

**РАЗВИТИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ  
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ КАРТИНЫ МИРА  
СТАРШЕКЛАССНИКОВ**

*В статье рассматривается один из вариантов реализации межпредметных связей естественно-математического содержания. Приведены результаты теоретических и экспериментальных обоснований эффективности интегрированного курса для старшеклассников как средства развития геометрической составляющей естественнонаучной картины мира учащихся 10–11 классов. Выявлены важнейшие составляющие названной картины: формозадающий образ; фундаментальные пространственно-временные свойства реального мира, рассматриваемые учащимися преимущественно на основе аналитического компонента мышления; образы, «подкрепляющие» восприятие указанных свойств, «встраивающиеся» в формозадающий образ. Определены различные методические подходы к изучению разработанного нами интегрированного курса (историко-генетический, межпредметно-практический,*

---

*знаково-математические). Выявлены уровни (общекультурно-образный, образно-практический, формально-математические), на которых старшеклассникам, обладающим разными способностями в области пространственного мышления, разным субъектным опытом, будет доступно овладеть содержанием курса.*

Одна из наиболее важных задач модернизации среднего образования в России состоит в обеспечении условий позитивного развития самореализации личности каждого учащегося. Эта задача усложняется тем, что осмысливание личностью экзистенциальных проблем, весь диалектически противоречивый процесс ее становления в значительной степени протекает скрыто от учителя, воспитателя, к тому же, очень многие аспекты этого процесса вовсе не поддаются формализации. В связи с этим должна существенно возрасти роль диалога в исследовании интеллектуальных, душевных и волевых качеств старшеклассников. Весьма значимым предметом такого диалога может быть отношение «Человек—Вселенная», которое привлекает к себе внимание на протяжении многих веков выдающихся мыслителей, юношества, создает благодатную почву для развития навыков продуцирования обоснованных суждений об объектах, процессах, явлениях окружающего мира. Одним из важных отображений названного отношения в сознании человека является целостная естественнонаучная картина мира, формирующаяся в процессе обучения и на основе приобретения субъектного опыта взаимодействия с реальными пространством и временем, а также на основе неосознаваемого самим человеком влияния архетипических представлений, связанных со свойствами этой картины.

Серьезную проблему, относящуюся к становлению естественнонаучной картины мира в сознании учащихся средней школы, представляет собой преодоление так называемого наивного рационализма в их восприятии мира, возвращение к целостности отображения его на основе сознательной причастности Вселенной. Если младшие школьники, как свидетельствуют данные психологии, воспри-

нимают мир как целое неосознанно, еще не отделяя себя от него, то учащиеся основной школы утрачивают эту целостность восприятия, расчленяют мироздание на элементы, которые часто в их сознании оказываются изолированными друг от друга. Кроме того, у подростков по объективным причинам на первый план в осмыслении отношения «Человек—Вселенная» выходит категория «польза», сменяя категории «образ», «целостность», «красота», наиболее важные в оценке этого отношения у младших школьников. К сожалению, старшеклассникам, выпускникам средней школы очень часто не удается преодолеть наивный рационализм, вульгарный прагматизм, элементаризм в восприятии реального мира, природы, фундаментальных пространственно-временных свойств Вселенной. Поэтому в их сознании и не возникает верная естественнонаучная картина мира, и они легко допускают ситуацию, когда недобросовестные псевдопопуляризаторы «новой научной» информации манипулируют их умами.

Старшеклассник не способен оценить достоверность внедряемой в его сознание информации о природе, Вселенной потому, что новые факты и идеи не пытается соотносить с целостной и гармоничной естественнонаучной картиной мира, которая на доступном его восприятию уровне отображала бы объективные, наиболее существенные свойства мироздания. Вместе с тем «информационный шум» естественнонаучного характера получал бы вполне адекватную оценку со стороны учащегося, если бы фундаментальные взаимосвязи между важнейшими компонентами, объектами реального мира обеспечивали наличие его целостного устойчивого образа в сознании старшеклассника. В работах ряда психологов (И. С. Якиманская, Ж. Ф. Ришар и др.) показано, что любой образ, в свою оче-

