

DOI 10.5862/JHSS.244.18  
УДК 372.853

*Т.Н. Гнитецкая, Б.Л. Резник, Ю.Е. Шутко,  
В.И. Белоконь, А.Ю. Чеботарев*

## **ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СРЕДА И ЭВОЛЮЦИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КАРТИНЫ МИРА**

В статье рассмотрена эволюция концепции физической картины мира в контексте разработанной циклической модели естественно-научной картины мира в информационно-технологической среде. Показано, что данная среда обуславливает обратную связь между мировоззрением пользователей технологий и научными достижениями. Установлены периоды циклов эволюции. Приведены хронологические последовательности электродинамического и квантового циклов. Выполнено сравнение хронологии периодов данных циклов эволюции, на основе которого сделаны соответствующие выводы.

**МЕТОДОЛОГИЯ ФИЗИКИ; ЭВОЛЮЦИЯ КОНЦЕПЦИИ КАРТИНЫ МИРА; ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНАЯ КАРТИНА МИРА; ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СРЕДА.**

Методологической основой содержания курсов физики выступает концепция эволюции физической картины мира [4]. Актуальность обращения к названной концепции невероятно возросла в связи с расширением знаний в области физики ядра и микро- и наночастиц [1, 3, 6, 7]. Согласно данной концепции, новые факты и открытие новых свойств или особенностей фундаментальных взаимодействий с неизбежностью влияют на свод взглядов на окружающий мир, называемый физической картиной мира. Можно ли считать физическую картину мира наиболее объективной из всех существующих сегодня естественно-научных обобщений? Ответом является всеобщее признание физики как фундаментальной науки, чего нельзя заявить о других естественных науках. Еще в начале прошлого века С.И. Вавилов подчеркивал, что основная фундаментальная характеристика физики связана с универсальностью ее законов и тенденций объяснения на их основе всего круга явлений, входящих в компетенцию естествознания. К фундаментальным принято относить науки, в которых основные законы и понятия основываются на эксперименте. В истории естествознания отмечены три научные области, исследования в которых могут быть отнесены к фундаментальным, — физика, химия и биология. Вместе с тем в результате создания

и развития квантовой механики основные химические понятия и законы получили физическое объяснение, что обуславливает претензии физики и соответственно физической картины мира на монофундаментальность и выводит на первое место взгляд на устройство мира с позиции науки физики.

Сегодня физическая картина мира проходит один из витков своей эволюции. Изменение взглядов на мир обусловлено новыми уточняющими устройством мира фактами, полученными современными методами исследования физических объектов и явлений. Развиваются те области физики, в которых исследования физических объектов и явлений проводятся на основе методов спектроскопии, электронной микроскопии, сканирующей зондовой микроскопии, магнитно-резонансной томографии, рентгеновского анализа, СКВИД-магнитометрии, дифракции, рефрактометрии, а также на основе широко используемых в последнее время нейтронных методов, давших уникальную возможность для проверки современных теорий, включая «Стандартную модель электрослабых взаимодействий» [5, 7]. В связи с этим нейтрон приобрел методологическую значимость в физике. Физические методы исследования перенесены во многие области естественных наук. Охватывая не только физические, но и другие



естественно-научные области знаний, современная физическая картина мира трансформировалась в естественно-научную картину мира (ЕНКМ), которая обрисовывает окружающий мир, опираясь на междисциплинарные знания адекватно новым методам исследований.

Рассуждая о цикличности процессов развития, мы обратились к историческим этапам эволюции картины мира с тем, чтобы установить наличие закономерности в предпосылках перехода к новому этапу эволюции.

