

Р. М. Нагдян

УДК 159.9

<https://orcid.org/0000-0003-3520-3038>

Методологические и психологические предпосылки применения принципа симметрии в образовании

Для цитирования: Нагдян Р. М. Методологические и психологические предпосылки применения принципа симметрии в образовании // Ярославский педагогический вестник. 2020. № 1 (112). С. 148-155. DOI 10.20323/1813-145X-2020-1-112-147-154

В статье обсуждаются методологические предпосылки создания концепции обучения, основанной на принципе симметрии. Показано, что необходимость пересмотра структуры и содержания современной системы образования обусловлена лавинообразным увеличением научного знания, являющегося детерминантой содержания образования. В связи с этим становится актуальным введение в содержание учебного процесса новых принципов обучения взамен ныне действующих. Это обусловлено тем, что в самой науке происходят процессы формирования новых средств познания и, более того, новых форм мышления, соответствующих уровню развития науки, что и необходимо учитывать в образовании при создании программ формирования творческого мышления. Поэтому необходимо констатировать, что, как бы мы ни старались развить творческое мышление, опираясь *только* на психологические и педагогические теории и методы, мы не добьемся правильного решения этого вопроса, если не станем учитывать особенности принципов организации, развития и состояния современной науки в целом.

Базовым (ключевым), удовлетворяющим требованиям достаточности, полноты и универсальности, является понятие «симметрия», естественным образом дополняемое противоположным ему понятием «асимметрия». В статье приведены примеры многообразия проявлений симметрии и асимметрии, существующих в природе, познании и в результатах творческой деятельности человека, преломленные сквозь призму естественных и гуманитарных наук. Кроме того, в создании предлагаемой системы образования важная роль отводится идеологии Эрлангенской программы Ф. Клейна, согласно которой любая область научного знания должна строиться на основе определенной группы симметрии; идеям Е. Вигнера об иерархической структуре научного знания, состоящая из единства явлений природы, законов природы и принципов инвариантности (симметрии), и обобщенному представлению Г. Вейля о природе симметрии.

Ключевые слова: система образования, симметрия, асимметрия, познание, инвариантность, Эрлангенская программа.

R. M. Naghdyan

Methodological and psychological prerequisites for the application of the principle of symmetry in education

This article discusses the methodological prerequisites for creating a concept of learning based on the principle of symmetry. It is shown that the need to review the structure and content of the modern education system is due to an avalanche-like increase in scientific knowledge, which is the determinant of the content of education. In this regard, it is becoming relevant to introduce new teaching principles into the content of the educational process, instead of the existing ones. This is due to the fact that in science itself there are processes of formation of new sources of cognition and, moreover, new forms of thinking corresponding to the level of development of science, which is necessary to consider in education when creating programs for the formation of creative thinking. Therefore, it is necessary to state that no matter how hard we try to develop creative thinking, relying only on psychological and pedagogical theories and methods, we will not achieve the correct solution to this issue if we do not take into account the features of the principles of organization, development and the state of modern science as a whole.

The concept, which is the basic (key), satisfying the requirements of sufficiency, completeness and universality, includes the concept «symmetry», naturally supplemented by its opposite – the concept «asymmetry». The article gives examples of the variety of manifestations of symmetry and asymmetry that exists in nature, cognition and in the results of a person's creative activity, refracted through the prism of natural Sciences and Humanities. In addition, the creation of the proposed educational system plays an important role in the ideology of the Erlangen program of F. Klein, according to which any area of scientific knowledge should be built on the basis of a certain symmetry group, E. Wigner's ideas on the hierarchical structure of scientific knowledge, consisting of the unity of natural phenomena,

laws of nature and the principles of invariance (symmetry), and a generalized representation of G. Weil on the nature of symmetry.

Keywords: education system, symmetry, asymmetry, cognition, invariance, Erlangen program.

В данной статье обсуждаются методологические проблемы создания концепции обучения, основанной на принципе симметрии. Актуальность предлагаемого проекта заключается в следующем.