---

редь, в качестве существенного условия возникновения нуждается в пространственной составляющей, а значит, оказывается, что пространственное мышление человека «пронизывает» все его образное мышление. Именно поэтому геометрическим символам отводится первое место в ряду средств достижения человеком понимания устройства реального мира и «языков» его объяснения. К этому выводу пришли в результате своих научных исследований А. И. Донцов и О. Е. Басканиский, систематизируя современные научные представления о способах репрезентации мира в мышлении, реализуемых в настоящее время. «Как показывают многочисленные исследования, человеческое мышление стремится оперировать визуализируемыми образами, создавая себе «картину» ситуации конкретного бытия»<sup>1</sup>.

В практике же обучения старшеклассников предметам естественно-математического цикла эти важные выводы, касающиеся становления мировоззрения подрастающего поколения, независимо от их позиции в осмысливании отношения «Человек—Вселенная», пока еще не нашли достаточно эффективного применения. Прежде всего, в учебно-познавательной деятельности старшеклассников прослеживается чрезмерное преобладание аналитического компонента над синтетическим и формальной логики как самоцели в отрыве от содержания осваиваемого материала. Понятие «теоретическое мышление» в сознании многих учителей-практиков неоправданно подменяется мышлением исключительно вербальным, а точнее — его имитацией. Процесс дифференциации содержания различных учебных предметов, являясь запоздалым следствием влияния на содержание среднего образования процесса дифференциации естественных наук, не уравновешивается интеграцией содержания предметов, необходимой для эффективного восприятия старшеклассниками продуктивных современных тенденций в развитии этих наук, обусловленных выявлением глубоких взаимосвязей между геометрическими, физическими, астро-

номическими свойствами реального мира. Более того, в практике обучения старшеклассников пока еще продолжает сохраняться ошибочное восприятие учителями образного мышления как эффективного лишь в младших классах, как своего рода рудимента более низких уровней развития теоретического мышления учащихся, от которого надо избавляться, заменяя его вербальным. Не удивительно поэтому, что подавляющее большинство выпускников средней школы в настоящее время вместо целостной гармоничной естественнонаучной картины мира имеют в своем сознании разрозненные, фрагментарные, и часто ошибочные представления о Вселенной, о фундаментальных пространственно-временных свойствах мира, в котором живут и должны эффективно и вместе с тем гуманно действовать, решая разнообразные практические задачи.

Нами проведен анализ работ, посвященных понятию «естественнонаучная картина мира» в философии, психологии, педагогике, методике обучения старшеклассников естественнонаучным дисциплинам (В. А. Извозчиков, В. Б. Иорданский, Б. М. Кедров, В. Н. Мощанский, П. И. Третьяков, В. Н. Федорова и др.). Спомощью этого анализа удалось выявить как диалектические, так и иные противоречия, присущие современной естественнонаучной картине мира.

Прежде всего, противоречие присутствует уже в самих трактовках этого понятия, принятых в настоящее время. Возьмем, к примеру, конкретную формулировку П. И. Третьякова, гласящую: «Наука наших дней выявляет четыре главных научных положения, которые необходимо объяснять учащимся, характеризуя современную картину мира:

- движение материи в микромире (химия, физика),
- движение материи в макромире (физика),
- жизнедеятельность материи (биология),
- мышление материи (биология, психология)»<sup>2</sup>.

---

Здесь оказывается «затушеванным» само свойство целостности, «картинности» этого понятия. Речь идет только об объяснении, которое может восприниматься учащимися сугубо вербально, формально, если в сознании каждого из них отсутствует образная основа восприятия объясняемого материала. Считаем, что, наряду с названными в приведенной трактовке понятия «естественнонаучная картина мира» научными положениями, необходимо наличие у учащихся основного, «формозадающего» образа естественнонаучной картины мира, а также образов, которые, согласно универсальному психологическому принципу дополнительности, «подкрепляли» бы аналитическое рассмотрение фундаментальных взаимосвязей, обеспечивающих целостность реального мира. Пока же в проанализированной нами методической литературе осуществляется лишь перечисление элементов, из которых, якобы, должна складываться естественнонаучная картина мира у старшеклассников. Выходит, что наблюдается противоречие между целостностью как необходимым условием существования любой картины и поэлементностью в трактовках понятия «естественнонаучная картина мира». Считаем, что без теоретически обоснованного и экспериментально подтвержденного воздействия на образный компонент мышления старшеклассников, особенно на его геометрическую составляющую, невозможно достижение целостности отображения мира в сознании учащихся.