**Информационно-технологическая среда и естественно-научная картина мира.** Процесс развития естественных и технических наук всегда сопровождался возникновением технологий: от электричества, кардинально изменившего условия жизни человека и общества, до современных наукоемких технологий, охвативших области не только неживой, но и живой природы. Причем технологии возникали к тому моменту, когда экспериментальные и теоретические открытия в исследуемой области уже были выполнены. Далеко не каждый человек имеет физическое образование, чтобы понимать законы электричества, но практически каждый человек имеет бытовой электрический прибор, позволяющий это электричество использовать. Именно технологии являются проводником научных достижений к людям и, наряду с образованием, фактором, воздействующим на мировоззрение личности. Следует отметить, что навыки использования технологий создаются на основе информации, отличной от научной. Она формируется в социальной среде пользователей технологий и является характеристикой этой среды. С одной стороны, достижения науки обуславливают технологии, с другой — технологии обуславливают знания масс о достижениях науки. Человек погружен в информационно-технологическую среду, которая в большинстве случаев является единственным источником его естественно-научного мировоззрения. Современная естественно-научная картина мира не может не охватывать информацию о высоких (hi-tech) технологиях (например, атомные, нано- и биотехнологии), а также о тех, которые возникли на основе беспроводных Wireless-технологий связи, например технологии распространения новостей. Информационно-технологическая среда создается

значительно позже научных открытий, которые вносят новые элементы в естественно-научную картину мира. После того как установлены связи внутри науки и выполнены научные обобщения, возникают технологии, которые делают научные достижения достоянием масс средствами информационно-технологической среды. В таком контексте модель естественно-научной картины мира в информационно-технологической среде приведена на рисунке.

Исследование особенностей структуры физической картины мира нами уже проводилось [См.: 2, 8]. На рисунке показаны составляющие структуру естественно-научной картины мира ее элементы, связанные с взглядами на устройство мира с позиции физики, химии и биологии. Монофундаментальность физики, как было отмечено выше, отражена в модели односторонним направлением связей между физической и биологической, физической и химической картинами мира.

Естественно-научная картина мира является динамической системой, находящейся под воздействием информационно-технологической среды. Эволюция картины мира в рамках модели означает переход системы из одного состояния в другое в результате циклического процесса. В начале цикла происходит накопление научных открытий и развиваются научные



Модель естественно-научной картины мира в информационно-технологической среде (КМ — картина мира)

взгляды на устройство мира. Когда научная основа в целом сформирована, начинают развиваться технологии, которые массово внедряются в жизнь, в результате чего информация о научных достижениях трансформируется в информацию пользователей технологий, воздействующую на их мировоззрение. Наконец, устанавливается завершающая цикл обратная связь между мировоззрением пользователей технологий и научными достижениями, лежащими в основе этих технологий. Процесс установления обратной связи обусловлен пополнением науки молодыми исследователями с новым мировоззрением, сформировавшимся в результате воздействия информационно-технологической среды. Рассмотрим историю развития физики в контексте описанного в рамках приведенной модели циклического процесса эволюции картины мира.

**Открытия в физике и технологии на их основе.** Исторический период в развитии физики в

XVIII и XIX веках сопоставляют смене механической картины мира на электродинамическую [4]. В контексте модели это означает эволюционный переход картины мира как динамической системы в другое состояние. Рассмотрим хронологические последовательности экспериментальных открытий в физике и возникших на их основе технологий в периоды эволюции, соответствующие одному состоянию физической картины мира. В табл. 1 приведен цикл становления электродинамической картины мира, в табл. 2 – современный, еще не завершившийся цикл. Конечно, в таблицы включены лишь основные экспериментальные открытия.

В хронологической последовательности (см. табл. 1) экспериментальных научных открытий в области электричества и технологий, которые развились на их основе, выделяются несколько периодов. Период с 1734 по 1830-е годы может быть назван началом научных исследований. В это время было проведе-