Задача приведения системы образования в соответствие с коренными изменениями в современной науке, обществе и духовной сфере человека предполагает не только очередное усовершенствование содержания и методик преподавания, но и введение новых принципов обучения взамен ныне действующих в структуре и содержании учебного процесса. Необходимость пересмотра принципов организации современной системы образования обусловлена лавинообразным увеличением научного знания, являющегося детерминантой содержания образования. Интенсивность процесса дифференциации науки, сопровождающаяся процессом ее интеграции путем образования новых междисциплинарных связей, в конечном итоге, приводит к фрагментарности познания, развитию «компетентностного» подхода к образованию [11, 12] и, в результате, к потере целостного восприятия действительности.

Для определения принципов обучения, соответствующих решению указанных проблем, необходима новая постановка цели обучения, обеспечивающая возможность восприятия и построения целостной картины мира. Прежние цели, суть которых сводится к передаче определенной совокупности знаний и формированию соответствующих навыков и умений, способствующих усвоению научных знаний полувековой давности, уже не отвечают требованиям и духу настоящего времени. Поэтому, естественно, делается много попыток для создания новых, экспериментальных программ обучения. Большинство этих программ направлено на формирование личности с творческим критическим мышлением и включает в себя применение современных интерактивных методов обучения, использование междисциплинарных связей и отношений, охватывая широкий круг тем и проблем.

Несмотря на существование множества типов школ [20] и еще большего количества программ развивающего обучения, ни одна из них не создавалась с учетом современного состояния

науки, и вся тяжесть этой «коррекции» возлагалась на вузовское и послевузовское образование.

Между тем в самой науке происходят процессы формирования новых средств познания и, более того, новых форм мышления, соответствующих уровню развития науки, что и необходимо учитывать в школе при создании программ формирования творческого мышления. И это действительно так, потому что творческое мышление не может быть само по себе, а наука – сама по себе. И Аристотель, и Декарт, и Эйнштейн, без сомнения, были творчески активными личностями, обладающими в высшей степени развитым творческим мышлением. Но их мышление отличалось друг от друга содержанием и средствами познания, соответствующими уровню развития науки их эпохи. Поэтому как бы мы ни старались развить творческое мышление, опираясь *только* на психологические и педагогические теории и методы, мы не добьемся правильного решения этого вопроса, если не станем учитывать особенности развития и состояние современной науки в целом.

Только при учете особенностей состояния современной науки, преломленных через призму психолого-педагогических средств обучения, возможно эффективное и правильное решение вопроса формирования творческого и критического мышления, необходимого личности для адаптации в современном обществе. Так, в частности, в современной философско-методологической литературе считается признанным мнение, что в условиях научно-технического прогресса, породившего мощные интеграционные процессы в науке, идет и становление особой – общенаучной – формы мышления [10]. Общенаучные понятия (такие как система, структура, симметрия и т. д.) образуют специфически интегративный, по характеру общности, уровень отражения действительности и приводят к возникновению общенаучных форм и средств познания «как одной из важных гносеологических инноваций современного познания» [21]. Результаты подобных обобщений могут служить основой для создания программ развивающего обучения, соответствующего современному уровню развития науки. Поэтому, соглашаясь в целом с идеей альтернативности в обучении, тем не менее считаем реализацию этих

программ преждевременной, до тех пор, пока не будет создана методология обучения, основной целью которой должно быть определение особенностей мировоззрения обучающегося, соответствующего современной научной картине мира и ценностным идеалам научной рациональности общества, дающего ответ на вопросы ЧЕМУ, СКОЛЬКО и КАК обучать в школе и вузе.

Не претендуя на попытку создания современной методологии системы образования, мы предлагаем разработать проект системы обучения в начальной и средней школе, основанный на принципах, определяющих инвариантную сущность науки и особенности современных способов познания мира.

Цель предлагаемой системы обучения – воспитание и формирование у школьников и студентов мировоззрения, отражающего действие в природе и обществе, в искусстве, в деятельности человека (и познании, в том числе) и его ценностных ориентациях общих фундаментальных принципов и закономерностей; мировоззрения, сочетающегося с глубоким чувством понимания единства мира, дающего возможность найти свое место в нем, указывающего на пути и средства достижения своих целей.

Из программ обучения, применяемых в конце прошлого века в средней школе, нашим представлениям о формировании целостной картины мира, «глобального мышления» и развития творческих способностей наиболее соответствовала программа Н. Б. Шумаковой [27], разработанная на основе принципов, сформулированных в 1982 г. в Университете Южной Калифорнии (США).

