

Вопросы методологии использования инструмента инвариантов в методике преподавания

Ю. А. Сауров

доктор педагогических наук, профессор, член-корреспондент Российской академии образования,
профессор кафедры физики и методики обучения физике, Вятский государственный университет.
Россия, г. Киров. E-mail: saurov-ya@yandex.ru

Аннотация. В статье продолжается разработка своего рода парадигмы использования инвариантов в теории и практике естественно-научного образования. Прежде всего к этому понятию, принципу, концепции формулируется отношение как к методологическому инструменту на примере методики обучения физике (или более узко – дидактики физики).

Так, исторически фиксируется в методике обучения физике как науке настойчивый поиск и разработка методических решений, которые бы сохраняли свою устойчивость при некой вариации условий. На наш взгляд, эта практика неплохо подпадает под описание с помощью инструмента инвариантности. И есть предположение, что в итоге использования этого инструмента можно получить новые результаты сначала в теории, а потом и в практике обучения. На поиск этого дидактического потенциала и нацелена статья.

Важно зафиксировать, что разрабатываемое поле методических возможностей сравнительно широкое: от использования знаковых моделей до эмпирически фиксируемых устойчивых свойств методических систем. Заметим, что в рамках статьи рассматривается только общая, методологическая, рамка дидактических возможностей. Библиография к статье содержит 22 источника.

Ключевые слова: методология, инвариантность, методика преподавания, принципы, знаковые модели, экспериментирование, моделирование.

Историко-методологическое введение. Теория, то есть сама наука методика обучения физике, и практика физического образования нуждаются в логической рациональности, а, как частность, в математической строгости во всех процессах, от разработки содержания до организации процессов усвоения знаний. Нет сомнения, что практика образования нуждается и в устойчивости, особенно в эпоху перемен. Но это должна быть «умная» устойчивость. А такая устойчивость на практике возможна только через видение (инструменты, практики и др.) культуры или науки. Вот почему в методической науке должны идти поиски и быть выделены и обозначены адекватные дидактические инструменты (понятия, представления, принципы и др.) этой практической потребности. На наш взгляд, к таким подходит и такой общенаучный инструмент, как инварианты. Добавим, что для методики это инструмент, во-первых, методических систем, во-вторых, деятельности. И то, и другое фундаментальные категории для методики. В целом, это в идеале будет способствовать большей строгости методических знаний.

Итак, деятельность – фундаментальная категория наук о человеке [11; 19; 21; 22]. Это онтологическая по смыслу категория, то есть она задает фундаментальную реальность человечества. Выделяют ее образованности, по статусу это некоторые части-стороны или характеристики деятельности. Среди основных сторон в области обучения выделяют понимание, мышление, рефлексию, коммуникацию [22]. Несомненно, это важнейшие образования деятельности, по смыслу феномены-процессы. Таким образом, не совсем гласно, но они признаются реально существующими. А далее для них формулируются характеристики или средства описания. Их может быть неопределенно много. На наш взгляд, к ним относят инварианты как удобные (и смысловые) характеристики методических систем. На вопрос «Характеристики чего?» следует общий ответ: «Деятельности или образованностей деятельности». А далее следует детальная расшифровка этой теоретической позиции. В такой логике поиск инвариантов – ведущий принцип любой методики. Как частность, в познании все постулаты – инварианты. Отсюда, как обобщение, наше видение чего-либо возможно только при наличии сетки (рамки, матрицы) понятий-истин, исторически или, что равносильно, изначально заданной.

Для методики существенна позиция известного логика И. С. Нарского, который определяет значение знака как инвариант [4, с. 197]. Это важный сигнал. В последние годы в методике физики растет интерес к знакам и их использованию, как в рамках физического содержания, так и в рамках собственно методических поисков [11; 12; 17; 18]. Например, любое буквенное изображение физической величины – это знак, скажем, m , и у него есть словесное выражение «масса». Но значение

этого знака, то есть инвариант, – это инертные свойства тела. Причем, вне зависимости от формы, объема, цвета, скорости движения тела. И как только мы определяем массу как инвариант, так мы лучше представляем смыслы этой физической величины для нашей практики.

