колебаний не изменяется. Г. Если частота колебаний уменьшается.	47	75	39
14. Есть ли границы применимости у закона сохранения импульса? А. Закон сохранения импульса всегда применим. Б. Закон сохранения импульса для одного тела не применим. В. Закон сохранения импульса для трех тел не применим. Г. Нет верного ответа.	13	17	14
15. Изменится ли закон Гука, если пружину с грузом перенести с полюса на экватор? А. Закон измениться не может. Б. Изменятся погрешности применения закона. В. Изменится само физическое явление. Г. При записи закона Гука погрешности не учитываются.	53	42	72
16. Зависят ли границы применимости классической механики от точности измерительных приборов? А. Зависят от наличия и точности приборов. Б. Не зависят от приборов, ведь это точная теория. В. Законы природы не зависят от человека. Г. Нет верного ответа.	13	25	29
17. Является ли плотность газа неизменной величиной? А. Плотность зависит от объема газа. Б. Плотность зависит от массы газа. В. Плотность зависит от числа частиц газа. Г. Нет верного ответа.	20	25	14
18. Выберите правильный ответ на вопрос: В каком случае нельзя использовать идеальный газ? А. Идеальный нельзя сжимать. Б. Идеальный газ нельзя нагревать. В. Идеальным газом нельзя дышать. Г. Всегда можно использовать.	29	25	29

19. Есть ли границы применимости у цикла Карно? А. Цикл Карно – идеальный цикл. Б. Цикл Карно применим только для идеального газа. В. Такой замкнутый цикл на практике осуществить нельзя. Г. Цикл Карно применим для любых объектов.	20	25	43
20. Можно ли молекулу считать моделью вещества? А. Молекула – физический объект, а не модель. Б. Можно, если молекула имеет маленькие размеры. В. Иногда можно, иногда нет. Г. Молекула является моделью, так как их в природе нет.	47	58	43

Таблица 2

Диагностический тест. Вариант 2

Содержание задания	% верных ответов		
	ЛГ, 16 чел	Л21, 13 чел	СШ, 20 чел
1. Можно ли измерить давление идеального газа? А. У любого газа давление можно измерить манометром. Б. Зависит от условий задачи. В. Да, давление можно только измерить. Г. Давление идеального газа можно рассчитать, но измерить нельзя.	88	77	60
2. В результате измерений получили, что ширина листа бумаги равна 21,0 см. Можно ли назвать полученное значение точным? А. Да, если начало листа совпадает с 0, а конец – со значением 21,0 см. Б. Да, если линейка изготовлена качественно. В. Нет, так точно измерить ширину нельзя. Г. Нет, при измерении всегда получается только приближенный результат.	38	38	20
3. Есть ли границы применимости у первого закона термодинамики? А. Закон применим всегда, так как это фундаментальный закон. Б. Закон выполняется только для замкнутой системы тел. В. Закон применим только для системы с реальным газом. Г. Закон применим в том случае, когда происходит изменение внутренней энергии и совершение работы.	13	23	10
Нет ответа	6	0	5
4. На шероховатой наклонной плоскости с помощи нити удерживают брусок. Постройте модель явления (опишите движение, изобразите силы).			
Выполнено верно	18	46	0
Выполнено неверно	25	8	10
Верно выполнены лишь отдельные шаги (указаны некоторые силы)	44	38	10
Не приступали к выполнению	13	8	80
5. Является ли плотность чистой воды постоянной величиной? А. Это табличное значение, значит, постоянная величина. Б. Плотность воды зависит от внешних условий. В. Плотность зависит от объема жидкости. Г. Плотность воды зависит от массы вещества.	13	54	10
6. Любая ли модель явления имеет границы применимости? А. Иногда да, иногда нет. Б. В большинстве случаев нет. В. Всегда имеет. Г. У истинной модели нет границ.	13	23	20
7. Сколько молекул содержится в одном моле воздуха? А. 60 000. Б. 10^{-23} . В. 6×10^{-23} . Г. Нет верного ответа.	6	31	30
Нет ответа	6	0	0
8. Относятся ли погрешности измерений к ограничениям при применении закона Гука? А. Закон не зависит от внешних условий. Б. Применимость закона не зависит от особенностей измерений. В. В формулировке закона нет условий измерения. Г. Нет верного ответа.	13	54	10
9. Каковы границы применимости понятия «свободное падение»? А. Для тел свободного падения нет. Б. Да, любое тело на Земле может свободно падать. В. На Земле не падают материальные точки. Г. Для равномерного движения применить нельзя.	31	23	30