Кроме того, мы предлагаем дополнить приведенное выше перечисление научных положений, характеризующих современную естественнонаучную картину мира, положением «движение материи в мегамире (физика, астрономия)», потому что без раскрытия этого положения в сознании учащихся не возникнет образ Вселенной как целого. Он ведь как раз и выступает в качестве формозадающего образа естественнонаучной картины мира, являясь опорой синтеза представлений старшеклассников о фундаментальных взаимосвязях реального мира.

Также необходимо учитывать в развитии представлений о Вселенной как целом другое противоречие: с одной стороны, в настоящее время необходимость обращения к математическим моделям в естествознании общепризнана, а с другой — существенно недооценивается значение ознакомления учащихся средней школы с ролью геометрии в создании этих моделей. Одну из основных причин этого противоречия мы видим в узости понимания геометрии как предмета изучения в средней школе. Необоснованно считается, что школьная геометрия — адаптированный вариант геометрии как сугубо дедуктивной науки. Исключительно важная роль пространственных представлений, образного компонента геометрического мышления часто вовсе не принимаются во внимание при ее изучении, особенно — в старших классах. В действительности, термин «геометрия» имеет и другое, не менее важное значение — наука о свойствах реального пространства (пространства—времени). Имеет смысл рассматривать геометрическую составляющую естественнонаучной картины мира, раскрывать перед учащимися роль геометрии в моделировании Вселенной как целого не только в исторической ретроспективе, но и на современном этапе развития научных представлений о реальном мире.

Рассмотренные выше противоречия не относятся к диалектическим, и их целесообразно устранять путем совершенствования содержания и методики организации учебно-познавательной деятельности старшеклассников, поиска эффективного сочетания образного и логического компонентов в развитии геометрической составляющей естественнонаучной картины мира. Вместе с тем нами проанализированы и иные, диалектические, противоречия, присущие как самой геометрии (особенно как предмету изучения в средней школе), так и естественнонаучной картине мира старшеклассников. Как отмечает ряд ученых (А. Д. Александров, И. Ф. Шарыгин и др.), противоречивость предмета геометрии, прежде всего, пред-

---

ставляет собой отражение диалектической противоречивости реального мира. Так, например, линия горизонта, с геометрической точки зрения, — «прямая» в малой окрестности какой-либо фиксированной точки этой линии и вместе с тем — «окружность» как целое. Другим проявлением противоречивости геометрии следует признать то, что она изучает идеальные объекты (их нет в реальном мире), однако при этом эффективно описывает пространственные свойства и отношения реальных объектов, Вселенной как целого.

Пока в практике обучения геометрии в средней школе преобладают попытки реализации дедуктивного метода в строгом математическом смысле. Однако запрещение апеллировать к чертежам несовместимо со спецификой геометрии не как науки, а как предмета изучения в средней школе, где многочисленными исследованиями по методике обучения математике (А. Д. Александров, А. Л. Вернер, В. А. Гусев, Н. С. Подходова, В. В. Орлов и др.) обоснована важность роли образного компонента в развитии геометрического мышления учащихся. А этот компонент тесно связан с осмысленным использованием наглядности в процессе обучения, с оперированием графическими моделями геометрических объектов, с конструированием таких моделей самими учащимися в соответствии с требованиями конкретной задачи (не только геометрической). Серьезную методическую проблему, которую мы пытаемся разрешить в своем исследовании, представляет собой проявление в реальном процессе обучения старшеклассников противоречия между описательным курсом, подчиняющимся формальным правилам аристотелевой логики, и невербальным компонентом геометрического мышления, который подчиняется иной, пока еще менее изученной психологами «образной» логике.