Принципиально важно, что совершенствование и развитие методики, а это развитие понятийных систем, было всегда на идеях извне. Фундаментальные понятия-категории «приходили» из методологии, психологии, более узкие представления – из физики, педагогики... Наконец, рефлексия опыта, а это все равно теоретические идеи, осуществляется на материале образовательной практики, то есть тоже от действия извне. В нашем случае это так об инвариантах.

В обоснование дидактического потенциала понятия инварианта для методики обучения приведем ряд высказываний специалистов, близкие педагогическим потребностям образовательной деятельности.

– Известный методолог В. С. Степин определяет большой круг «знаниевых» образований как инвариантов научной деятельности. Назовем здесь некоторые, важные для методики: в историческом познании «идеал объективной истинности» не зависит от особенностей средств и операций познания и является инвариантом [20, с. 541 и др.]; три сферы бытия – неживая природа, органический мир и социальный мир – как принцип-инвариант понимания нашего мира [там же, с. 457]; формула универсального эволюционизма «изменчивость – наследственность – отбор» – инвариант понимания действительности [там же, с. 459]. В познании к инвариантам относят: различение предметной и субъектной сторон познавательной деятельности, универсалии научного метода познания, принципы наблюдаемости, непротиворечивости, соответствия и др. [там же, с. 36, 157, 247, 270]. Для теории и практики физического образования важным является поиск инвариантов как условия формирования эмпирического научного факта [см. полнее 11, с. 81–88].

– Методист-физик Н. И. Резник защитила докторскую диссертацию на тему «Концепция инвариантности в системе преподавания дисциплин естественнонаучного цикла» (Челябинск, 1996), позднее вышла ее монография [9]. На наш взгляд, автор впервые в методике обозначила дидактический потенциал использования понятия об инвариантности: признает большую фундаментальность этого понятия по сравнению с понятием закона, дальновидно ставит методическую задачу построения системы инвариантов [9, с. 37], приводит примеры (правда, не всегда обоснованные и конкретные) реализации идеи инвариантов из радиотехники и физики. В целом, пока содержательно и процессуально концепция (основа, идея) выглядит несколько абстрактной для методики школьного физического образования. И требует сейчас нового этапа разработки методики.

– Глубокий мыслитель А. А. Зиновьев в рамках логики заложил основание для использования идеи инвариантов в обучении. В частности, интерпретируя инвариантность пространства и времени, он писал: «пространство всегда остается пространством (а время – временем), независимо от способа его ограничения, отсчета, измерения и т. п.» [2, с. 138].

– При построении своих предметных пространств психологи ищут и обозначают в схемах-моделях устойчивые образования деятельности. Так, В. Ф. Петренко предлагает парадигму многомерного сознания: о познании как конструировании моделей мира, о множественности возможных языков, моделей, описаний мира, о структурировании поведения человека по извне/изнутри заданным конструктам [8; 13]. Здесь и происходит теоретический, с помощью методологии, и экспериментальный, на фиксации фактов, поиск инвариантов. И. И. Ильясов в педагогической психологии центрирует внимание на устойчивых структурах учебной деятельности, в частности, выделение деятельности учения можно трактовать как инвариант учения [3]. Осмысление такого видения в методике продуктивно. Н. Г. Салмина настойчиво раскрывает образовательный потенциал знаков, за которыми, несомненно, стоят инварианты деятельности [10].

– Многие сложные высказывания М. Мамардашвили, имеющие значение для понимания образовательных процессов, могут получить актуальную жизнь, если их прагматично (технологично) сформулировать на языке инвариантов:

✓ Великий А. Пуанкаре отмечал, «что имей Тихо Браге хотя бы в десять раз более точные инструменты, не было бы никакой астрономии... Иными словами, характеристики и внутреннего и внешнего совершенства теории устанавливаются в реальном познании независимо от движения источников опыта и их направлений» [Познание, с. 285].