10. Какое утверждение правильно обозначает границы применимости второго закона Ньютона? А. Применим только для тел. Б. Законы Ньютона сформулированы только для материальной точки. В. Применим только для инерциального движения. Г. Применим только в инерциальных системах отсчета.	25	62	20			
11. Какая характеристика вещества сохраняется? А. Объем. Б. Масса. В. Плотность. Г. Скорость.	19	38	60			
12. Какая математическая модель правильно описывает действие Земли на тело, находящееся на ней? А. $F = mg$. Б. $F = ma$. Г. $F = \frac{GmM}{R^2}$. Д. Верного ответа нет.	56	62	30			
13. Можно ли применять второй закон Ньютона для описания явлений, если тело не движется, но на него действуют другие тела? А. Нет, так как у тела нет ускорения. Б. Да, так как закон применим для описания тел и в состоянии покоя. В. Нет, так как действие сил скомпенсировано. Г. Нет, так как система не является инерциальной.	56	62	30			
14. Есть ли границы применимости у закона сохранения импульса? А. Закон сохранения импульса всегда применим. Б. Закон сохранения импульса для одного тела не применим. В. Закон сохранения импульса для трех тел не применим. Г. Закон применим для замкнутых систем.	31	46	20			
15. Всегда ли можно утверждать, что внутренняя энергия идеального газа изменяется при изотермическом сжатии? А. При сжатии идеального газа изменяется расстояние между частицами. Б. При сжатии идеального газа изменяется взаимодействие частиц газа. В. Согласно уравнению $\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$ энергия идеального газа зависит только от температуры. Г. Нет верного ответа.	44	31	40			
16. Можно ли описать один и тот же объект разными моделями? А. Да, можно всегда. Б. Можно при определенных условиях. В. Каждому физическому объекту соответствует только одна модель. Г. Нельзя.	44	38	40			
17. Ученик провел опыты с двумя разными пружинами, измеряя силы упругости при разных деформациях. Результаты экспериментов приведены в таблице. Для которой пружины справедлив закон Гука?						
Х, см.	0	1	2	3	4	5
F _{упр.} (1), Н	0	0,5	1,0	1,5	1,5	2,5
F _{упр.} (2), Н	0	2,0	2,0	6,0	8,0	10,0
А. Для 1. Б. Для 2. В. Для обеих. Г. Ни для какой.				19	31	20
Нет ответа				6	8	0
18. Как доказать наличие границ применимости идеального газа? А. По определению идеальный газ – это не тело. Б. Проверить на опыте сохранение произведения давления и объема воздуха при изотермическом процессе. В. Нельзя доказать границ применимости идеального газа, раз он идеальный. Г. Нет верного ответа.				31	54	30
Нет ответа				6	0	0
19. В каких случаях скорость не применима для характеристики движения тела? А. Всегда применима для характеристики движения тела. Б. Не применима в случае покоя тела. В. Не применима для переменного движения. Г. Не применима, если её нельзя измерить.				19	69	20
20. Какие системы отсчета есть в природе? А. Инерциальные СО. Б. Физические СО. В. В природе как таковых систем отсчета нет. Г. Неинерциальные СО.				24	62	40

