

Е. Н. Рогановская

**ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ
ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ:
УРОВЕНЬ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**



Могилев
МГУ имени А. А. Кулешова
2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени А. А. КУЛЕШОВА»**

Е. Н. Рогановская

**ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ
ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ:
УРОВЕНЬ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

МОНОГРАФИЯ



**Могилев
МГУ имени А. А. Кулешова
2016**

УДК 372.8:51
ББК 74.262.21
Р59

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
МГУ имени А. А. Кулешова*

Рецензенты:

доктор педагогических наук,
заведующий кафедрой физико-математических дисциплин ИИТ БГУИР
Л. И. Майсена;

доктор педагогических наук, доцент,
профессор кафедры математической кибернетики БГУ
О. И. Мельников

Рогановская, Е. Н.

Р59 Теоретико-методические основы проектирования информационно-образовательной среды геометрической подготовки учащихся: уровень общего среднего образования : монография / Е. Н. Рогановская. – Могилев : МГУ имени А. А. Кулешова, 2016. – 196 с. : ил.

ISBN 978-985-568-170-1

Разработаны теоретико-методические основы проектирования информационно-образовательной среды (ИОС) геометрической подготовки учащихся на уровне общего среднего образования, включающие методологию, технологию и методику проектирования.

Монография посвящена предметно-ориентированной ИОС и тем самым восполняет пробел в существующих исследованиях. Основное внимание уделяется проблеме перспективности, инновационности и устойчивости ИОС.

Для научных работников, педагогов, психологов, программистов, учителей и студентов, занимающихся разработкой и использованием современных образовательных технологий.

**УДК 372.8:51
ББК 74.262.21**

ISBN 978-985-568-170-1

© Рогановская Е. Н., 2016
© МГУ имени А. А. Кулешова, 2016

Употребляемые сокращения

ИОС – информационно-образовательная среда

ПИ ИОС – перспективно-инновационная ИОС

ИР – информационный ресурс (на любом носителе)

ИОР – информационно-образовательный ресурс (на любом носителе)

СП – средовый подход к проектированию компонент ИОС

ШЭУ – школьный электронный учебник

УКМ – учебный комплекс по математике

ВВЕДЕНИЕ

В педагогике понятие среды изначально ассоциировалось с *воспитательной средой* (Кукушин В.С.), значительно позже стали говорить о *развивающей среде*. Тенденция на расширение этого понятия естественно подводит к целесообразности включения в него среды, посвященной учебному предмету. Эта среда является предметом данного исследования. В общем виде под **образовательной средой** нами понимается *окружение субъектов некоторыми педагогическими системами, которое своими условиями и средствами оказывает целенаправленное воздействие на субъекты*. Системное окружение – наиболее организованная часть среды. Элементы и системы являются частью среды. Системы могут иметь различные окружения, одна система может служить окружением (средой) для другой. Отношение «окружение» является отношением нестрогого порядка: оно рефлексивно, антисимметрично и транзитивно. *Теоретическое проектирование ИОС* в данном исследовании трактуется как разработка теоретико-методических основ конструирования ИОС на единой методологической, технологической и методической основе с учетом специфики ИОС общей средней школы, специфики математического образования на уровне общей средней школы. *Перспективно-инновационная ИОС* – образовательная среда, в сбалансированном виде представляющая инновации и традиции, модель которой (в процессе внедрения) фиксируется в нормативных документах и последовательно реализуется в течение длительного времени. На протяжении последних 50–80 лет встали крупные **проблемы**, относящиеся к среде общего среднего математического образования и, особенно к среде геометрической подготовки учащихся¹:

– *наиболее актуальная проблема* – *снижение качества обучения в условиях возрастающих требований к образованию, порождаемых информационным бумом, скачкообразным появлением новых «прорывных» технологий, потребностями «экономики знаний»*. Средний балл ЦТ по математике за последние 7 лет составил ≈ 23 , проходной балл в вузы педагогических специальностей опускался до 8. Количество учащихся, набравших менее 20 баллов, обычно превышает 60%; находящихся на 1-3 уровнях (сравнительно низких уровнях усвоения знаний и креативности) составляет более 70%. Осложнилась ситуация в отношении геометрической подготовки: снизился уровень теоретических знаний, навыков проведения доказательств, решения вычислительных и конструктивных задач, задач с практическими приложениями, сказываются пробелы в алгебраических знаниях. Повлияло сокращение часов на математику, отсутствие самостоятельного повышенного или углубленного уровня обучения. Обострение данной проблемы многие исследователи объясняют определенной инерцией в развитии педагогической науки, недостаточным вниманием к исследованию образовательной среды в изменившихся условиях;

¹ Эти проблемы отражают состояние образования в международном плане: *Бейзеров В.А., Боно Э., Гершунский Б.С., Кукушин В.С., Сальберг П.* и др.