✓ «Познание – это не арена мгновенно одно-непрерывным взглядом охватываемой идеальной системы отсчета, а пути, прокладываемые конечными областями связностей, и что в последних понимание уже существует, есть, независимо от того, понимает ли кто-нибудь, и от реального канала передачи, и общения и его описания» [там же, с. 287]. Кратко суть: «Может наблюдаться только допускаемое теорий. И это 1) не зависит от различий предметных языков, 2) не имеет причины, 3) неразлагаемо» [там же, с. 288].

✓ «Шаг «сделанного» и понимание им дают символизацию всех связей на все времена и для всех (как, например, в пифагоровском треугольнике, сферическом законе Кулона или орнаменте Альгамбры)» [там же, с. 291].

✓ «События «мыслей», «законоподобных высказываний» и тому подобное содержат в себе формулировку некоторого упорядоченного положения вещей, не могут тем не менее предопределены – это тавтологически ясно» [там же, с. 292].

Итак, парадигма (принцип) инвариантности задает некое устойчивое мощное методическое пространство, в котором можно строить эффективные в каком-либо смысле методические системы.

Сущности инвариантов в методике. Что не меняется в деятельности? Структура? Да, в широком диапазоне условий. Воспроизводимость? Да, ее считают фундаментальным свойством [15; 22]. И тогда возникает вопрос об инвариантах. Поиск сохраняющихся в определенных рамках свойств (характеристик) – привлекательный и эффективный инструмент описания (и конструирования) методических систем. Хотя, заметим, что многофакторность и рукотворность дидактических событий являются сильным ограничителем для этого языка описания.

В физике язык инвариантов признают фундаментальнее (выше по иерархии) законов: «Законы природы не могли бы существовать без принципов инвариантности»; «Не будь принципов инвариантности, физические законы нельзя было бы подкрепить экспериментом» [1, с. 36, 193]. Хотя в механике известно, что законы сохранения, с одной стороны, следуют из уравнений Ньютона, с другой стороны, являются следствием геометрических инвариантов (относительно сдвига в пространстве и во времени).

На наш взгляд, в методиках преподавания трудности формулирования закономерностей связаны с перескоком познания через этап инвариантов. Без осознания и отработки этого этапа познания и понимания методического явления мы скатываемся к формам гипотетических утверждений, называя их законами или закономерностями. Заметим, что иной путь – это установление эмпирических закономерностей (И. И. Нурминский [7]). Хотя на практике он пока плохо развит, а в нем как раз ищут корреляции между событиями, т. е. реализуется классическая логика поиска закона. И далее на этой основе может быть обобщение – формулирование инвариантов, и на этой сравнительно твердой основе построение методик.

О видах (формах) инвариантов образовательной деятельности [15]. Язык инвариантов реализуется (представляется или так осознается):

– При выделении *принципов образовательной деятельности*; они устойчивы в рамках дидактической системы;

– В *различных методических моделях, несущих функции ориентировок деятельности*. Так, например, в схеме освоения научного метода познания в форме «факты – модель – следствия – эксперимент» (В. Г. Разумовский), в схеме-модели учебной деятельности при решении школьных физических задач «анализ текста и физического явления – идея или план решения – математическая модель явления и выводы из нее – рефлексия решения» (Д. Пойа, Л. М. Фридман, В. А. Орлов, Ю. А. Сауров). Как устойчивое частное методическое решение по организации процесса учения в виде двухэтапной логики освоения любой учебной задачи: выделение физического явления – описание физического явления [11; 15; 17; 18].

– При *конструировании разнообразных норм* учебной деятельности и деятельности преподавания в форме знаковых моделей (блок-схемы, опорные сигналы, модели уроков и др.) [19].

Известны два языка представления инвариантов: первый, строгий и широко распространенный – математический, он задается формулами преобразований величин, например, сохранение ускорения тела при переходе описания из одной инерциальной системы в другую; качественный, понятный – концептуальный, идейный, он задается устойчивым принципом, логикой на основе методологии познания.

Инварианты в содержании физического образования.

– Наличие границ применимости у любых предметных знаний необходимо рассматривать как инвариант методики преподавания [14; 16].

– В настоящее время структурирование содержания громадного числа вопросов рационально строить и осваивать по схеме-модели «факты – гипотеза, модель – следствия – эксперимент». Сейчас эта универсальная ориентировка познавательной деятельности школьников входит в ядро содержания физического образования. По крайней мере, для двух поколений она показала свою устойчивость.