Таблица 1

**Хронология физических экспериментов по электромагнетизму и возникших на их основе технологий**

Период цикла эволюции физической картины мира	Эксперимент	Технологии
<i>1-й период. Начало исследований</i>		
1734–1800	Два вида электричества – «+» и «-» заряды (Дюфе, 1734), закон Кулона (1785), лейденская банка (Мушенбрук, 1745).	Конденсаторный электроскоп (1782), эл. стат. маш. Вольта (1775), молние- и громотвод (Франклин, 1750–1752).
1800–1830	Вольтов столб (1800), электролиз (Никольсон, 1800), эл. дуга (Петров, Дэви, 1802), явление магн. действия тока (Эрстед, 1820), закон Ампера, закон Био – Саварра – Лапласа, эфф. Зеебека (1821), явление магнетизма вращения (Араго, 1824), закон Ома (1827)	Гальванометр (Швейггер, 1820), модель эл. мотора Барлоу (1823), модель эл. двигателя, термобатарея (Фурье, Эрстед, 1823), электромагнит (Стерджен, 1825; Генри, 1827)
<i>2-й период (через 100 лет). Начало технологий</i>		
1830–1840	Электромагн. индукция (Фарадей, 1831), самоиндукция (Генри, 1832), электролиз (Фарадей, 1834), закон Ленца (1833), мостик Уитстона (1840), явление электромагн. насыщения (Джоуль, 1840).	Колебат. эл. двигатель (Генри, 1831), динамомашинка перем. тока (Пикси, 1832), электромагн. телеграф (Шиллинг, 1832), эл. телеграф (Морзе, 1835; Якоби, 1839), эл. двигатель (Стерджен, 1832; Якоби, 1834), реле (1837).
1840–1870	Закон Джоуля (1841), Ленца (1842), закон Майера (1843), закон сохранения эл. заряда (Фарадей, 1843), закон движущихся зарядов (Вебер, 1843), диа- и парамагнетизм (Фарадей, 1845), эффект Томсона (1851), разряд в газах (Плюккер, 1855), уравнения Максвелла (1861)	Индукционная катушка Румфорда (1851), свинцовый аккумулятор Планте (1857–1862), двигатель постоян. тока с коллектором, динамомашинка (Пачинотти, 1860–1865), трансатлантич. телеграф (1866), телефон (1870).



Окончание табл. 1

Период цикла эволюции физической картины мира	Эксперимент	Технологии
1870–1880	Предложен термин «электрон» (Стоуни, 1874), пьезоэлектрический эффект (братья Кюри, 1880).	Генератор пост. тока, двух- и трехфазные двигатели перемен. тока, эл. счетчик (Томсон, 1872), эл. лампа Лодыгина (1872), телефонный апп. Белла (1876), микрофон (Юз, 1878), трансформатор (Яблочков, 1878), лампа накаливания (Эдисон, 1879).
1880–1910	Явление вращающегося магн. поля (Тесла, Феррарис, 1888), эффект Зеемана (1896), измерено отношение $e/m$ (Томсон, 1897), развитие теории диа- и парамагнетизма (Ланжевэн, 1905), магн. домен (П. Вейс, 1907), экспериментально определены заряд и масса электрона (Милликен, 1910).	Эл. станция (Эдисон, 1882), струйная, многоступенчатая турбины, ЛЭП, радиопередатчик (1887), генератор (1888), трансформатор (1890) и эл. передача (1891) трехфазного тока (Доливо – Добровольский), когерер (Брантли, 1890), дизель (1893–1897), антенна (Попов, 1894), самолет бр. Райт (1903), дизельный локомотив (тепловоз) (1912).
1932	Визуализация полей рассеивания с помощью коллоидных суспензий магн. частиц (Ф. Биттер, 1932).	
<i>3-й период (через 100 лет). Формирование информационно-технологической среды</i>		