Наконец, и самой естественнонаучной картине мира, принадлежащей сознанию конкретного старшеклассника, и, в частности, геометрической составляющей

этой картины, присуще еще одно противоречие, связанное с сочетанием объективного и субъективного компонентов отображения реальности сознанием человека. С одной стороны, на эту картину неизбежно накладывается «отпечаток» индивидуальных особенностей личности старшеклассника (пространственного мышления, предпочтительных приемов реализации операций математического мышления, влияния субъектного опыта освоения пространственно-временных свойств окружающего мира и др.), а с другой — в ней обязательно сохраняется объективное «ядро», включающее в себя архетипические представления об организации реального пространства.

Разумеется, в субъективный компонент геометрической составляющей естественнонаучной картины мира данного учащегося могут входить и ошибочные представления, которые сам старшеклассник воспринимает как истинные, строго научные, а ее объективный компонент, наряду с непосредственным отображением фундаментальных пространственно-временных свойств Вселенной как целого, важнейших взаимосвязей, действующих в ней и тем самым обеспечивающих ее целостность, непременно несет на себе и «отпечаток» исторической эпохи. Он выражается, например, в соответствующих данному историческому периоду методологических подходах, способах описания реальности, отображения ее универсальных пространственно-временных свойств.

Осмысленная опора при конструировании методики развития геометрической составляющей естественнонаучной картины мира старшеклассников на названные выше диалектические противоречия, относящиеся как к содержанию (предмету), так и к процессу обучения, представляет собой основу перехода на новый, более высокий уровень понимания этой картины учащимися. Этим обусловлена актуальность проведенного нами исследования.

Анализ литературы по истории становления первых естественнонаучных

картин мира, трансформации представлений научных сообществ разных времен и народов об устройстве Вселенной как целого, развития различных научных языков отображения наиболее существенных пространственно-временных свойств мироздания позволил выявить основные периоды в развитии представлений человечества о пространственно-временных свойствах реального мира. Так, первые научные целостные модели Вселенной, роль геометрии в создании которых была исключительно важна, сконструированные учеными Древней Греции, уступили место фрагментарным описаниям отдельных элементов мироздания, возникшим на основе процессов дифференциации разделов математики и различных естественных наук при условии главенства аналитических методов исследования в XVI–XVII веках. В настоящее время эта дифференциация все более уравнивается интеграцией наук, создающей условия для восстановления целостности описания мироздания с опорой на сочетание в геометрической составляющей естественнонаучной картины мира представлений неевклидовых геометрий с «привычными» учащимся евклидовыми представлениями. При выполнении тщательного отбора минимума знаний по неевклидовым геометриям (двумерной сферической геометрии, планиметрии Галилея, геометрии Минковского, геометрии Лобачевского), при теоретически обоснованном конструировании методики ознакомления с ними старшеклассников, при условии органичного сочетания неевклидовых и евклидовых геометрических представлений в процессе развития геометрической составляющей естественнонаучной картины мира оказывается возможным создать такое «поле деятельности» старшеклассников. Это позволит им качественно усвоить главную особенность современной естественнонаучной картины мира — ее динамичность. Такая особенность представляет собой отображение в картине мира динамизма развития самой Вселенной, нашего математического (в зна-

чительной степени — геометрическое) выражение, например, в моделях Вселенной, созданных в начале XX века нашим соотечественником А. А. Фридманом. Современные описания Вселенной как целого, ее важнейших пространственно-временных свойств невозможно осуществлять, оставаясь в рамках какой-либо одной науки: требуется синтез представлений разных наук (геометрии во взаимосвязи с математическим анализом и высшей алгеброй, тензорным исчислением, физики, астрономии).