– Существует большой блок устойчивых моделей-схем образований интеллектуальной деятельности школьников, которые нуждаются в систематизации, интерпретации, в итоге – внедрении. Все они могут быть отнесены к инвариантам с учетом специфики методики обучения физике.

Такие инварианты можно усмотреть из работ многих методологов [22], в частности, из работ Г. П. Щедровицкого. Например, он прямо указывал на инвариант функциональной структуры сопоставления объектов реальности и предметов (описаний, представлений) [21, с. 169 и др.]. На наш взгляд, инвариантом является схема-модель замещения объектов знаками (рис. 1). Это необходимый устойчивый элемент построения любой мыслительной деятельности. Еще пример: модель-схема трансляции опыта деятельности в обучении (рис. 2). По нашему мнению, это в прямом смысле инвариант образовательного процесса, и он дает некое универсальное видение этого великого процесса. Зафиксируем, на наш взгляд, и аналогию между инвариантами в форме схем-моделей в пространстве образования, и геометрическими инвариантами в пространстве физики [1].



Рис. 1. Схема-модель единицы замещения объектов знаками

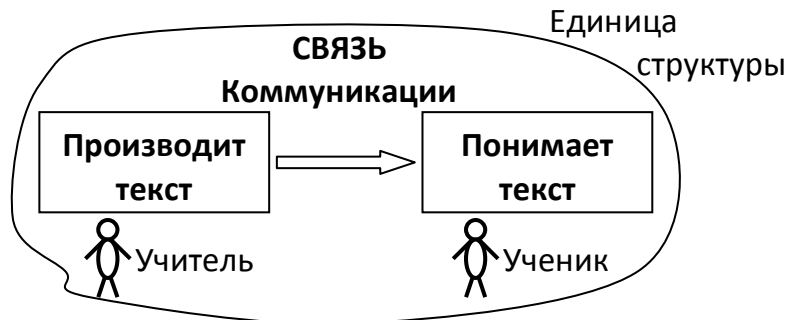


Рис. 2. Схема-модель единицы трансляции

- При определенных условиях к инвариантам учебной деятельности можно отнести обобщенные планы изучения явления, закона, измерения и др. (А. В. Усова). Некоторые устойчивые мнемонические приемы организации усвоения (запоминания) тоже могут играть функции инвариантов деятельности; и практика обучения знает этот опыт, а этот инструмент даже объясняет успешность таких методических решений.

- Статические системы знаний в форме теории имеют устойчивую структуру «основание – ядро – выводы» (В. Гейзенберг, В. В. Мултановский). По схеме этого инварианта в школе рассматриваются все фундаментальные физические теории, нередко частные теории, теории отдельных явлений [11]. Есть опыт распространения этой схемы-модели и на методические системы знаний. Приведем пример структуры классической механики:

ОСНОВАНИЕ: Понятия (о макроскопическом теле, о механическом движении, о видах механического движения: прямолинейное...). Понятия о моделях: материальная точка. Понятия о физических величинах (скорость, ускорение, масса, импульс, энергия...).

ЯДРО: Фундаментальные идеи и принципы: взаимодействие, принципы дальнего действия, относительности, суперпозиции сил. Фундаментальные законы: Ньютона, взаимодействий для всемирного притяжения, упругости, трения.

ВЫВОДЫ: Статика. Механические колебания. Объяснение явлений природы и техники: невесомость, тормозной путь и др.

- Приведем еще несколько конкретных примеров методических вопросов, связанных с использованием инвариантов. Вот один странный курьез в наше время: десятилетиями в вузовских

и школьных учебниках физики сохранялись представления о росте массы при увеличении скорости тела. Формальный ответ простой: неадекватная интерпретация физической формулы $m = m_0 / (1 - v^2/c^2)^{1/2}$. Но в этом и других случаях выбор языка описания – залог методического успеха. Почти очевидно, что в системе с самого начала определение инвариантных характеристик упрощает понимание (и решение задач). Известный физик-теоретик Л. Б. Окунь жестко критиковал: «Пора прекратить обманывать все новые поколения школьников и студентов, внушая им, что возрастание массы с увеличением скорости – это экспериментальный факт» [УФН. 2008. Т. 178. № 5. С. 552]. Если масса с самого начала понимается как инвариант, то вопрос автоматически снимается.