Таблица 2

**Хронология физических открытий в квантовой физике и возникших на их основе технологий**

Период	Эксперимент	Технологии
<i>1-й период цикла</i>		
1857–1932	Законы теплового излучения (Кирхгоф, 1857–1862), спектр. анализ (Кирхгоф, Бунзен, 1857–1862), внутрен. фотоэффект (Смит, 1873), закон Стефана – Больцмана (1882), законы внеш. фотоэффекта (Столетов, 1888; Эйнштейн, 1905), законы Вина (1892–1894), рентгеновские спектры атомов (Мозли, 1914), открытие протона (1919), эффект Комптона (1920), принцип Паули (1925), открытие нейтрона (Чадвик, 1925), волновая механика (Шредингер, 1926), дифракция эл-на (Дэвиссон, 1907), уравнение Дирака (1928), квант. механика (1930).	Селеновый фотоэлемент (Адамс, Дэй, 1876), полупроводниковые выпрямители на основе селена (Фритте, 1886)
1932–1945	Открытие позитрона (К. Андерсен, 1932), рассчитана масса мезона (Ю. Хидэке, 1935), обнаружен мюон (К. Андерсен, 1938)	Ускоритель протонов (Кокрофт, 1932), радиотелескоп (Янский, 1932), первый ядерный реактор (Ферми, 1942)
<i>2-й период цикла</i>		
1945–1960	Обнаружен $\pi$ -мезон (1947), обнаружены антипротон, антинейтрон, антинейтрино (1956).	Первая советская атомная бомба (1949), атомная бомба (Ферми, 1945), атомные эл. станции (Курчатов, 1950), нейтронная бомба (США, 1977).

Окончание табл. 2

Период	Эксперимент	Технологии
1960–1980	Обнаружено реликтовое излучение (1963), отмечены нейтрино, испущенные Солнцем; теоретически описаны кварки, глюоны.	Микроволновой квантовый генератор (мазер), лазер (1960) в лабораторных условиях, лазерный сканер штрих-кодов (1969).
1980–2005	Обнаружены $W^-$ и $Z^+$ бозоны (1983), теория струн, обнаружен шестой, самый тяжелый, кварк (1995).	ЯМР, первый графический браузер (1993), телепортация фотона (1997).
2005–...		Нанотехнологии, транспорт веществ, наночастицы, нанороботы, наномоторы, наносенсоры, чипы, нанотрубки, нанополимеры, нанофотоника, наноэлектроника, ж/к мониторы, солнечные батареи, атомный осциллятор (1,49 ГГц)

но огромное количество экспериментов. Были открыты закон Кулона, электроскоп, лейденская банка, «положительный» и «отрицательный» заряды, электрический ток, громоотвод, электростатическая машина, «Вольтов столб», электрическая дуга, электролиз. В то же время было открыто явление магнетизма, разработан электрический двигатель, электромагнит, сформулированы закон Ома, закон Био – Савара – Лапласа, электролиз, электромагнитная индукция, самоиндукция. На накопление знаний ушло 100 лет, а в 1831 году с момента изобретения Генри колебательного электродвигателя начался новый, второй, период, который мы назвали началом развития технологий. Этот первый электродвигатель послужил толчком к развитию электрических технологий, которые довольно скоро стали необходимыми человечеству.

В табл. 1 приведены следующие технологии: трансатлантический телеграф, телефон, электрическая лампа, генераторы постоянного тока, двух- и трехфазные двигатели переменного тока, струйная турбина, многоступенчатая турбина, первые ЛЭП, чувствительный приемник радиоволн (когерер). Из табл. 1 видно, что потребовалось еще около ста лет исследований, чтобы открытия в области электричества привели к развитию технологий на их основе.

После 1930 года, когда практически все основные открытия в электричестве уже совершились, развитие технологий продолжалось на основе прикладных, в основном технических, уточнений. К этому времени физическая картина мира в ее электродинамической концепции

уже сформировалась в науке. Начался третий период цикла эволюции электродинамической картины мира – формирование информационно-технологической среды, в течение которого технологии информировали человечество о достижениях в электричестве, формируя адекватное мировоззрение у нового поколения. В это время в физике уже созрела новая концепция, обусловленная открытиями в области квантовых явлений. Что означает плавный переход физической картины мира как динамической системы в новое состояние, характеризующееся квантовой концепцией. Можно привести показательный пример – в 1930-е годы большая часть человечества представления не имела об электрическом токе, сегодня же средствами информационно-технологической среды знание о нем прочно вошло в нашу жизнь. Об электроны знают, а о нейтроне – вряд ли. В этой среде выросло новое поколение молодых ученых, пополнивших ряды исследователей в физике. Опосредованно через их деятельность устанавливается обратная связь между мировоззрением, сформированным под воздействием информационно-технологической среды, и научными достижениями – цикл эволюции картины мира с электродинамической концепцией завершился.