Выбор представлений, которые должны входить в геометрическую составляющую естественнонаучной картины мира старшеклассников, был осуществлен нами *тремя принципиально различными способами*, и выяснилось, что результаты выбора во всех трех случаях совпали. Так, прежде всего, при выполнении кандидатского исследования Е. А. Ермак было уделено существенное внимание образному компоненту пространственного мышления старшеклассников при их ознакомлении с геометрией реального мира. Анализ содержания научно-популярной литературы для старшеклассников (У. Берке, П. Бергман, И. А. Климишин, Д. Лейзер, Д.-Э. Либшер, Р. Неванлинна, И. Д. Новиков, И. Николсон, И. Л. Розенталь, Г. А. Розман, Дж. Синг, С. Хокинг, И. М. Яглом и др.) показал, что в современной геометрической картине Вселенной невозможно обойтись только евклидовыми пространственными образами, требуются хотя бы первичные, доступные восприятию учащихся старших классов неевклидовы представления. Теснейшая взаимосвязь пространства и времени в современной естественнонаучной картине мира также должна найти отображение в геометрической составляющей этой картины.

Необходимо оказалось также ознакомление учащихся с представлениями о геометрических пространствах, размерности которых отличны от трех, причем как евклидовых, так и неевклидовых: для создания образной основы оказалось уместно осуществлять «шаг назад» —

рассматривать плоскость как двумерное евклидово, а поверхность шара (сферу) — как двумерное неевклидово пространство. Без создания у каждого из старшеклассников обширного запаса образов, соответствующих различным видам симметрий плоскости и пространства, затруднительно развивать представления о роли универсального принципа симметрии в современной физической картине мира. Наконец, органичную связь геометрии и физики невозможно раскрыть перед старшеклассниками без обращения к геометрическому построению Гюйгенса, дающему образное представление о «поведении» луча света в гравитационном поле переменного потенциала, к первичным представлениям о неевклидовости геометрии пространства-времени вблизи столь массивных объектов, как Солнце, другие звезды.

Второй способ отбора представлений, относящихся к геометрической составляющей естественнонаучной картины мира старшеклассников, осуществлялся в связи с проблемой узости понимания термина «обобщение геометрических понятий», имеющей место в традиционной практике обучения старшеклассников геометрии. Весьма часто обобщение понимается учителем лишь в формально-логическом смысле — как отбрасывание одного или нескольких свойств объектов, входящих в объем данного геометрического понятия, и, следовательно, выхолащивание содержания этого понятия. Так, оказывается, что самые общие геометрические понятия, известные учащимся, — самые «бессодержательные» (плоскость, прямая). Такое понимание обобщения затрудняет связь теоретических знаний старшеклассников по геометрии с решением задач, причем не только межпредметного содержания, но и собственно геометрических задач.

Анализ программ по геометрии для средней школы, учебников и учебно-методических пособий, содержания ряда статей диссертационных исследований по методике обучения геометрии (А. Д. Александрова, В. Л. Вернера, В. А. Гусева,

М. И. Башмакова, Г. Д. Глейзера, Е. И. Лященко, А. Г. Мордковича, В. В. Орлова, Н. С. Подходовой, З. А. Скопеца, И. Ф. Шарыгина и др.), осуществленный нами с опорой на результаты, полученные психологами<sup>2-6</sup> при изучении механизмов содержательного обобщения понятий учащимися средней школы, «другим путем» привел нас к тем же представлениям, что были получены для геометрической составляющей естественнонаучной картины мира старшеклассников при рассмотрении образного компонента геометрического мышления учащихся. Только теперь рассуждения были таковыми: плоскость — это частный случай поверхности, ее уместно рассмотреть в ряду других (часто — искривленных) поверхностей. Среди последних ведущую роль в установлении и развитии связей предметов естественно-математического цикла играет поверхность шара — двумерная сфера, образ которой активно используется и в географии, и в астрономии, и в физике. Аналогично: прямая — частный случай линии, в описании реального пространства чаще приходится иметь дело с кривыми линиями, лишь малые участки которых для упрощения геометрического описания принято заменять отрезками прямых. Если в евклидовой геометрии, описывающей неискривленное пространство, расстояние между двумя различными точками — это длина отрезка прямой, соединяющего эти точки, то, например, на поверхности шара евклидовых прямых нет. Роль последних в сферической геометрии выполняют дуги больших окружностей. (В случае двумерной псевдосферы — участки ветвей гипербол.) Так образы отрезков прямых, дуг больших окружностей, участков ветвей гипербол постепенно откладываются в сознании старшеклассников не разрозненно, а входящими в объем одного и того же геометрического понятия — «геодезическая линия» (без цели овладения строгим определением этого понятия — эта цель будет достигнута при освоении юношами и девушками вузовских курсов геометрии).