– не менее актуальна проблема обеспечения устойчивого развития системы математического образования учащихся. Цели многократно проводимых реформ не достигались и вступали в противоречие с теми результатами, к которым они приводили. Вспомним не всегда оправданные переходы от 10-летней к 11-летней, затем к 12-летней и обратно к 11-летней школе; или включение в учебники и последующее исключение сведений о микрокалькуляторах, непрерывности, пределе функций, интеграле, геометрических преобразованиях и векторах; отказ от углубленного уровня обучения, исключение традиционных устных и письменных экзаменов, сокращение на математику общего количества часов (по последнему показателю Республика Беларусь значительно уступает школам ЕС и США с 12–13-летним сроком обучения). Существующие подходы к замене новых учебных тем, вносящих существенный вклад в фундаментализацию содержания математического образования, другими новыми темами не гарантируют повышение его устойчивости. Неоднократные нововведения и отказы от них в течение последних 100 лет (**Н.В. Метельский**) свидетельствуют об интенсивных поисках решения объективно сложных проблем и породили новую крупную проблему – проблему проектирования устойчиво развивающейся ИОС математической подготовки учащихся;

– остро стоит проблема восполнения пробела теоретико-методических исследований в области образовательной среды. В педагогике термин «среда» ассоциируется, главным образом, с *воспитательной средой* (**К.Д. Ушинский, Л.Н. Толстой, Н.И. Пирогов** и др.). Современные исследования концентрируют внимание на формировании личности, на организацию *развивающей среды* (**В.В. Рубцов, В.И. Слободчиков, В.И. Панов, К.Г. Кречетников, А.В. Хуторской, В.А. Ясвин** и др.). Подход к математическому и естественнонаучному образованию с позиции среды до сих пор выпадает из поля зрения (**С.А. Гуцанович**), или понимается упрощенно как насыщение (порой без всяких ограничений) многообразия образовательного процесса. Некоторые исследования носят абстрактный, односторонний характер, задают один из возможных «срезов» ИОС, абсолютизируют креативную среду, дистанцируются от традиционной ИОС. **В.Д. Шадриков** отметил, что говорить об абстрактных целях практически малопродуктивно. Это замечание можно отнести к описанию ИОС в целом. Необходим учет специфики учебного предмета, обращаясь к категориям «ИОС совокупности учебных предметов», «ИОС отдельного учебного предмета». Большинство проблем проектирования системы геометрической подготовки учащихся, не могут быть решены в узко-предметных рамках, причины этих проблем содержатся в образовательной среде в целом. Необходимо развитие **теории** перспективно-инновационной образовательной среды (концепции, методологии и технологии проектирования), которая помогла бы избежать частых реформ и позволила сконцентрировать усилия на поступательном развитии образования на длительную перспективу;

– проблемой является неопределенность перспектив информатизации образования, неэффективность компьютерных средств обучения, построенных в рамках устаревших традиционных методик. Информатизации образования на современном этапе развития цивилизации, безусловно, нет альтернативы (**Н.И. Листонад**), но вопрос о том, какой должна быть ИОС, остается открытым, в частности, требует уточнения вопрос о глобализации информатизации образования. Компьютерные средства часто уживаются с использованием неэффективных традиционных методик. Создается парадокс: средство – новейшее, а заложенная в него методика – устаревшая (**В.В. Давыдов, М.В. Кларин, В.В. Никитаев**). Следуя **В. Дороти** и **Ф. Новикову**, нами принято расширенное толкование ИТ, в котором используются ИР на любом носителе – традиционном и электронном.

Изложенное свидетельствует о необходимости новых подходов к построению теории образовательной среды в контексте расширения и конкретизации этого понятия и определили выбор **научной проблемы** создания теоретико-методических основ проектирования ИОС геометрической подготовки учащихся на уровне общего среднего образования, ориентированных на повышение качества геометрического образования, его устойчивого развития.