Содержание этих принципов сводится к следующему [27]:

- Глобальный характер тем и проблем для изучения.
- Междисциплинарность содержания.
- Интеграция тем и проблем.
- Высокая насыщенность содержания обучения.
- Открытый характер проблем и вопросов для изучения.
- Активные методы обучения.
- Направленность на развитие творческого, критического, практического и логического мышления, способного к решению проблем.
- Совместное решение проблем и исследовательских задач.
- Самостоятельность учения.
- Обеспечение условий для личного роста.

Обучение проводилось по отдельным темам: «Изменение», «Влияние», «Порядок», «Преемственность» и т. д., каждая из которых была рассчитана на год обучения. Обучение начиналось с первого класса и проводилось с детьми, несколько опережающими по умственному развитию своих сверстников, то есть с одаренными детьми.

Одним из важных критериев выбора этих тем, вероятно, является их всеобщий характер, позволяющий (каждый год) фиксировать, с определенной точки зрения, сходные и общие предметы (признаки, свойства) в разнородных явлениях природы, общества и человека. Естественно, что с таким же успехом можно было использовать и другие философские понятия и категории – «движение», «взаимодействие», «причина» и т. д. Это означает, что выбранные темы в программе Н. Б. Шумаковой не были связаны между собой внутренней логикой (что может служить примером фрагментарного мышления). Кроме того, для полноты описания мира эти базовые (ключевые) понятия необходимо было дополнить противоположными понятиями – сохранение, отсутствие влияния, беспорядок и т. д., показав их единство. Однако в методическом пособии Н. Б. Шумаковой [27], посвященном теме «Изменение», момент единства изменения и сохранения явно упущен. Поэтому представление такого ученика о мире, вероятно, будет подчинено однобокому философскому обобщению – «все течет, все меняется».

В программе развивающего обучения Н. Б. Шумаковой тема, рассчитанная на год обучения, выполняет следующие функции:

- соответствующим образом ограничивает круг вопросов и проблем;
- формирует движение мысли ребенка в определенном направлении;
- является основанием для образования междисциплинарных связей.

По нашему мнению, выбранные в качестве тем понятия, кроме того, должны обладать функциями объяснения и предсказания. Но, к примеру, взятое в качестве первой темы обучения понятие «изменение», являясь очень широким понятием, не обладает такими качествами. Определяя характер философских категорий, В. С. Тютин пишет: «Что касается всеобщих философских категорий (движение, пространство, время, взаимодействие, причинность и др.), то они отражают не структуры, а всеобщие типы связей и отношений, которые входят в разнообразные структуры вещей. Если бы отдельные

философские категории отображали структуры вещей, то они могли бы выполнить теоретические функции расчета, предсказания, моделирования явлений...» [23, с. 59]. Следовательно, взятые в качестве тем развивающего обучения понятия должны отображать не только всеобщие типы связей, но и особенности структуры вещей, чего, на наш взгляд, и были лишены ключевые понятия тем обучения в проекте Н. Б. Шумаковой.

Точно так же можно охарактеризовать остальные вышеприведенные понятия, которые легли в основу тем анализируемой программы. Таким образом, выбранные понятия, являясь всеобщими по объему и универсальными по содержанию, обуславливают определенный философский подход к построению картины мира, но в то же время они не обладают функциями научно-теоретического анализа, что и ограничивает возможности такой программы обучения формировать более глубокую *научную* (прогнозируемую) картину мира. Другими словами, в данной программе обучения имеется разрыв между онтологическим и гносеологическим аспектами познания. Название темы курса обучения – ключевое понятие, содержанием которого охватывается природа, общество, человек и результаты его творческой деятельности – обуславливает лишь онтологический аспект познания. А логико-гносеологический аспект познавательной деятельности учащегося формируется через специальные методические приемы, для которых ключевое понятие выступает уже в качестве материала, а не средства анализа. Так, например, в обучающем курсе по теме «Изменение» детям часто предлагается задача классификации. В этом случае выявление закономерности осуществляется соответственно понятию «классификация», а предметно-содержательным материалом служит набор рисунков или фигурок, в которых зафиксировано понятие «изменение».

Из анализа методологических ограничений приведенного выше проекта следует, что выбор понятия, базового или ключевого, для всего процесса обучения должен удовлетворять трем критериям:

- достаточности;
- полноты;
- универсальности.