В наши дни завершается цикл эволюции картины мира с квантовой концепцией. В табл. 2 приведена хронологическая систематизация результатов квантовых исследований и технологий на их основе. Как и следовало ожидать, временные интервалы выделенных нами в табл. 1 периодов эволюции физической картины мира стали немного короче для новой кван-



товой концепции физической картины мира, которая, как уже отмечалось в начале статьи, трансформировалась в естественно-научную картину мира. Как видно из табл. 2, первый период современного цикла эволюции картины мира начался со становления квантовой теории в 80-х годах XIX века и длился 90 лет до начала развития технологии на ее основе, что лишь на 10 лет меньше длительности соответствующего периода предыдущего цикла. Второй период (начало развития технологий на основе достижений в квантовой физике) начался в 1940-х годах, когда были разработаны первые ядерный реактор и атомная бомба. Эти изобретения повлияли не столько на уровень жизни людей, сколько на психологический и политический статусы стран. В отличие от предыдущего цикла, где технологии начинались с безобидных динамо-машин и были направлены на усовершенствование условий жизни, первые технологии современного цикла связаны с милитаристскими целями. Мы не ставили целью выяснение причин такой перемены в предназначении науки, нашей задачей является экстраполяция хронологии современного цикла на предыдущую с целью установления в них общей закономерности и выполнения на ее основе весьма грубого временного прогноза дальнейшего развития естественно-научной картины мира.

Результаты сравнения соответствующих периодов двух циклов эволюции картины мира с электродинамической и квантовой концепциями по описанным выше хронологическим последовательностям сведены в табл. 3. Отме-

чена интересная закономерность. Окончание первого периода в первом цикле (1850-е годы) ознаменовалось началом исследований в новой области физики – квантовой механике. Уже в 1857 году Кирхгоф провел первый спектральный анализ. Окончание первого периода в современном цикле (1940-е годы) совпадает с исследованиями И. Пригожина в новой области физики – неравновесной термодинамике. Методы изучения открытых систем и статистической физики неравновесных процессов легли в основу описания биологических систем. Сегодня эти идеи нашли свое применение в социальных и гуманитарных исследованиях, например в психологии и экономике.

Предположим, что примерное совпадение интервала времени (120–90 лет) для первого периода эволюции картины мира в двух рассмотренных циклах, отличающихся разными концепциями картины мира, может проявиться и во втором периоде. Тогда примерное время окончания второго периода – 2030–2040 годы. В первом цикле окончание второго периода совпало с квантовой революцией в физике. Если совпадение допустимо, то мы находимся в преддверии научной революции естествознания и новой концепции картины мира.

Таким образом, в рамках приведенной модели естественно-научной картины мира в информационно-технологической среде определена цикличность эволюции картины мира. Установлены периоды циклов эволюции картины мира. Показано, что информационно-технологическая среда обуславливает установление обратной связи между мировоззрением пользователей технологий и научными достижениями, реали-

Таблица 3

Сравнение хронологических данных двух циклов эволюции картины мира

Наименование цикла эволюции картины мира	Периоды циклов эволюции				
	Научные исследования	Исследования новых областей	Технологии	Новые физические теории	Информационно-технологическая среда
1. Электродинамическая картина мира	1730–1850-е → 120 лет	Начало исследований квантовых явлений	1830–1930-е → 100 лет	Квантовая революция в физике	1930–1980-е  50 лет
2. Квантовая картина мира	1850–1940-е → 90 лет	Начало исследований неравновесной термодинамики	1940–2030-е? → 90 лет?	?	?