Проектирование ИОС и ее компонент ведется на основе разрабатываемого нами нового теоретического метода – *средового подхода*. Обновление ИОС невозможно без инноваций в этой области (**И.И. Циркун**). Трансферы (фр. *transferte* – переносить) инновационных свойств теоретической модели ИОС на ее компоненты, совершаемые на системной основе, составляют сущность СП к проектированию ИОС. Идея трансфера, возникшая в наших работах, приобрела дополнительное методологическое обоснование, оказавшись созвучной идее самоподобия, лежащей в основе общенаучного понятия фрактала. По определению **Б. Мандельброта** фракталом называется структура, состоящая из частей, которые в каком-то смысле подобны целому. Новым направлением использования идеи фракталов и классов эквивалентности, развиваемым в данном исследовании, служит теория и методика обучения.

ГЛАВА 1

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНО-ИННОВАЦИОННОЙ СРЕДЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ НА УРОВНЕ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Теоретико-методологические основы проектирования ИОС служат исходной основой для создания технологии и методики ее проектирования. С этих позиций проводится исследование в данной главе. Фундаментальной составляющей теоретико-методологических основ проектирования ИОС является формирование **концепции** ПИ ИОС. Формулированию концепции предшествует анализ теоретической информации и экспериментальных данных, данных массовой практики обучения: результаты Централизованного тестирования, экспериментов Национального института образования, авторских экспериментов. Анализируются школьные учебники за последние 70–80 лет, учебные пособия по методике преподавания математики.

1.1 Концепция перспективно-инновационной среды геометрической подготовки учащихся на уровне общего среднего образования

1.1.1 Основные трактовки ИОС (аналитический обзор)

История развития теоретических представлений об образовательной среде, состояние образовательной среды учебно-методического компонента. Существуют достаточно подробные изложения истории этого вопроса (*В.С. Кукушин*), которые относятся в основном к области воспитания. *Воспитательная среда* служила предметом изучения многих отечественных педагогов (*К.Д. Ушинский, Л.Н. Толстой, Н.И. Пирогов, А.С. Макаренко* и др.). Постепенно выделялись структурные составляющие воспитательной среды: предметно-пространственная, природная, эстетическая, внешкольная и др. Среда определялась как окружение, в котором пребывает ребенок, посредством которого формируется его образ жизни, опосредуется его раз-

вите. «Воспитывает не сам воспитатель, а среда» (А.С. Макаренко). Современная педагогика снимает это противопоставление, так как воспитатель является одним из субъектов среды. В советский период изменения в среду вносились постановления ЦК КПСС о педологических извращениях, об укреплении связи школы с жизнью, о политехнизации школы и др.

Большинство исследований относилось к области воспитания, определению общей структуры школы, соотношения академической и профессиональной подготовки; *учебно-методический компонент, вопросы содержания обучения, предметно-ориентированные технологии обучения, как правило, не исследовались с позиции среды.* В настоящее время интерес к образовательной среде усилился в связи с новыми возможностями ее развития в контексте фрактальной модели и компьютерных информационных сетей.

Позиции Л.С. Выготского и А.Н. Леонтьева. Возрастающее количество публикаций по ИОС не означает, что это понятие возникло только в последнее время (о чем речь шла выше). Как отметил А.Н. Леонтьев, еще в постановлении ЦК ВКП(б) от 4.06.1936 г. *осуждены педологические взгляды на среду, абсолютизовавшие ее роль и фатальную обусловленность* (см., например, приведенное выше высказывание А.С. Макаренко), при этом индивид и среда выступали как отдельные данности, внешне противостоящие друг другу. В историческом плане среда стояла у истоков возникновения человека и всех биологических форм жизни. Среда породила человека и на протяжении всей истории его существования оказывает на него активное формирующее влияние. Л.С. Выготский указывал, что среда (в том числе социальная) является источником возникновения всех специфических свойств личности, интериоризуемых им в процессе деятельности. Складывающиеся психические структуры и процессы приобретают внутреннюю автономность, способность к саморазвитию и унаследованию. Достигнут ли предел такого развития, как утверждают некоторые ученые, или человек будет приобретать новые психические качества, к примеру, непосредственное чтение мыслей и передача их от одного к другому? Приобретаемые новые качества могут привести к угасанию прежних (в предыдущем примере, возможно, – к утрате речевых способностей). Внутренние изменения психики могут привести к изменению и внешнего облика человека. *Развитие человека происходит на основе единства принципа ведущей роли среды и*

генетического принципа. А.Н. Леонтьев усилил роль деятельности в трактовке понятия среды. Он отмечает, что данный предмет становится средой, лишь вступая в действительность деятельности субъекта. Иначе говоря, *без деятельности субъекта никакое многообразие предметов, окружающих субъекта, само по себе средой не является.* К примеру, малоиспользуемый учебник, лежащий на полке, средой не является. Это положение принимается нами за основу разработки концепции среды геометрической подготовки учащихся.