Еще устойчивая методическая проблема. При определенных условиях (малые токи и др.) сопротивление на участке электрической цепи – величина постоянная, т. е. inv . Но тогда следует всегда правильная интерпретация выражения $R = U/I$ как формулы расчета, а не функциональной зависимости. А ведь эта физическая ошибка сохраняется в системах обучения десятилетиями!

Словом, теоретические и экспериментальные факты убеждают в значительном методическом потенциале такого инструмента познания и понимания как инвариант.

Заключительные мысли. Использование языка инвариантов, пусть даже в «мягком» (по сравнению с классическими представлениями логики или математики) варианте, создает возможности более строгого описания дидактических систем. В перспективе можно обоснованнее ставить и вопрос о закономерностях. И может быть, это единственный путь формулирования закономерностей для таких искусственных, целеустремленных, деятельностных методических систем. Почти очевидно, что построение (или поиск) описаний под такой взгляд у неопределенно сложной методической системы все же позволяет задать некую устойчивую модель. А тогда и возникает соблазн сделать еще один, классический по смыслу, шаг – формулирование закономерностей для такой модели. (Повторим, в физике инварианты убедительно рассматриваются шире законов.) Немаловажно, что в этом интеллектуальном движении лучше складываются условия понимания методических явлений.

В случае же построения содержания учебного предмета «физика», несомненно, язык инвариантов может и должен быть прямо использован, например, при изучении сохранения физических величин в разных инерциальных системах отсчета. Сохранение импульса, энергии замкнутых систем как следствие однородности пространства и времени, т. е. инвариант сдвигов. Так, масса тела как скалярная физическая величина – инвариант преобразований Лоренца в специальной теории относительности, т. е. она не изменяется при рассмотрении движения тела в разных инерциальных системах отсчета. В школьном курсе физики примеров много: скорость света, заряд – инварианты...

В методике обучения физике хорошо известно, что, например, второй закон динамики задает только «пустую» форму механики, без конкретных законов сил, без учета начальных и конечных условий он не работает. Словом, из общей формы закона не выводимо его конкретное применение, и это знание – инвариант. Об этом уже сказано не раз [6]. Здесь же объяснима и природа устойчивого недоумения студентов (да и менеджеров): почему нас не учат практике элементарной физики, а читают лекции по теоретической физике?!

В целом проблема различения реальности и описаний – фундаментальная проблема обучения физике на современном этапе развития образования. И выделение инвариантов – один из инструментов решения этой стратегической методической проблемы.

Список литературы

1. Вигнер Е. Этюды о симметрии. М. : Мир, 1971. 318 с.
2. Зиновьев А. А. Основы логической теории научных знаний. М. : ЛЕНАНД, 2015. 264 с.
3. Ильясов И. И. Структура процесса учения. М. : Изд-во МГУ, 1986. 200 с.
4. Кондаков Н. И. Логический словарь-справочник. М. : Наука, 1976. 720 с.
5. Лекторский В. А. Эпистемология классическая и неклассическая. М. : Эдиториал УРСС, 2001. 256 с.
6. Мамардашвили М. Стрела познания: набросок естественноисторической гносеологии. М. : «Языки русской культуры», 1997. 304 с.
7. Нурминский И. И., Гладышева Н. К. Статистические закономерности формирования знаний и умений учащихся. М. : Педагогика, 1991. 224 с.
8. Петренко В. Ф. Многомерное сознание: психосемантическая парадигма. М. : Эксмо, 2013. 448 с.
9. Резник Н. И. Инвариантная основа внутрипредметных, межпредметных связей: методологические и методические аспекты : монография. СПб. : Речь, 2012. 265 с.
10. Салмина Н. Г. Знак и символ в обучении. М. : Изд-во МГУ, 1988. 288 с.
11. Сауров Ю. А. Принцип цикличности в методике обучения физике: историко-методологический анализ : монография. Киров : Изд-во ИПК и ПРО, 2008. 224 с.
12. Сауров Ю. А. Научное творчество профессора В. В. Мултановского. О личности в образовании : монография. Киров : О-Краткое, 2015. 256 с.