зация которой связана с приходом в науку представителей поколения с новым мировоззрением. Знания их базируются на научно подтвержденной информации, уже введенной в учебную литературу и ставшей очевидной. Сравнение хронологической последовательности периодов циклов позволило выполнить их приблизи-

тельную временную оценку, для чего интервалы времени периодов минувшего цикла экстраполируются на соответствующие периоды нынешнего цикла. Допуская возможность повторения сценария цикла, мы не исключаем наличие высокой степени вероятности грядущей научной революции.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Аплеснин С.С., Кретинин В.В., Остапенко А.А., Галяс А.И., Янушкевич К.И.** Магнитоэлектрические свойства мультиферроиков  $Nd_xBi_{1-x}FeO_3$  // Вестн. Сиб. гос. аэрокосм. ун-та им. акад. М.Ф. Решетнева. 2013. № 2 (48). С. 156–159.
2. **Гнитецкая Т.Н., Шутко Ю.Е., Иванова Е.Б.** Содержание курса физики в контексте методов физических исследований // Матер. Междунар. науч.-метод. конф. «Физико-математическое и технологическое образование: проблемы и перспективы развития». Ч. 1. М.: Изд-во МПГУ : «Onebook.ru», 2015. С. 16–18.
3. **Еременко Н.К., Додонов В.Г., Захаров Ю.А., Образцова И.И., Еременко А.Н.** Синтез и морфология биметаллических наночастиц Co/Au со структурой ядро – оболочка // Вестн. Кемеровского гос. ун-та. 2014. № 3 (59). Т. 3. С. 189–194.
4. **Ефименко В.Ф.** Физическая картина мира и мировоззрение. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1997. 230 с.
5. **Нейтронные** исследования структуры вещества фундаментальных свойств материи. Программа фундаментальных исследований Отд-ния физических исследований РАН. М., 2011. 8 с.
6. **Прохоров И.Ю., Акимов Г.Я.** От топливных ячеек к водородным элементам: твердые электроды и наноэлектроды // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит (ДФТИ им. А.А. Галкина НАН Украины). 2010. № 3 (73). С. 66–74.
7. **Серебров А.П.** Фундаментальные исследования с ультрахолодными нейтронами // Вестн. РАН. 2009. Т. 79. С. 23–36.
8. **Gnitetskaya T.N., Afremov L.L., Ivanova E.B. et al.** The Scientific Picture of the World as a Basis of Nanoelectronic Engineer's Professional Competence // Periodical of Advanced Materials and Researches. 2013. Vol. 655–657. Title Engineering Solutions for Manufacturing Processes. Pp. 2165–2169. Trans Tech Publications, Switzerland, doi: 10.4028. URL: www.scientific.net/AMM.655-657.2165.

**ГНИТЕЦКАЯ Татьяна Николаевна** — доктор педагогических наук, профессор Дальневосточного федерального университета.

Россия, 690950, Владивосток, ул. Суханова, 8  
e-mail: gnitetskaya.tn@dvfu.ru

**РЕЗНИК Борис Львович** — доктор физико-математических наук, профессор Дальневосточного федерального университета.

Россия, 690950, Владивосток, ул. Суханова, 8  
e-mail: gnitetskaya.tn@dvfu.ru

**ШУТКО Юлия Евгеньевна** — аспирант Дальневосточного федерального университета.

Россия, 690950, Владивосток, ул. Суханова, 8  
e-mail: yul\_shutko@mail.ru

**БЕЛОКОНЬ Валерий Иванович** — доктор физико-математических наук, профессор Дальневосточного федерального университета.

Россия, 690950, Владивосток, ул. Суханова, 8  
e-mail: gnnts@dvgu.ru

**ЧЕБОТАРЕВ Александр Юрьевич** — доктор физико-математических наук, профессор Дальневосточного федерального университета.

Россия, 690950, Владивосток, ул. Суханова, 8  
e-mail: gnnts@yahoo.com



T.N. Gnitetskaya, B.L. Reznik,  
Yu.E. Shutko, V.I. Belokon, A.Yu. Chebotarev

## INFORMATION-TECHNOLOGICAL ENVIRONMENT AND THE EVOLUTION OF THE PHYSICAL PICTURE OF THE WORD

This article examines the evolution of the physical picture of the world in the context of developed cyclic model of the natural science picture of the world in the information technology environment. It is shown that this environment makes feedback between outlook users of technologies and scientific achievements. The periods of evolution cycles were adjudge. On the basis of the chronology comparison of the same periods the electrodynamic and quantum evolution cycles, the relevant conclusions were made.