ИОС и дистанционное обучение (ДО). Понятие ИОС широко используется в исследованиях университетского ДО (distance – удаленное, англ.). Прообразом ДО послужила система заочного обучения, в развитой форме существовавшая в СССР. ДО рассматривается как процесс, как технология, как система, как форма, как метод обучения. В настоящее время оно широко связывается с компьютерными информационными сетями. Большинство разработок ДО проводятся по единой схеме: чаще приоритет отдается технической стороне, обозначается краткий понятийный аппарат, организационная структура ИОС, ее наполнение предметными УМК. Создание ИОС в вузах рассматривается как предпосылка к их интеграции в единое информационное образовательное пространство. Коэффициент полезного действия информационной сети напрямую зависит от качества содержания образования, заложенного в эту сеть, от методики его использования. Признавая базисную роль предложенных разработок проектирования среды в университетском образовании, вместе с этим, отметим невозможность прямого их переноса и применения к решению проблем информатизации общей средней школы. Даже в университетах ДО рекомендуется не по всем специальностям, не по всем учебным предметам (попробуйте представить себе хирурга, целиком обучившегося дистанционно). Чаще подчеркивается положительная роль ДО в заочном обучении, в приобретении второй профессии. Успех ДО даже взрослых предполагает наличие высокой мотивации и навыков самостоятельной работы. Обучение учащихся общей средней школы существенным образом зависит от возрастных особенностей. Поэтому качество контента, качество предметной среды, ее учебно-методического компонента должны стоять на первом плане, дополняясь повышением роли элементов ДО. Это положение определяет основное направление исследования ИОС геометрической подготовки учащихся.

Необходимость усиления методического подхода. *С.А. Христовский* на основе анализа российских ЭУ пришел к выводу, что, начиная с 1998 г., появилось много работ, в которых рассматриваются проблемы разработки ЭУ, несколько меньше – использование ЭУ в учебном процессе. По его мнению, до сих пор основными создателями ЭУ являются программистские коллективы. Они не всегда задумываются над тем, как можно использовать разработанный продукт в учебном процессе. Им кажется, что они вложили в продукт все, что могли: ЭУ богато иллюстрирован, есть гипертекст, гипермедиа, индексы, разнообразные средства навигации и т.д. Удивляет только одно: разработанный продукт почему-то не используется ни учителями, ни школьниками. Это следствие того, что развитие программно-технических средств идет достаточно обособленно и слабо связано с методическими разработками. На это указывает и известный российский психолог **В.В. Давыдов**. Необходимость усиления методического подхода требует переосмысления, прежде всего, самого понятия ИОС с позиции проблематики общего среднего образования, его методологической роли в конструктивных подходах к исследованию обучения учащихся.

Обзор и анализ основных трактовок. Проанализируем концептуальное содержание фундаментального понятия «ИОС».

– *Общая концепция информационной среды* впервые была предложена **Ю.А. Шрейдером**, который справедливо рассматривал информационную среду не только как проводник информации, но и как активное начало, воздействующее на ее участников. Тем самым подчеркнута связь информационной среды с субъектом. XXI век характеризуется интенсивным развитием современных аппаратно-программных средств передачи и обмена информацией, имеющих ту или иную перспективу применения в образовательном процессе: электронная почта, средства мгновенного обмена сообщениями, видеоконференции, веб-форумы, блоги. Разрабатывается концепция «облачной» информатизации образования Республики Беларусь (**С.В. Абламейко, Ю.В. Воротницкий, А.Н. Курбацкий, Н.И. Листопад, Е.В. Олизарович**).

– *Информационная среда (ИС)* в наиболее широком толковании – это сфера деятельности человека по усвоению определенной информации, окружение (environment), в котором функционируют объекты и субъекты. Понятие ИОС, как видно, тесно связано с понятием ИС.

– К ИОС применимы все категории классической дидактики: содержание информации, форма представления информации, структура,

принципы, модели построения и т.д. Различная трактовка и содержательное «наполнение» этих категорий приводит к различным ИОС. Существенные признаки ИОС содержатся уже в определении базового понятия «образование». В «Советском энциклопедическом словаре» образование определяется как процесс и результат усвоения систематизированных знаний, умений и навыков; необходимое условие подготовки человека к жизни и труду. В последующие годы содержание данного понятия расширилось, помимо педагогического среза добавились психологический и философский. В расширенной трактовке образование представляется как процесс, как результат, как система, как ценность, как компонент культуры человека, как накопленный человеческий капитал. Особо подчеркнем следующие положения: образование – это особый тип социальной реальности, это уникальная, целостная, открытая система, базирующаяся на двух сущностях – информации и коммуникативном воздействии, посредством которого формируются культурные способы *опредмечивания выработанных наукой знаний*; образование *выступает как специфичная форма субъектно-субъектных отношений*, в которой реализуются основные функции образовательного процесса. Эти положения, безусловно, необходимо закрепить в концепции ИОС геометрической подготовки учащихся.