Интерпретация результатов исследования и общие выводы

1. В условиях нецеленаправленного обучения разброс правильных ответов колеблется от 6 % до 88 %.
Из 120 фактов правильных ответов (40 заданий по 3 школам) в 23 случаях больше 50 % дано верных ответов, а больше 30 % верных ответов зафиксировано для 63 случаев заданий. Причём нет случаев с нулевым числом правильных ответов. Это твердо позволяет утверждать, что наша гипотеза оправдывается.
2. На сравнительно ясные, простые и прямые вопросы (подчеркнём, с выбором ответа) на границы применимости школьники отвечают более устойчиво: вариант 1: 1–7,12,15,20; вариант 2: 1,2,11–13,15,16,20. И отсюда есть основание утверждать, что при формирующей методике показатели а) будут устойчивы, б) сравнительно высокими. Последнее хорошо подтверждается весьма высокими верными ответами на большое число вопросов: вариант 1: 1–3,6,7,12,13,15,20; вариант 2: 1,10–13,19,20.
3. Относительно низкие результаты учащиеся показывают при ответе на вопросы, направленные на диагностику умений определять границы применимости законов на основе анализа графиков, таблиц с экспериментальными данными и оценивать истинность значений физических величин, полученных при измерении. Мы интерпретируем результаты так: во-первых, в школе относительно мало внимания уделяется работе со знаковыми системами – графиками, таблицами, то есть у учащихся в данных направлениях умения формируются не системно; во-вторых, даже если в школе и проводятся физические измерения, то обработке их результатов уделяется мало внимания, в основном она носит технический характер. Однако требуется более детальная работа с полученными при измерении результатами, что способствует не только освоению эмпирического метода и границ его применимости, но и развитию мышления и мировоззрения учащихся.
4. В рамках теста учащимся было предложено задание, которое прямо не связано с границами применимости физических знаний, но направленное на самостоятельное построение модели – выполнение рисунка и обозначения сил, характеризующих действие на брусок окружающих тел. Большинство учащихся общеобразовательной школы вообще не приступили к выполнению задания, а учащиеся лицея наоборот показали хорошие результаты. Возможно, это связано с индивидуальным подходом учителя к решению физических задач – кто-то уделяет большое внимание построению модели явления задачи, а кто-то решает задачи формально, отсюда и у учащихся возникают затруднения.
5. В целом, пробный тест требует дальнейшего совершенствования как в постановке вопросов, формулировке ответов, накопления экспериментальных данных. Важно настойчиво искать нормы для освоения знаний и умений учащихся в области определения границ применимости физических знаний [5-7].

О программе построения формирующей методики по освоению границ применимости разных типов знаний

Почти очевидно, что границы каждого вида знания определяются и обозначаются индивидуально. Поэтому для целей обучения необходим поиск норм этих знаний, этой учебной деятельности. Сделаем в этом направлении первый шаг.

1. *Проблемы и задачи* определяются в рамках парадигм, картин мира. Например, только в рамках субстанциональной парадигмы возможен и понятен поиск дискретного строения вещества. В одной картине мира есть место гравитационному полю, в другой – это свойства (искривление) пространства-времени.

2. Границы применимости фактов определяются в рамках теорий, в том числе средствами и процедурами измерений. Например, индивидуальность физического объекта зависит от величины взаимодействия при измерении. Если взаимодействие велико, как в системе взаимодействующих микрочастиц, то частицы могут давать ливень частиц. В механике измерение предела прочности приводит к разрушению тела.

3. *Задание реальности*, т.е. миропонимание, определяется в рамках картин мира. Например, в механике нет места физическим полям. В ней постулируется абсолютность пространства и времени. В общей теории относительности определяются границы применимости представлений об однородности пространства.

4. Границы применимости *моделей* определяются практикой их применения: если для данной задачи модель дает не очень хорошие результаты, то и обозначаются ее границы. Естественнее и глубже проблема границ применимости моделей возникает при экспериментировании. На практике удобно и рационально использование особых задач на границы применимости знаний. Кроме того, всегда важно подчеркивать, что модель по природе резко отличается от объектов реальности. Например, принципиально: материальная точка – это не тело.