13. Сауров Ю. А., Низовских Н. А. Проблемы современного познания человека в мире // Вопросы психологии. 2015. № 1. С. 159–162.
14. Сауров Ю. А., Уварова М. П., Перевоицков Д. В. Об исследовании освоения границ применимости физических понятий, принципов, моделей и законов // Перспективы науки и образования. 2019. № 6. С. 128–141.
15. Сауров Ю. А., Перевоицков Д. В., Уварова М. П. Язык инвариантов как инструмент построения методики в дидактике физики // Вестник ТУ. 2020. № 451. С. 170–178.
16. Сауров Ю. А., Уварова М. П. О проблеме границ применимости знаний в методике обучения физике // Педагогика. 2020. № 10. С. 24–36.
17. Сауров Ю. А., Петрова Е. Б. Знаки и чувства в обучении физике // Физика в школе. 2021. № 2. С. 3–11.
18. Сауров Ю. А. Вопросы содержания, методов и приемов формирования физического миропонимания // Физика в школе. 2021. № 5. С. 20–29.
19. Сауров Ю. А., Уварова М. П. Нормативная и творческая деятельность в обучении: различение и согласование // Педагогика. 2021. № 8. С. 5–15.
20. Степин В. С. Философия и методология науки. Избранное. М. : «Академический проект», 2015. 716 с.
21. Щедровицкий Г. П. Психология и методология. М. : Путь, 2004. 368 с.
22. Щедровицкий Г. П. Мышление – Понимание – Рефлексия. М. : Наследие ММК, 2005. 800 с.

Questions of methodology of using the invariant tool in teaching methodology

Yu. A. Saurov

Doctor of Pedagogical Sciences, professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Education,
professor of the Department of Physics and Methods of Teaching Physics, Vyatka State University.
Russia, Kirov. E-mail: saurov-ya@yandex.ru

Abstract. The article continues to develop a kind of paradigm for the use of invariants in the theory and practice of natural science education. First of all, the attitude to this concept, principle, concept is formulated as a methodological tool on the example of the methodology of teaching physics (or more narrowly, the didactics of physics).

So, historically, the persistent search and development of methodological solutions that would maintain their stability under some variation of conditions is fixed in the methodology of teaching physics as a science. In our opinion, this practice falls well under the description using the invariance tool. And there is an assumption that as a result of using this tool, you can get new results first in theory, and then in the practice of learning. The article is aimed at finding this didactic potential.

It is important to note that the field of methodological possibilities being developed is relatively wide: from the use of iconic models to empirically fixed stable properties of methodological systems. Note that the article considers only the general, methodological, framework of didactic possibilities. The bibliography of the article contains 22 sources.

Keywords: methodology, invariance, teaching methods, principles, sign models, experimentation, modeling.