– *Среда* означает систему влияний и условий формирования личности по заданному образцу, а также возможностей для ее развития, содержащихся в социальном и пространственно-предметном окружении (**В.А. Ясвин**). В данной работе с эколого-личностных позиций выделены различные типы образовательной среды (догматическая, безмятежная, карьерная и др.). Тезис «формирование личности по образцу» в теории вряд ли приемлем, но на практике он проявляется часто, причем в нежелательных формах (ученик не является субъектом деятельности, его креативные качества находятся на низком уровне и др.). Таких «образцов личности», в разработке концепции ИОС, безусловно, необходимо избегать.

– В теории преобладает модельный подход к исследованию ИОС. Известны коммуникативно-ориентированная модель ИОС, описанная с позиции субъект-субъектного деятельностного подхода **В.В. Рубцова**; антрополого-психологическая модель, построенная на основе сочетания спонтанного, регулируемого развития и саморазвития **В.И. Слободчикова**; психодидактическая модель ИОС **В.И. Панова**; модель креативной образовательной среды **К.Г. Кречетникова**; модель обра-

зовательной среды на основе дидактической эвристики *А.В. Хуторского*. Отметим, что обзор этих моделей ИОС приведен В.И. Пановым. Иногда модели носят общий психолого-педагогический характер, не содержат теоретико-методические механизмы их реализации; однопавленны, представляют среду с позиции одной какой-либо категории (креативность, эвристичность и т.д.); остается неясной связь их с традиционной: приводятся ли они взамен традиционной, или представляют собой определенную ее реконструкцию. Безусловно, это затрудняет решение вопроса об их массовой практической реализации. Концептуально ИОС геометрической подготовки должна представляться во всем многообразии, в тесной связи с традиционной, на основе ее эволюционного преобразования.

– *Г.Ю. Беляев*: ИОС является сложносоставным объектом системной природы. Целостность ИОС является синонимом достижения системного эффекта, под которым понимается реализация комплексной цели обучения и воспитания. ИОС обладает широким спектром модальности, формирующим разнообразие типов локальных сред различных, порой взаимоисключающих качеств. ИОС выступает как условие и как средство обучения и воспитания. ИОС является процессом диалектического взаимодействия социальных, пространственно-предметных и психолого-дидактических компонент. ИОС образует субстрат индивидуализированной деятельности, переходной от учебной ситуации к жизни. На наш взгляд, приведенная характеристика актуальна для концептуальной разработки любой предметной ИОС.

– *Н.А. Савченко* ИОС определяет, как основанную на использовании компьютерной техники программно-телекоммуникационную среду, реализуемую качественным информационным обеспечением школьников, педагогов, родителей, администрации учебного заведения и общественности. Она включает в себя организационно-методические средства, совокупность технических и программных средств хранения, обработки, передачи информации, обеспечивающую оперативный доступ к педагогически значимой информации. Подобная среда обладает максимальной вариативностью, обеспечивающей дифференциацию всех возможных пользователей. В нашем исследовании ИОС охватывает все источники информации: традиционные печатные, электронные, в устной форме и т.д.

– По *М.И. Башмакову* ИОС – сфера деятельности человека, связанная с созданием, потреблением информации; система средств обще-

ния с человеческим знанием, служащая как для хранения, структурирования и представления информации, составляющей содержание накопленного знания, так и для ее передачи, переработки и обогащения; система инструментальных средств и ресурсов, обеспечивающих условия для реализации образовательной деятельности на основе информационных и телекоммуникационных технологий. Данная трактовка близка к предыдущей.

– В нормативно-законодательном акте РФ отмечается, что основой образовательной системы является высококачественная и высокотехнологичная ИОС. Ее создание и развитие представляет технически сложную и дорогостоящую задачу. Но именно она позволяет системе образования коренным образом модернизировать свой технологический базис, перейти к образовательной информационной технологии в широком смысле этого слова и осуществить прорыв к открытой образовательной системе, отвечающей современным требованиям. Электронные и традиционные учебные материалы должны гармонично дополнять друг друга как части единой образовательной среды. Использование новейших информационных технологий должно способствовать решению педагогических задач, которые сложно или невозможно решать традиционными методами. Положительной стороной этой концепции является, на наш взгляд, явное указание в ней на необходимость тесной связи ее с традиционной ИОС.