Наконец, анализ содержания работ, связанных с современной геометрией Вселенной, с описанием физико-математических моделей ее на научных языках (А. Бессе, Дж. Бим, Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц, А. Д. Линде, А. С. Монин, Р. Пенроуз, В. Риндлер, В. А. Угаров, А. А. Фридман, П. Эрлих и др.), а также работ, помогающих освоить сложные математические (геометрические и межнаучные) представления, используемые при этих описаниях (В. Г. Агаков, Ю. Н. Бибилов, А. Л. Зельманов, В. Ф. Осипов, Б. Е. Победря, Г. Н. Положий, М. М. Постников, П. К. Рашевский, А. М. Самойленко и др.), позволил убедиться в правильности выбора представлений, осуществленного раньше двумя указанными способами. Так же «традиционный» физико-математический язык отображения фундаментальных пространственно-временных свойств Вселенной, при помощи которого в настоящее время описываются *модели* мироздания как целого, позволил более четко вычленить основные *содержательно-методические линии* конструируемого нами интегрированного курса:

– развитие наглядных представлений об искривленных поверхностях (двумерных пространствах) и плоских кривых (одномерных искривленных пространствах);

– развитие наглядных представлений о геодезических линиях поверхностей ненулевой кривизны (искривленных поверхностей);

– сравнение инвариантов евклидовой геометрии и неевклидовых геометрий;

– развитие представлений о системах координат, отличных от декартовой прямоугольной, о координатных сетях;

– развитие представлений о пространственно-временных диаграммах и их сечениях;

– учет масштабов мега-, макро- и микромира в развитии современных представлений о пространственно-временных свойствах реального мира.

Преобладание либо *межпредметно-практического*, либо *историко-генети-*

*ческого* подходов в изучении старшеклассниками интегрированного курса приводит к усилению отдельных из указанных выше содержательно-методических линий по сравнению с остальными, что обеспечивает *вариативность* конкретного «наполнения» программы курса без внесения в нее изменений.

Для раскрытия перед старшеклассниками фундаментальных пространственно-временных свойств реального мира нами выделены следующие наиболее существенные черты геометрической составляющей естественнонаучной картины мира старшеклассников:

1. Представление об универсальном принципе симметрии и его разнообразных проявлениях, реализующихся в устройстве мироздания.

2. Первичные представления об искривлении пространства как об отличии его геометрических свойств от евклидовых.

3. Представление о теснейшей взаимосвязи пространства и времени.

4. Представление об искривлении пространства—времени в переменном гравитационном поле.

5. Представление о наличии пространств размерности, отличной от трех, причем, как евклидовых, так и неевклидовых.

6. Представление об использовании неевклидовых геометрий для создания моделей Вселенной как целого.

7. Представление об относительности любой геометрической составляющей естественнонаучной картины мира, о ее соответствии уровню познания действительности на каждой конкретной стадии развития человечества.

Для выявления условий, которые позволили бы каждому из учащихся старших классов средней школы так организовать свою деятельность по развитию геометрической составляющей естественнонаучной картины мира в соответствии с индивидуальными особенностями пространственного мышления старшеклассников, с субъектным опытом, с интересами и профессиональной (предпро-

---

фессиональной) ориентацией его, потребовалось обращение к работам психологов (Б. Г. Ананьев, А. А. Брудный, Л. С. Выготский, Л. Л. Гурова, В. В. Давыдов, В. П. Зинченко, Е. Н. Кабанова-Меллер, И. Я. Каплунович, Б. Ф. Ломов, А. Н. Леонтьев, С. Л. Рубинштейн, И. С. Якиманская и др.).