5. Границы применимости *знаний (физических величин, законов, моделей)*. Знания историчны, изменчивы. Поэтому уже ограничены. Например, довольно существенным является ограничение знаний в зависимости от рассматриваемого объекта. Например, энергия изолированного тела – это просто кинетическая энергия, определяемая формулой $E = mv^2/2$, а энергия фотона определяется совсем по-другому: $E = h\nu$. Словом, формально одна и та же физическая величина для разных физических объектов может определяться по-разному. Еще пример: силовое описание взаимодействия в микромире весьма условно, ведь там сила не измеряема.

Фундаментальные представления механики об абсолютном пространстве и времени ограничены, механизм взаимодействия «принцип дальнего действия» (два тела на расстоянии взаимодействуют мгновенно, без посредников) не работает в современной физике. В микромире фундаментальной является квантово-релятивистская модель: две материальные точки на расстоянии взаимодействуют с помощью третьей. Материальной «реализацией» этой модели является взаимодействие двух элементарных частиц с помощью обмена третьей, например, протон в ядре излучает, превращаясь в нейтрон, виртуальный пи-мезон, который летит и поглощается неким нейтроном, который в результате становится протоном.

Все законы формулируются для моделей. И отсюда имеет границы применимости. Например, возьмем закон Гука $F = -kx$ для упругой деформации. При этом, во-первых,

в самой формулировке закона фиксируется довольно сильное ограничение – только для сравнительно узкого вида явления деформации. Важно, что каждый раз это должно определяться отдельно, обычно экспериментально. Например, для пружины школьного лабораторного динамометра это величина деформации порядка десятка см. Во-вторых, жесткость k должна быть постоянной величиной, что в природе и технике, естественно, не соблюдается, например, при нагревании пружины жесткость изменяется. В-третьих, в данной форме закон сформулирован только для линейной деформации...

6. В обучении важно понимать и показывать границы возможностей *процедур деятельности, методов исследования*. В таком отношении как раз и раскрывается творческий потенциал как задачи, так и самого субъекта. Так, к решению физической задачи можно относиться по-разному: получить формальный ответ, ориентируясь на использование подходящей «формулы»; отнестись к задаче как к описанию физических явлений, применяя при этом схему научного метода познания «факты, проблемы – гипотеза, модель – следствия (дедуктивный вывод из модели) – эксперимент над решением, итог, практическое применение знаний (см. примеры [14; 15]).

7. Учебник является одним из главных источников информации для учащихся, поэтому материал о границах применимости знаний необходимо выделять четко, приводить примеры, когда то или иное понятие использовать нельзя. В этом случае, как показывают в своих работах зарубежные авторы [16], материал будет усвоен намного лучше, и ошибок в освоении будет меньше.

8. Необходимы специальные задачи на статус знаний, на границы их применимости. Приведем примеры вопросов: *Можно ли «физическое тело» сначала относить к моделям, что в принципе правильно, а затем говорить об изучении движения тел, подразумевая за ними реальность? Есть ли системы отсчета в природе? (Нет, это средство описания.) Возможно ли применение понятия «свободное падение» для тела, а не для материальной точки? (В условиях Земли моделирование тела материальной точкой в принципе сразу исключает силу сопротивления. Но, если предварительно «исключить» воздух, как в трубке Ньютона, то тогда реально наблюдаем явление свободного падения разных тел.) Есть ли границы применимости у инерциальной системы отсчета? Есть ли системы отсчета в природе? (Нет, это средство описания.) Даны два механических явления: два тела, пластиковая бутылка и пластиковый контейнер с водой одинаковой массы, движутся (вращаются и скользят) по одной наклонной плоскости. Изучите, одинаково ли хорошо описываются эти движения кинематикой и динамикой материальной точки [3; 17].*