– *Компоненты* ИОС разделяются на субъекты и объекты. *Субъектами* ИОС могут стать обучаемые, преподаватели, их коллективы. Это возможно, если они выступают как субъекты своей деятельности. *Объектами* ИОС являются нормативно-законодательные акты об образовании, различные формы организации образовательного процесса, различные варианты систем, технологий и методик обучения, вариативное содержание обучения, широкие наборы средств обучения и управления педагогическим процессом, способы коммуникации и т.д. ИОС может оказаться «бессубъектной», если ученик и учитель пассивны, постоянно находятся в позиции объектов внешнего воздействия. Такая «потеря субъекта» нередко происходит в традиционной ИОС, в современной концепции ИОС ее необходимо избегать.

– Подчеркивается неизбежная особенность систем как *сложного объекта*. **Б.В. Бирюков** и **В.С. Тяхтин** отмечают, что она является «естественным» признаком организованности и структуры системы. Сложность системы связана со сложностью языка описания, количе-

ством параметров системы, особенностью образовательных систем. Сложность ИОС может выступать как мера трудностей в поиске новых средств исследования. Близкими к понятию сложности являются такие характеристики объекта как разнообразие и неоднородность. Сложность системы обеспечивает: динамическую устойчивость системы, ее синергетические качества; сочетание принципа высокой упорядоченности с вероятностным принципом; избирательность в переработке большого потока информации. Сложность проектируемой системы имеет определенные ограничения, превышение которых ухудшает функционирование системы. Одним из методов упрощения сложности являются *структуризация, блочное моделирование, организация информации на основе идей фрактала и классов эквивалентности*.

– ИОС является универсальной категорией, охватывающей многообразие образовательных систем, учебных процессов, дидактических технологий. *Критерий эффективности ИОС и входящих в нее структур один и тот же – повышение качества усвоения знаний и развития учащихся. Это предполагает наличие эталонов различных уровней усвоения знаний и развития, согласованных друг с другом.*

Анализируя приведенные концептуальные трактовки ИОС, видим, что существующие концепции чаще носят психолого-педагогический, иногда общий философский характер, ограничиваются схематичным моделированием, недостаточно информативны с точки зрения проектирования ИОС. Проведенный анализ свидетельствует также о целесообразности развития трактовок основных понятий в следующих направлениях: образовательная среда – среда обучения, в которой субъектами являются ученик, учитель, их коллективы; ИОС – образовательная среда, основывающаяся на ИТ в широком смысле, при которых одновременно используются любые (традиционные и электронные) носители информации (*В. Дорот, Ф. Новиков*). Существенным является представление ИОС как полисистемного объекта, объединяющего разномасштабные образовательные системы, различной степени организации. ИОС мы относим к числу наиболее универсальных понятий, она шире таких понятий как учебный процесс, система обучения, технология обучения, методика обучения и т.д. ИОС, посвященная учебным предметам, не может быть однонаправленной: только традиционной, только креативной и т.д. Наиболее крупная подсистема ИОС с высокой степенью организации составляет **ядро ИОС**. К ядру ИОС мы относим учебно-методический компонент общего среднего образования.

Он зависит от предметной специфики учебного предмета, или совокупности учебных предметов, относящихся к одному циклу (например, математика и естественнонаучные предметы). В ИОС мы выделяем также ее *периферию*, элементы которой носят эпизодический, вероятностный характер. Периферия не имеет четко очерченной внешней границы информационного поля. Не всегда четкой является граница между ядром и периферией.

Информационно-образовательное пространство и ИОС. Наряду с понятием ИОС используют понятие «информационно-образовательное пространство» (ИОП). Это понятие актуализировано в связи с создаваемой в Европе Болонской системой университетского образования (членом которой с 2015 г. является Республика Беларусь). В основу ИОП положена скандинавская система, заложенная в 60–70-х годах XX ст. Ведущими идеями ИОП являются универсализация подходов к образованию, обеспечение доступа каждого субъекта к информационным ресурсам, создание базы для самостоятельной работы. Подобный проект, применительно к общему среднему образованию, имеет определенную перспективу (с учетом критического анализа национального и международного опыта, особенно опыта стран, в которых из «посредственных школьных систем сумели сделать лучшие в мире»). В теории под *единым образовательным пространством* понимается совокупность пространственно-временных и социально-культурных условий развития образования. Эта дефиниция перекликается с определениями ИОС, приведенными выше. Тем не менее, имеются и существенные отличия. ИОС предполагает включение в себя ученика в качестве субъекта деятельности (что ближе позиции *А.Н. Леонтьева*). ИОП может существовать внешне независимо от ученика (подобное ближе к позиции *Л.С. Выготского*). ИОС – это часть ИОП, которую осваивает отдельный субъект (*индивидуальная ИОС*) или совокупность субъектов (*корпоративная ИОС*).