Прежде всего, следует учесть, что все основные характеристики, выражающие индивидуальные особенности пространственного мышления старшеклассников, можно подразделить на устойчивые к влиянию обучения (тип оперирования пространственными образами) и более гибкие, изменяющиеся под воздействием содержания и форм организации учебно-познавательной деятельности сравнительно быстро (широта оперирования пространственными образами, полнота структуры пространственных образов). Если первые надо знать и учитывать, не пытаясь «ломать», то на вторые следует осознанно и систематически воздействовать в ходе обучения старшеклассников. Технология диагностики индивидуальных особенностей пространственного мышления учащихся средней школы, вполне доступная для реализации непосредственно учителями математики и естественных наук, разработана и описана в трудах И. С. Якиманской, И. Я. Каплуновича. Такую диагностику осуществляли и мы перед началом экспериментального обучения старшеклассников.

Значительно труднее диагностировать такие интегральные качества личности, как способности, интересы, предпочтения в области выбора профессии (при выявлении последних мы учитывали данные работ Е. А. Климова. Поэтому акцент в экспериментальном обучении был смещен от узких, часто не разрешимых на удовлетворительном уровне задач диагностики этих качеств к созданию для каждого из старшеклассников условий выбора содержательной основы освоения программы интегрированного курса по развитию геометрической составляющей естественнонаучной картины мира, языка выражения фундаментальных свойств

пространства—времени, форм самореализации в процессе учебно-познавательной деятельности. При этом осуществлялась опора на данные психологии о развитии геометрического мышления старшеклассников. Особенно важно было обогащать индивидуальные совокупности пространственных образов учащихся, так как в геометрическом мышлении наиболее существенно оперирование образами, содержащими отношения (особенности взаимного расположения) линий и поверхностей или их частей. Стержнем же общего понимания пространства, как указывает С. Л. Рубинштейн, является приобретение навыков произвольного перехода от одной точки отсчета к другой.

На основе результатов исследований психологов нами было вычленено «ядро» геометрической составляющей естественнонаучной картины мира старшеклассников, доступное освоению учащимся с любым, даже первым (соответствующим низкому уровню развития пространственного мышления) типом оперирования пространственными образами. «Наращивание» объема практических знаний, навыков решения задач межпредметного содержания (с использованием формул сферической геометрии, планиметрии Галилея) или включение этого ядра в широкий культурно-исторический контекст соответствует тому, какой из уровней освоения содержания интегрированного курса свободно выбирает данный старшеклассник. Проявление же склонностей и способностей к овладению «традиционным» языком описания физико-математических моделей Вселенной как целого (дифференциальные уравнения и др.) позволяет старшекласснику выбрать и такой уровень работы над содержанием интегрированного курса, который станет исходным в самостоятельном изучении молодыми людьми основ математического аппарата современной космологии.

В ходе нашего исследования были решены следующие задачи:

1. Анализ проблем осмысливания старшеклассниками отношения «Чело-

---

век—Вселенная» в контексте становления личности каждого из учащихся, роли геометрической составляющей естественнонаучной картины мира в преодолении наивного рационализма мировосприятия, смены его целостностью картины мира на основе сознательной причастности ему старшеклассника.

2. Выявление объективного «ядра» геометрической составляющей естественнонаучной картины мира старшеклассников, уточнение наиболее существенных черт этой картины на основе анализа философской и физико-математической литературы по проблемам создания физико-математических (геометрических) моделей Вселенной как целого.

3. Разработка интегрированного курса для развития геометрической составляющей естественнонаучной картины мира старшеклассников.

4. Выявление требований (принципов), с учетом которых должна быть организована учебно-познавательная деятельность по освоению содержания разработанного курса в условиях свободного выбора старшеклассником подхода к его изучению.