Первый критерий означает, что понятие, претендуя на роль общенаучного, по своему объему должно быть шире категорий частных наук, но уже общепедагогических.

Второй критерий указывает на необходимость дополнения понятия противоположным на основе закона диалектики «единства и борьбы противоположностей».

Согласно *третьему критерию*, понятие должно органично сочетать в себе предметно-содержательную и теоретико-познавательную возможности отражения объективной и субъективной реальности.

Нарушение *критерия достаточности* приведет либо к невозможности образования междисциплинарных отношений, либо к тривиальным обобщениям типа «изменение происходит всегда и везде».

Нарушение *критерия полноты* приведет к формированию недialeктического, однобокого, мировоззрения.

А нарушение условий *критерия универсальности* определяет понимание мира с онтологической либо с гносеологической точки зрения.

К понятиям, удовлетворяющим требованиям достаточности, полноты и универсальности, относится понятие «симметрия», естественным образом дополняемое противоположным ему понятием «асимметрия».

По Ю. А. Урманцеву, симметрия определяется как «категория, обозначающая признаки “П” объекта “О” вместе с такими изменениями “И”, при осуществлении которых объект “О” по признакам “П” остается тождественным самому себе» [24, с. 195], а асимметрия, как противоположность симметрии, – «это категория, обозначающая несохранение признаков “П” объекта “О” относительно изменений “И”» [24, с. 195].

Сущность симметрии в единстве изменения и сохранения. Определяя симметрию, необходимо указывать на объект симметрии, на вид изменений (преобразований) и инварианты этих изменений, то есть сохраняющиеся отношения, признаки и свойства объекта симметрии. Причем все три компонента, определяющие симметрию, могут быть как материальными, так и идеальными.

В многочисленных исследованиях, посвященных принципу симметрии, было показано, что симметрия (асимметрия) является одновременно закономерностью природы и закономерностью познания, с такой широтой охвата явлений, что позволило определить симметрию (и асимметрию) как философскую категорию.

Чтобы оценить степень эффективности применения понятий симметрии и асимметрии в качестве базовых ключевых понятий, которые станут стержнем процесса обучения (и не только

одного года, а в течение всех лет обучения в средней школе и в вузе), рассмотрим наиболее важные проявления свойств симметрии и асимметрии. Огромное количество научной литературы, частично представленной нами [16, 19], избавляет нас от необходимости описывать здесь то великое многообразие проявлений симметрии и асимметрии, существующее в природе, познании и в результатах творческой деятельности человека. Укажем на эти проявления лишь в самом общем виде:

В неживой природе свойства симметрии и асимметрии обнаружены в элементарных частицах; в строении атомов и молекул; во внешней форме и внутреннем строении кристаллов; в форме планет и строении планетных систем; в электромагнитном и других полях; в физических взаимодействиях.

В живой природе симметрия и асимметрия проявляются в органических и биологических молекулах; в протоплазме клеток; в растительном и животном мире; в физиологии высшей нервной деятельности и в психофизиологических процессах.

Разнообразны проявления симметрии и асимметрии также в творческой деятельности человека: в технике, архитектуре, в живописи, литературе, поэзии, в музыке. А начиная с исследований Л. Пастера [22] и П. Кюри [14], симметрия и нарушения симметрии (диссимметрия) начали рассматриваться не только как свойства явлений, но и как причины, порождающие явления. Глубокий анализ онтологического содержания диссимметрии как условия трансформации представлен в работе Н. А. Голубевой. Дальнейшее расширение представлений о симметрии и асимметрии, исследование свойств самой симметрии и, в особенности, выявление ее групповых свойств (в математическом смысле) привели к формированию нового подхода при рассмотрении явлений природы, нового средства и метода познания – принципа симметрии, с большой эффективностью применяемого в естественных, точных и гуманитарных науках: в физике, геометрии, алгебре, кристаллографии, химии, биологии, психологии [19], а также в искусстве.