Ориентиром в проектировании ИОП является определенная ИОС, ее теоретическая модель. ИОП в таком случае содержит в себе необходимые *пусковые механизмы* для того, чтобы оно «заработало» как ИОС. Пусковые механизмы могут относиться к ИОС в целом, носить сквозной характер, либо к локальной среде и микросреде. Требуется перестройка стереотипов мышления, что возможно лишь эволюционным путем. В данной монографии основным считается понятие ИОС.

Можно сделать вывод о том, что многообразие ИОС и ее качество во многом порождаются многообразием и качеством ИОП.

Как видно, исследователи указывают немало общих признаков и аспектов понятия ИОС, рассматривая его на различных уровнях исследования: общенаучном, программно-техническом, психолого-дидактическом. **Особый интерес представляет исследование ИОС как объекта проектирования с наперед заданными перспективно-инновационными свойствами**, построение модели такой ИОС, которая бы служила долгосрочным ориентиром устойчивого развития ИОС. Подобные исследования применительно к общей средней школе на данный момент отсутствуют. Предметная ИОС, как объект проектирования, должна стать объектом изучения по единым для всех учебных предметов параметрам, включающим знания, развитие, креативные качества личности.

Не в полной мере осознана роль понятия ИОС в современных теоретических исследованиях. С одной стороны, не зависимо от момента появления этого понятия в теории, ученик всегда существовал и существует в определенном окружении. С течением длительного исторического процесса стали более заметными изменения, происходящие в образовательной среде. Эти изменения позволили обнаружить, что образовательные среды могут быть разными, что образовательная среда обладает наиболее мощным влиянием на субъекта, в значительной мере среда формирует ученика по своему образу и подобию. Образовательная среда, хотя и подвержена инерции, тем не менее, она изменяется под воздействием *социокультурной среды, влияющей на все сферы образования, в том числе и на его мотивацию.* Лучше, если указанные изменения происходят планомерно, на основе научных практико-ориентированных исследований. ИОС мы рассматриваем как наиболее широкую, универсальную категорию. Именно поэтому ИОС определяет, формирует все входящие в нее компоненты. Имеются основания утверждать, что эти компоненты сами являются средами. Тем самым оказывается возможным подход с позиции *предметноориентированной среды* к целям, деятельности, содержанию, средствам, методам и формам обучения. К сожалению, этот подход остается не исследованным в такой степени, чтобы им могли воспользоваться, например, авторы учебников, вузовские преподаватели методик, или учителя. Невьясненными остаются многие вопросы: не установлены тенденции развития ИОС; говорится, что ИОС есть системный объект, но не выясненным

остается системное отношение; говорится о гетерогенности, сложности, иерархичности структуры, но не указываются подходы и средства их дидактического регулирования. Необходим более конкретный анализ различных типов ИОС; более точный учет, о каких субъектах идет речь (школьник, студент, лицо, обучающееся в системе последиplomного образования), *учет специфики учебных предметов*. Существующие трактовки ИОС достаточно индифферентно относятся к процессуальной стороне образования: к образовательному процессу, к методам и технологиям обучения, к построению учебного материала в учебниках. Для проектирования ИОС общей средней школы необходим конкретный анализ того, что дает подход с позиции среды к проектированию технологии обучения, учебника, системы уроков. С точки зрения современной педагогики, какой бы не была ИОС по своему масштабу, в центре ее должен находиться ученик – субъект учебной деятельности.