Заключение

Чтобы получить новое в научно-методической деятельности, надо отойти от известных описаний (текстов). Решение заданий на границы применимости – это очевидный и доступный инструмент поиска новых творческих решений. Выяснение в обучении границ применимости имеет важное мировоззренческое значение, и для формирования физического мышления это немаловажно. В современной деятельности границы применимости знаний – необходимый и эффективный регулятор творческой деятельности, рационального поведения людей в разной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902254916> (дата обращения: 9.09.2019)
2. Разумовский В.Г. Проблемы теории и практики школьного физического образования: Избранные научные статьи / составитель Ю.А. Сауров. М.: Изд-во ИСРО РАО, 2016. 196 с.
3. Сауров Ю.А. О границах применимости принципов, понятий, законов при изучении механики // Физика в школе. 2018. № 3. С. 15–20.
4. Мултановский В.В., Сауров Ю.А. Рассмотрение в школьном курсе роли физических взаимодействий при измерении // Физика в школе. 1980. № 1. С. 30–33.
5. Сауров Ю.А., Коханов К.А. Рассмотрение границ применимости знаний при изучении молекулярной физики // Физика в школе. 2019. № 5. С. 3–14.
6. Сорокин А.П., Сауров Ю.А. О границах применимости эмпирического метода познания // Физика в школе. 2019. № 2. С. 21–26.
7. Сауров Ю.А. Вопросы и примеры рассмотрения границ применимости знаний при изучении электродинамики // Физика в школе. 2019. № 4. С. 13–21.
8. Бунге М. Философия физики. М.: Прогресс, 1975. 347 с
9. Степин В.С. Теоретическое знание. М.: «Прогресс-Традиция», 2000. 744 с.
10. Щедровицкий Г.П. Философия. Наука, Методология. М.: Шк. культ. политики, 1997. 656 с.
11. Мултановский В.В. Физические взаимодействия и картина мира в школьном курсе. М.: Просвещение, 1977. 168 с.
12. Мякишев Г.Я. Физика. 10 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений: базовый и профил. уровни / Г.Я.Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский. М.: Просвещение, 2010. 366 с.
13. Кочергина Н. В., Машиньян А. А. Направления совершенствования федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования // Перспективы науки и образования. 2019. № 3 (39). С. 44-54. doi: 10.32744/pse.2019.3.4
14. Сауров Ю.А. Формирование понятий механики и молекулярной физики: вопросы методологии // Физика. 2005. № 18. С. 47–50.
15. Сауров Ю.А. Модели и моделирование в методике обучения физике: логико-методологические поиски: монография. Киров: Изд-во «РАДУГА-ПРЕСС», 2016. 216 с.
16. Ploetzner R., VanLehn K. The acquisition of qualitative physics knowledge during textbook-based physics training // Cognition and Instruction. 1997. Т. 15. №. 2. С. 169–205.
17. Сауров Ю.А., Синенко В.Я. Типичные методологические ошибки при обучении физике // Сибирский учитель. 2017. № 3. С.32–39.