Интенсивное изучение проявлений особенностей симметрии и асимметрии как средства познания позволило вскрыть их тесную связь со многими философскими категориями – закона, изменения, развития, взаимодействия, системы и др. И, что особенно важно, с принципами диалектики – единства и борьбы противоположно-

стей, отрицания отрицания, перехода количества в качество, что позволило выявить философское значение понятий симметрии и асимметрии. Этот вывод находит свое подтверждение, в частности, в исследованиях Ю. А. Урманцева, показавшего, что симметрия (равно как и асимметрия) являются атрибутами любой системы как одно из необходимых следствий системной организации материи. Кроме того, основываясь именно на принципе симметрии и используя в качестве основополагающих понятия симметрии и асимметрии, изоморфизма и полиморфизма, взаимодействия и не взаимодействия, Ю. А. Урманцев создал универсальную общую теорию систем, эффективно описывающую материальные и идеальные, эволюционные и неэволюционные системы [25, 26].

Необходимо указать также на эвристическое значение принципа симметрии, неоднократно подчеркиваемое всеми без исключения исследователями. Как показали многочисленные исследования (например, докт. дис. Н. А. Голубевой «Диссимметрическая концепция трансформации: онтологическое содержание»), соображения симметрии позволяют предсказывать и выявлять новые явления и их свойства, наподобие предсказаний Д. И. Менделеева о существовании новых химических элементов и их свойств после открытия им периодического закона.

Таким образом, мы попытались с философских позиций рассмотреть возможность и необходимость применения понятий симметрии и асимметрии в качестве базовых, ключевых, определяющих стратегию, структуру и содержание процесса обучения. Однако необходимо констатировать, что использование этого великого, по словам Марии Кюри, принципа для соответствующего изменения структуры и содержания современной системы образования происходит очень медленно. Можно отметить лишь следующие известные нам работы. В 1995 г. защищается диссертация С. В. Ливанова «Методические возможности использования принципа симметрии в школьном курсе физики». Другая работа (канд. дис. Л. В. Дубицкой «Методологические принципы симметрии, соответствия, суперпозиции как средство обобщения знаний учащихся в процессе обучения физике») касается возможности использования принципа симметрии в качестве одного из методологических оснований образования, в ней автор обосновывает значимость и эффективность методологических принципов симметрии, соответствия и суперпозиции как средства обобщения знаний

учащихся в процессе обучения физике.

Более фундаментальная и глобальная попытка внедрения принципа симметрии в систему содержания образования была предпринята небольшим коллективом исследователей из Екатеринбурга – В. Л. Гапонцевым, В. А. Федоровым и М. Г. Гапонцевой [4, 5, 6, 7, 8, 9] и др. Обобщая свои исследования по включению принципа симметрии в структуру и содержание образования, авторы приходят к выводу: «На первом этапе изложение должно строиться на основе эмоционального восприятия примеров различных форм симметрии, взятых из области живописи, орнаментов на предметах, найденных при проведении археологических и этнографических экспедиций, анализа ритмов, встречающихся в музыке и поэзии. Такого рода курс или набор кратких курсов целесообразно приурочить к периоду обучения с 1-го по 8-й класс средней общеобразовательной школы.

На втором этапе, в старших классах школы и на первых курсах университетов, акцент должен ставиться на анализе роли форм симметрии в ходе исторического развития различных дисциплин, относящихся как к точным, так и к гуманитарным наукам.

На третьем, завершающем, этапе основное внимание следует уделить курсу, целью которого должна быть иллюстрация реализации идей Эрлангенской программы Клейна в математических и естественно-научных дисциплинах. Уровень изложения может варьироваться от популярного до строгого математического, в зависимости от специализации обучающихся. Преподаватель курса должен показать существование иерархии групп симметрии, специфичных для различных разделов научного знания, на основе демонстрации связи между наборами инвариантов, характерных для изучаемых разделов научного знания. Пример фрагмента, иллюстрирующего возможность такого подхода, приведен выше, и, конечно, он может быть развит для более глубокого и широкого охвата научных дисциплин. Но в силу того, что Эрлангенская программа в полном объеме может быть реализована только для некоторых разделов точных наук и далека от завершения для большей части науки в целом, на данный момент времени от рассматриваемого курса нельзя требовать точного определения групп симметрии для всех разделов науки» [8, с. 26-27]. Результаты, к которым пришли авторы, являются прямым следствием использования трех методологических установок, положенных в

основание их теоретического исследования. К ним относятся, во-первых, идеология Эрлангенской программы Ф. Клейна [3, 13], согласно которой любая область научного знания должна строиться на основе определенной группы симметрии; во-вторых, это идеи Е. Вигнера об иерархической структуре научного знания, состоящая из единства явлений природы, законов природы и принципов инвариантности (симметрии) [2]; в-третьих, это обобщенное представление Г. Вейля о природе симметрии [1]. А сама теория содержания образования выше указанными авторами строилась с учетом принципов методологического подхода академика РАО В. С. Леднева к изучению структуры содержания образования [15].