METHODOLOGY IN PHYSICS; EVOLUTION OF PICTURE OF THE WORLD; NATURAL-SCIENTIFIC PICTURE OF THE WORLD; INFORMATION AND TECHNOLOGICAL ENVIRONMENT.

### REFERENCES

1. Aplesnin S.S., Kretinin V.V., Ostapenko A.A., Galyas A.I., Yanushkevich K.I. [Magnetolectric multi-ferroic properties  $\text{NdBi}_{1-x}\text{FeO}_3$ ]. *Herald Siberian State Aerospace University by akademik M.F. Reshetneva*, 2013, no. 2 (48), pp. 156–159. (In Russ.)
2. Gnitetskaya T.N., Shutko Yu.Ye., Ivanova Ye.B. [The content of the physics course in the context of physical research methods]. [*Proc. of the Int. Scientific Conf. "Physics-mathematics and technology education: problems and prospects"*]. Pt. 1. Moscow, Moscow State Pedagogical University Publ., "Onebook.ru", 2015. Pp. 16–18. (In Russ.)
3. Yeremenko N.K., Dodonov V.G., Zakharov Yu.A., Obraztsova I.I., Yeremenko A.N. [Synthesis and Morphology of bimetallic nanoparticles Co/Au with the structure of the core – shell]. *Herald by Kemerovo State University*, 2014, no. 3 (59), vol. 3, pp. 189–194. (In Russ.)
4. Yefimenko V.F. *Fizicheskaya kartina mira i mirovozzrenie* [The physical picture of the world and world view]. Vladivostok: Publishing house of Far Eastern University, 1997. 230 p. (In Russ.)
5. Programma fundamentalnykh issledovaniy Rossiyskoy akademii nauk MA-2011-8 [Neutron studies of the structure of matter of the fundamental properties of matter]. Moscow, 2011. 8 p. (In Russ.)
6. Prokhorov I.Yu., Akimov G.Ya. [From fuel cells to hydrogen elements: solid electrolytes and nanoelectrodes]. *Energy Saving. Energy. Energy audit* (DFTI by A.A. Galkin, National Academy of Science of Ukraine), 2010, no. 3 (73), pp. 66–74. (In Russ.)
7. Serebrov A.P. [Basic Research into ultracold neutrons]. *Herald of Russian academy of sciences*, 2009, vol. 79, pp. 23–36. (In Russ.)
8. Gnitetskaya T.N., Afremov L.L., Ivanova E.B. et al. The Scientific Picture of the World as a Basis of Nanoelectronic Engineer's Professional Competence. *Periodical of Advanced Materials and Researches*, Vol. 655–657, 2013. Title Engineering Solutions for Manufacturing Processes. Pp. 2165–2169. Trans Tech Publications, Switzerland, doi: 10.4028. Available at: [www.scientific.net/AMM.655-657.2165](http://www.scientific.net/AMM.655-657.2165).

**GNITETSKAYA Tatyana N.** – Far Eastern Federal University.

Ul. Sukhanova, 8, Vladivostok, 690950, Russia  
e-mail: [gnitetskaya.tn@dvfu.ru](mailto:gnitetskaya.tn@dvfu.ru)

**REZNIK Boris L.** – Far Eastern Federal University.

Ul. Sukhanova, 8, Vladivostok, 690950, Russia  
e-mail: [gnitetskaya.tn@dvfu.ru](mailto:gnitetskaya.tn@dvfu.ru)

**SHUTKO Yuliya E.** – Far Eastern Federal University.

Ul. Sukhanova, 8, Vladivostok, 690950, Russia  
e-mail: [yul\\_shutko@mail.ru](mailto:yul_shutko@mail.ru)



**BELOKON Valeriy I.** – *Far Eastern Federal University.*

Ul. Sukhanova, 8, Vladivostok, 690950, Russia

e-mail: gnts@dvgu.ru

**CHEBOTAREV Aleksandr Yu.** – *Far Eastern Federal University.*

Ul. Sukhanova, 8, Vladivostok, 690950, Russia

e-mail: tgnts@yahoo.com

---

© Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого, 2016