5. Поиск основных характеристик различных уровней развития геометрической составляющей естественнонаучной картины мира старшеклассников, предполагающий сочетание теоретического и экспериментального компонентов педагогического исследования.

6. Разработка материалов для реализации курса, их апробация и внедрение.

Итак, разработанная нами концепция развития геометрической составляющей естественнонаучной картины мира старшеклассников, реализующая теоретические основы создания условий обретения сознанием учащихся целостности восприятия мира на уровне сознательной сопричастности<sup>7</sup>, позволяет сконструировать интегрированный курс «Введение в современную геометрию Вселенной» в рамках личностно ориентированной педагогики.

Основу процесса изучения курса составляет самостоятельная деятельность старшеклассника по реализации выбранного им одного из подходов к освоению содержания (историко-генетический, межпредметно-практический, один из формально-математических), приводящая к такому уровню развития геометрической составляющей естественнонаучной картины мира, который соответствует индивидуальным особенностям пространственного мышления, интересам старшеклассника.

Принципы отбора учебного материала и организация его изучения опираются на психологические закономерности, обеспечивающие эффективное сочетание образного и логического компонентов геометрического мышления старшеклассников.

Экспериментальное обучение более 350 старшеклассников школ г. Пскова и Псковской области, которое осуществлялось более 10 лет, позволило нам получить количественные результаты, подтверждающие гипотезу исследования. Действительно, разработанный нами интегрированный курс может быть изучен старшеклассниками на основе реализации в их учебно-познавательной деятельности одного из подходов: либо межпредметно-практического, историко-генетического, либо с использованием традиционного математического формализма. При этом материал курса осваивается каждым из старшеклассников на одном из свободно выбираемых им уровней (общекультурно-образный, образно-практический, знаково-математический), что соответствует индивидуальным особенностям пространственного мышления, субъектному опыту, способностям и интересам данного учащегося. Геометрическая составляющая естественнонаучной картины мира, как показали наши исследования, выступает в качестве эффективного «формозадающего» фактора в восстановлении целостности отображения реального мира сознанием старшеклассника на основе сознательной причастности.

---

## ПРИМЕЧАНИЯ

<sup>1</sup> Донцов А. И., Басканиский О. Е. Схемы понимания и объяснения физической реальности // Вопросы философии. М., 1998. № 11. С. 75–90.

<sup>2</sup> Зинченко В. П. Психологическая педагогика. Живое знание. Самара, 1998. С. 186.

<sup>3</sup> Давыдов В. В., Зинченко В. П. Предметная деятельность и онтогенез познания // Вопросы философии. 1998. № 5. С. 11–29.

<sup>4</sup> Ришар Ж. Ф. Ментальная активность. Понимание, рассуждение, нахождение решений. М., 1998.

<sup>5</sup> Якиманская И. С. Основные направления исследований образного мышления в психологии // Вопросы психологии. 1985. № 5. С. 3–29.

<sup>6</sup> Якиманская И. С. Знания и мышление школьника. М., 1985.

<sup>7</sup> Сенько Ю. В. Формирование научного стиля мышления учащихся. М., 1986.

<sup>8</sup> Ермак Е. А. Развитие представлений старшеклассников о геометрической составляющей современной естественнонаучной картины мира. СПб.; Псков, 2002.

*E. Ermak*

### DEVELOPMENT OF GEOMETRICAL CONSTITUENT OF THE STUDENTS' NATURAL SCIENCE WORLD IMAGE

*The paper deals with a version of cross-curricular relations for natural science domain. The results of theoretical and experimental efficiency validations of integrated course for the secondary school students as the means of developing the geometrical constituent of their natural science world image are shown. The most important constituents of this world image are as follows: shape-setting image; fundamental real-world temporo-spatial properties which are acquired by the students on the basis of their analytical thinking component; the images to «strengthen» the above properties perception. Various methodological approaches (historical and genetic, cross-curricular and practical, sign and mathematical) to the elaborated integrated course had been determined. The levels (cultural, practical, formal mathematical) on which the content purport of the course could be acquired by the students with different spatial thinking abilities had been revealed.*