Положительно оценивая проведенные екатеринбургскими учеными исследования и их методологическую значимость, тем не менее, мы имеем наши альтернативные представления об этапах, структуре и содержании обучения, основанного на принципе симметрии.

Учитывая, что применение принципов симметрии требует наличия соответствующего мировоззрения и формы (образа) мышления, уже в работе [27] в общих чертах была показана возможность введения в школьную программу факультативного курса, знакомящего обучающихся с принципами симметрии и способствующего формированию у них соответствующего мировоззрения и образа мышления.

По нашему мнению, перестройка системы образования на основе принципа симметрии – это грандиозный проект, для реализации которого требуются усилия не исследователей-одиночек, а научных коллективов. Сложность осуществления подобного проекта состоит в том, что необходимо переосмысление каждого изучаемого в школе или вузе предмета с позиций реализуемого в нем специфического принципа симметрии. По существу, речь идет не столько о получении знаний о данном учебном предмете, сколько о том, каким образом мыслит ученый, создавая знание об этом предмете. Эта одна из форм трансцендентального подхода в психологии, когда необходимо выйти за пределы изучаемого явления, чтобы понять, каким же образом оно появилось в науке. Или по-другому – что дает возможность ученому выявлять и исследовать явление природы, до того как оно стало предметом анализа.

Библиографический список

1. Вейль Г. Симметрия. Москва, 1968. 196 с.
2. Вигнер Е. Этюды о симметрии. Москва : Мир, 1971. 318 с.
3. Визгин В. П. Эрлангенская программа и физика. Москва : Наука, 1975. 112 с.
4. Гапонцев В. Л. Естественно-научное образование: соотношение научного и религиозного знаний в свете принципа симметрии. Часть 1 / В. Л. Гапонцев, М. Г. Гапонцева // Содержание принципа симметрии, Образование и наука. № 4 (123). 2015. С. 4-21.
5. Гапонцев В. Л. Естественно-научное образование: соотношение научного и религиозного знаний в свете принципа симметрии. Часть 2 / В. Л. Гапонцев, М. Г. Гапонцева // Примеры отбора содержания общего естественно-научного курса на основе принципа симметрии. Образование и наука. 2015. № 6 (125). С. 4-20.
6. Гапонцев В. Л. Принцип симметрии как основа интеграции в науке и его значение для образования / В. Л. Гапонцев, В. А. Федоров, М. Г. Гапонцева // Образование и наука. 2019. Том 21. № 4. С. 9-36.
7. Гапонцев В. Л. Принцип симметрии как основа классификации научного знания и организации содержания образования / В. Л. Гапонцев, В. А. Федоров, М. Г. Гапонцева // Образование и наука. 2010. № 2 (70). С. 17-35.
8. Гапонцев В. Л. Принцип симметрии В. И. Вернадского в науке, философии и образовании // Инновации в профессиональном и профессионально-педагогическом образовании : материалы 20-й Всероссийской научно-практической конференции, г. Екатеринбург, 22-23 апреля 2015 г. / Рос. гос. проф.-пед. ун-т. Екатеринбург, 2015. Т. 2. С. 58-62.
9. Гапонцева М. Г. Эволюция структуры содержания образования / М. Г. Гапонцева, В. А. Федоров, В. Л. Гапонцев. Екатеринбург : Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2010. 155 с.
10. Готт В. С. Эвристическое значение принципа единства симметрии и асимметрии // Философские вопросы современной физики. Москва : Высш. школа, 1972. 416 с.
11. Зеер Э. Ф. Компетентностный подход к модернизации профессионального образования // Высшее образование в России. 2005. № 4. С. 23-30.
12. Зеер Э. Ф. Компетентностный подход к образованию // Образование и наука. 2005. № 3 (33). С. 27-40.
13. Клейн Ф. Сравнительное обозрение новейших геометрических исследований (Эрлангенская программа) // Об основаниях геометрии / под ред. А. П. Нордена. Москва : ГИТТЛ, 1966. 399 с.
14. Кюри П. О симметрии в физических явлениях. Избранные труды. Москва ; Ленинград : Наука, 1966.
15. Леднев В. С. Содержание образования. Москва : Высшая школа, 1989. 360 с.
16. Нагдян Р. М. Принцип симметрии в обучении. Ереван : Айастан, 2006. 96 с.
17. Нагдян Р. М. Принцип симметрии в психологии и образовании. Ереван : Лусабац, 2019.
18. Нагдян Р. М. Принцип симметрии в психологии. Ереван : Зангак-97, 2005. 116 с.
19. Нагдян Р. М. Психологический подход к структурированию обучения с позиций принципа симметрии // Вестник МАНЭБ. Том 10. № 5. Вып. 2. Санкт-Петербург, 2005. С. 252-254.
20. Ойзерман М. И. Методологические проблемы науки. Москва : Наука, 1980. 372 с.
21. Пастер Л. Исследование о молекулярной диссимметрии естественных соединений // Избранные труды. Т. 1. Москва : Наука, 1960. С. 36-54.
22. Рубцов В. А. Культурно-исторический тип школы / В. А. Рубцов, В. В. Моргулис, А. В. Гуружапов // Вопросы психологии. 1994. № 5. С. 12-29.
23. Тюхтин В. С. Актуальные вопросы разработки общей теории систем // Система. Симметрия. Гармония. Москва : Мысль, 1988. С. 10-37.
24. Урманцев Ю. А. Симметрия и асимметрия как категории ОТС // Система. Симметрия. Гармония. Москва : Мысль, 1988. С. 191-199.
25. Урманцев Ю. А. Симметрия природы и природы симметрии. Москва : Мысль, 1974. 229 с.
26. Урманцев Ю. А. Эволюционика (Общая теория развития систем природы, общества и мышления). Пущино, 1988. 105 с.
27. Шумакова Н. Б. Методическое пособие. Ч. 1. Москва, 1994. 196 с.