References

1. Wigner E. *Etyudy o simmetrii* [Etudes on symmetry]. M. Mir. 1971. 318 p.
2. Zinov'ev A. A. *Osnovy logicheskoy teorii nauchnykh znaniy* [Fundamentals of the logical theory of scientific knowledge]. M. LENAND. 2015. 264 p.
3. Il'yasov I. I. *Struktura processa ucheniya* [Structure of the teaching process]. M. Moscow State University. 1986. 200 p.
4. Kondakov N. I. *Logicheskij slovar'-spravochnik* [Logical dictionary-reference]. M. Nauka (Science). 1976. 720 p.
5. Lektorskiy V. A. *Epistemologiya klassicheskaya i neklassicheskaya* [Classical and non-classical epistemology]. M. Editorial URSS. 2001. 256 p.
6. Mamardashvili M. *Strelya poznaniya: Nabrosok estestvennoistoricheskoy gnoseologii* [The arrow of knowledge: A sketch of natural-historical epistemology]. M. "Languages of Russian culture". 1997. 304 p.
7. Nurminskiy I. I., Gladysheva N. K. *Statisticheskie zakonomernosti formirovaniya znaniy i umeniy uchashchihsya* [Statistical patterns of formation of knowledge and skills of students]. M. Pedagogika (Pedagogy). 1991. 224 p.
8. Petrenko V. F. *Mnogomernoe soznanie: psihosemanticheskaya paradigma* [Multidimensional consciousness: a psychosemantic paradigm]. M. Eksmo. 2013. 448 p.
9. Reznik N. I. *Invariantnaya osnova vnutripredmetnykh, mezhpredmetnykh svyazey: metodologicheskie i metodicheskie aspekty : monografiya* [Invariant basis of intra-subject, inter-subject relations: methodological and methodological aspects : monograph]. SPb. Speech. 2012. 265 p.
10. Salmina N. G. *Znak i simvol v obuchenii* [Sign and symbol in teaching]. M. Moscow State University. 1988. 288 p.
11. Saurov Yu. A. *Princip ciklichnosti v metodike obucheniya fizike: istoriko-metodologicheskij analiz : monografiya* [The principle of cyclicity in the methodology of teaching physics: historical and methodological analysis : monograph]. Kirov. Publishing house of IPK and PRO. 2008. 224 p.

12. Saurov Yu. A. *Nauchnoe tvorchestvo professora V. V. Multanovskogo. O lichnosti v obrazovanii : monografiya* [Scientific creativity of Professor V. V. Multanovsky. About personality in education : monograph]. Kirov. O-Kratkoe. 2015. 256 p.

13. Saurov Yu. A., Nizovskih N. A. *Problemy sovremennogo poznaniya cheloveka v mire* [Problems of modern human cognition in the world] // *Voprosy psikhologii* – Questions of psychology. 2015. No. 1. Pp. 159–162.

14. Saurov Yu. A., Uvarova M. P., Perevoshchikov D. V. *Ob issledovanii osvoeniya granic primenimosti fizicheskikh ponyatij, principov, modelej i zakonov* [On the study of the development of the boundaries of applicability of physical concepts, principles, models and laws] // *Perspektivy nauki i obrazovaniya* – Prospects of Science and education. 2019. No. 6. Pp. 128–141.

15. Saurov Yu. A., Perevoshchikov D. V., Uvarova M. P. *Yazyk invariantov kak instrument postroeniya metodiki v didaktike fiziki* [The language of invariants as a tool for constructing a methodology in the didactics of physics] // *Vestnik TU* – Herald of TU. 2020. No. 451. Pp. 170–178.

16. Saurov Yu. A., Uvarova M. P. *O probleme granic primenimosti znanij v metodike obucheniya fizike* [On the problem of the limits of the applicability of knowledge in the methodology of teaching physics] // *Pedagogika* – Pedagogy. 2020. No. 10. Pp. 24–36.

17. Saurov Yu. A., Petrova E. B. *Znaki i chuvstva v obuchenii fizike* [Signs and feelings in teaching physics] // *Fizika v shkole* – Physics at school. 2021. No. 2. Pp. 3–11.

18. Saurov Yu. A. *Voprosy soderzhaniya, metodov i priemov formirovaniya fizicheskogo miroponimaniya* [Questions of content, methods and techniques of formation of physical worldview] // *Fizika v shkole* – Physics at school. 2021. No. 5. Pp. 20–29.

19. Saurov Yu. A., Uvarova M. P. *Normativnaya i tvorcheskaya deyatel'nost' v obuchenii: razlichenie i soglasovanie* [Normative and creative activity in teaching: distinction and coordination] // *Pedagogika* – Pedagogy. 2021. No. 8. Pp. 5–15.

20. *Stepin V. S. Filosofiya i metodologiya nauki. Izbrannoe* [Philosophy and methodology of science. Favorites]. M. "Academic project". 2015. 716 p.

21. *Shchedrovitsky G. P. Psihologiya i metodologiya* [Psychology and methodology]. M. Put' (Path). 2004. 368 p.

22. *Shchedrovitsky G. P. Myshlenie – Ponimanie – Refleksiya* [Thinking – Understanding – Reflection]. M. Heritage of MMK. 2005. 800 p.