REFERENCES

1. Federal State Educational Standard of Secondary General Education [Electronic resource]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902254916> (accessed 9 September 2019) (in Russ.)
2. Razumovsky V.G. Problems of the theory and practice of school physical education: Selected scientific articles / compiled by Yu.A. Saurov. Moscow, Publishing house of ISRO RAO, 2016. 196 p. (in Russ.)
3. Saurov Yu.A. On the limits of applicability of principles, concepts, laws in the study of mechanics. *Physics at School*. 2018, no. 3, pp. 15–20. (in Russ.)
4. Multanovsky V.V., Saurov Yu.A. Consideration in the school course of the role of physical interactions in measurement. *Physics at School*, 1980, no. 1, pp. 30–33. (in Russ.)
5. Saurov Yu.A., Kokhanov K.A. Examination of the limits of applicability of knowledge in the study of molecular physics. *Physics at School*, 2019, no. 5, pp. 3–14. (in Russ.)
6. Sorokin A.P., Saurov Yu.A. On the limits of applicability of the empirical method of cognition. *Physics at School*, 2019, no. 2, pp. 21–26. (in Russ.)
7. Saurov Yu.A. Questions and examples of considering the limits of applicability of knowledge in the study of electrodynamics. *Physics at School*, 2019, no. 4, pp. 13–21. (in Russ.)
8. Bunge M. Philosophy of Physics. Moscow, Progress Publ., 1975. 347 p. (in Russ.)
9. Stepin V.S. Theoretical knowledge. Moscow, Progress-Tradition Publ., 2000. 744 p. (in Russ.)
10. Shchedrovitsky G.P. Philosophy. Science, Methodology. Moscow, Shk. cult. Politics, 1997. 656 p. (in Russ.)
11. Multanovsky V.V. Physical interactions and a picture of the world in a school course. Moscow, Education Publ., 1977. 168 p. (in Russ.)
12. Myakishev G.Ya. Physics. Grade 10: textbook. for general education. institutions: basic and profile. levels / G.Ya. Myakishev, B. B. Bukhovtsev, N.N. Sotsky. Moscow, Education Publ., 2010. 366 p. (in Russ.)
13. Kochergina N. V., Mashinyan A. A. Directions for improvement of the federal state educational standard of secondary education. *Perspektivy nauki i obrazovania – Perspectives of Science and Education*, 2019, vol. 39 (3), pp. 44-54.

doi: 10.32744/pse.2019.3.4

14. Saurov Yu.A. Formation of the concepts of mechanics and molecular physics: questions of methodology. *Physics*, 2005. no. 18, pp. 47-50. (in Russ.)
15. Saurov Yu.A. Models and modeling in methods of teaching physics: logical and methodological searches: monograph. Kirov, Publishing house "RAINBOW-PRESS", 2016. 216 p. (in Russ.)
16. Ploetzner R., VanLehn K. The acquisition of qualitative physics knowledge during textbook-based physics training. *Cognition and Instruction*, 1997, vol. 15, no. 2, pp. 169–205.
17. Saurov Yu.A., Sinenko V.Ya. Typical methodological errors in teaching physics. *Siberian teacher*, 2017, no 3, pp. 32–39. (in Russ.)

Информация об авторах

Сауров Юрий Аркадьевич

(Россия, Киров)

Профессор, доктор педагогических наук,
член-корреспондент РАО,
профессор кафедры физики и методики обучения
физике
ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»,
E-mail: saurov-ya@yandex.ru
ORCID ID: 0000-0002-8756-8103

Уварова Марина Павловна

(Россия, Киров)

Кандидат педагогических наук, доцент кафедры
физики и методики обучения физике
ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»
E-mail: mpozolotina@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-0058-8313

Перевошиков Денис Владимирович

(Россия, Киров)

Старший преподаватель (ассистент) кафедры физики
и методики обучения физике
ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»
E-mail: pdv31415@gmail.com
ORCID ID: 0000-0003-1793-5542

Information about the authors

Yuri A. Saurov

(Russia, Kirov)

Professor, Doctor of Pedagogical Sciences,
Corresponding member of the Russian Academy of
Education, Professor of the Department of Physics and
Methods of Teaching Physics
Vyatka State University
E-mail: saurov-ya@yandex.ru
ORCID ID: 0000-0002-8756-8103

Marina P. Uvarova

(Russia, Kirov)

PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor of the
Department of Physics and Methods of Teaching Physics
Vyatka State University
E-mail: mpozolotina@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-0058-8313

Denis V. Perevoshchikov

(Russia, Kirov)

Senior Lecturer (Assistant), Department of Physics and
Methods of Teaching Physics
Vyatka State University
E-mail: pdv31415@gmail.com
ORCID ID: 0000-0003-1793-5542