Referense list

1. Vejl' G. Simmetrija = Symmetry. Moskva, 1968. 196 s.
2. Vigner E. Jetjudy o simmetrii = Etudes about symmetry. Moskva : Mir, 1971. 318 s.
3. Vizgin V. P. Jerlangenskaja programma i fizika = Erlangen program and Physics. Moskva : Nauka, 1975. 112 s.
4. Gaponcev V. L. Estestvenno-nauchnoe obrazovanie: sootnoshenie nauchnogo i religioznogo znanij v svete principa simmetrii. Chast' 1 = Natural-scientific education: the ratio of scientific and religious knowledge in the light of the symmetry principle. Part 1 / V. L. Gaponcev, M. G. Gaponceva // Soderzhanie principa simmetrii, Obrazovanie i nauka. № 4 (123). 2015. S. 4-21.
5. Gaponcev V. L. Estestvenno-nauchnoe obrazovanie: sootnoshenie nauchnogo i religioznogo znanij v svete principa simmetrii. Chast' 2 = Natural-scientific education: the ratio of scientific and religious knowledge in the light of the principle of symmetry. Part 2 / V. L. Gaponcev, M. G. Gaponceva // Primery otbora sodержaniya obshhego estestvenno-nauchnogo kursa na osnove principa simmetrii // Obrazovanie i nauka. 2015. № 6 (125). S. 4-20.
6. Gaponcev V. L. Princip simmetrii kak osnova integracii v nauke i ego znachenie dlja obrazovaniya = The

principle of symmetry as the basis of integration in science and its significance for education / V. L. Gaponcev, V. A. Fedorov, M. G. Gaponceva // *Obrazovanie i nauka*. 2019. Tom 21. № 4. S. 9-36.

7. Gaponcev V. L. Princip simmetrii kak osnova klasifikacii nauchnogo znaniya i organizacii sodержaniya obrazovanija = The principle of symmetry as a basis for the classification of scientific knowledge and the organization of the education content / V. L. Gaponcev, V. A. Fedorov, M. G. Gaponceva // *Obrazovanie i nauka*. 2010. № 2 (70). S. 17-35.

8. Gaponcev V. L. Princip simmetrii V. I. Vernadskogo v nauke, filosofii i obrazovanii V. I. Vernadsky symmetry principle in science, philosophy and education // *Innovacii v professional'nom i professional'no-pedagogicheskom obrazovanii: materialy 20-j Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, g. Ekaterinburg, 22-23 aprlja 2015 g.* / Ros. gos. prof.-ped. un-t. Ekaterinburg, 2015. T. 2. S. 58-62.

9. Gaponceva M. G. Jevoljucija struktury sodержaniya obrazovanija = Evolution of educational content structure / M. G. Gaponceva, V. A. Fedorov, V. L. Gaponcev. Ekaterinburg : Izd-vo Ros. gos. prof.-ped. un-ta, 2010. 155 s.

10. Gott V. S. Jevristicheskoe znachenie principa edinstva simmetrii i asimmetrii = Heuristic meaning of the principle of unity of symmetry and asymmetry // *Filosofskie voprosy sovremennoj fiziki*. Moskva : Vyssh. shkola, 1972. 416 s.

11. Zeer Je. F. Kompetentnostnyj podhod k modernizacii professional'nogo obrazovanija = Competence approach to professional education modernization // *Vysshee obrazovanie v Rossii*. 2005. № 4. S. 23-30.

12. Zeer Je. F. Kompetentnostnyj podhod k obrazovaniju = Competence approach to education // *Obrazovanie i nauka*. 2005. № 3 (33). S. 27-40.

13. Klejn F. Sravnitel'noe obozrenie novejsih geometricheskikh issledovanij (Jerlangenskaja programma) = Comparative overview of the latest geometric studies (Erlangen Programme) // *Ob osnovanijah geometrii / pod red. A. P. Nordena*. Moskva : GITTL, 1966. 399 s.

14. Kjuri P. O simmetrii v fizicheskikh javlenijah. Izbrannye trudy = About symmetry in physical phenomena. Selected works. Moskva ; Leningrad : Nauka, 1966.

15. Lednev V. S. Soderzhanie obrazovanija = Content of education. Moskva : Vysshaja shkola, 1989. 360 s.

16. Nagdjan R. M. Princip simmetrii v obuchenii = Symmetry principle in learning. Erevan : Ajastan, 2006. 96 s.

17. Nagdjan R. M. Princip simmetrii v psihologii i obrazovanii = The principle of symmetry in psychology and education. Erevan : Lusabac, 2019.

18. Nagdjan R. M. Princip simmetrii v psihologii = Symmetry principle in psychology. Erevan : Zangak-97, 2005. 116 s.

19. Nagdjan R. M. Psihologicheskij podhod k strukturirovaniju obuchenija s pozicij principa simmetrii = Psychological approach to structuring learning from a symmetry perspective // *Vestnik MANJeB*. Tom 10. № 5. Vyp. 2. Sankt-Peterburg, 2005. S. 252-254.

20. Ojzerman M. I. Metodologicheskie problemy nauki = Methodological problems of science. Moskva : Nauka, 1980. 372 s.

21. Paster L. Issledovanie o molekularnoj dissimmetrii estestvennyh soedinenij = Study on molecular dissymmetry of natural compounds // *Izbrannye trudy*. T. 1. Moskva : Nauka, 1960. S. 36-54.

22. Rubcov V. A. Kul'turno-istoricheskij tip shkoly = Cultural and historical type of school // V. A. Rubcov, V. V. Morgulis, A. V. Guruzhapov // *Voprosy psihologii*. 1994. № 5. S. 12-29.

23. Tjuhtin V. S. Aktual'nye voprosy razrabotki obshhej teorii sistem = Current issues in development of the general system theory // *Sistema. Simmetrija. Garmonija*. Moskva : Mysl', 1988. S. 10-37.

24. Urmancev Ju. A. Simmetrija i asimmetrija kak kategorii OTS Symmetry and asymmetry as OTC categories // *Sistema. Simmetrija. Garmonija*. Moskva : Mysl', 1988. S. 191-199.

25. Urmancev Ju. A. Simmetrija prirody i priroda simmetrii = Nature symmetry and nature of symmetry. Moskva : Mysl', 1974. 229 s.

26. Urmancev Ju. A. Jevoljucionika (Obshhaja teorija razvitiya sistem prirody, obshhestva i myshlenija) = Evolution (General theory of the development of systems of nature, society and thinking). Pushhino, 1988. 105 s.

27. Shumakova N. B. Metodicheskoe posobie = Methodical book. Ch. 1. Moskva, 1994. 196 s.