В теории обучения математике существуют лишь определенные предпосылки к созданию общей модели обучения математике, отражающие то или иное состояние психолого-педагогической науки. Так в работах *Г. Фройдентала* и *А.А. Столяра* описана модель учебной математической деятельности, включающая три аспекта: математизация эмпирического материала, построение «малых теорий», применение теории. Существуют затруднения теоретического и практического плана в реализации этой модели. Они вызваны неоднородностью и многоплановостью математической деятельности (теоретическая, прикладная математика, компьютерная математика, деятельность по освоению существующих разработок, деятельность по созданию нового), плохо укладывающейся в единую схему. В дидактическом плане также невозможно выдержать все аспекты приведенной модели (сразу, в одном месте): в 1–6 кл. в основном осуществляется только математизация эмпирического материала; этот аспект, будучи «пройденным» в 1–6 кл., в 7–11 кл. не всегда оказывается актуальным. Построение «малых теорий» слишком громоздко и ограничивается в основном геометрическим материалом. Применение теории связывается с машинными методами поиска решения задач, которые напрямую в обучение также плохо переносятся и требуют большей методической обработки. Остается неясным в этой модели – что делать с традиционным обучением. Если признать, что предложенная модель не является универсальной, то вряд ли она может претендовать на роль общей модели обучения математике (*Н.В. Метельский*).

1.1.2 Классификация ИОС и выбор концепции ПИ ИОС

Необходимость инновационных преобразований ИОС по математике подтверждается экспериментальными данными. По данным *В.И. Малиновской* анкетирование учащихся 10–11 классов показало, что «Математика» в 10 классе среди пяти учебных предметов занимает 2-е рейтинговое место, в 11 классе – 3-е место. Относительно невысокие результаты контрольных срезов по математике (на фоне неплохого общего рейтинга), свидетельствуют об актуальности формирования ИОС, поддерживающей более высокий познавательный интерес к различным предметам. *Г.В. Пальчик, Л.А. Исаченкова, Е.В. Захаревич* отмечают, что отношение детей к обучению изменилось, причем в сторону ухудшения. Приведенные данные (см. также Введение) свидетельствуют о необходимости развития теории ИОС, которое возможно провести только с учетом классификации ИОС и анализа различных направлений ее развития. Существует ряд предложений о классификации ИОС, связанные в основном с аппаратно-программными характеристиками информационной среды. В контексте дидактического проектирования ИОС общей средней школы актуально выделение следующих ее типов.

Традиционная образовательная среда, характеризуемая чрезмерным использованием репродуктивной деятельности ученика (*репродуктивная среда*): репродуктивная деятельность господствует в формировании целей, содержания, средств, методов и форм обучения (*Д.Г. Левитес*). Такая односторонность вступает в противоречие с одним из ведущих признаков ИОС – ее многообразием и многоплановостью. На необходимость его преодоления указано в Концепции непрерывного воспитания детей и учащейся молодежи в Республике Беларусь. Если признать существование такого разрыва, то вероятно его можно объяснить двумя причинами. С одной стороны, недостаточной практической ориентацией инновационных теоретических исследований. Примером могут служить, причем одним из многих, идеи *Дж. Дьюи* о субъектном обучении, рассматриваемые в контексте (лат. contextus – тесная связь, соединение) отрицания классно-урочной системы и предметно ориентированного обучения. С другой стороны, сама практика обучения стремится к минимизации своих усилий и средств, обретая стабильность в репродуктивной деятельности. Не без оснований считается, что репродуктивная деятельность оптимальным образом приспособлена для передачи знаний в готовом виде и экономна по затратам учебно-

го времени. Такая «стабильность», не приводя к устойчивым положительным результатам, вызывает потребность переосмысления прежних идей репродуктивной деятельности в новых условиях: с учетом потребностей развивающего обучения, дифференциации и компьютеризации обучения, современных представлений об ИОС в целом. Устойчивость инноваций может быть обеспечена только сбалансированностью, синтезом их с репродуктивной деятельностью. В основе творческого усвоения теоретического материала лежат процессы его репродуцирования и прогнозирования, которые должны оптимально соотноситься между собой внутри каждого познавательного цикла (*Б.И. Коротяев*). Требуются специальные методики, обеспечивающие совместное развитие репродуктивной и творческой деятельности. Устойчивость творческой деятельности возможна, если эти виды деятельности будут в сбалансированном виде (в перспективе ≈ 50 на 50%) представлены в концепции предметно ориентированной ИОС, в образовательном процессе, системе обучения, в методах и средствах обучения, применяемых на практике. Среда может (и даже в определенной мере должна) быть консервативной, но «*позитивный консерватизм*» обычно не препятствует прогрессивному развитию системы (*Н.А. Бердяев*). Среда с «негативным консерватизмом» отторгает инновации, не идет на коренное обновление ИОС, теряет перспективу развития, впадает в своего рода «анабиоз». Безусловно, от такой среды необходимо дистанцироваться уже на стадии разработки ее концепции.

В традиционной ИОС ученик выступает, как правило, в качестве объекта воздействия и не становится субъектом учебной деятельности, что негативно сказывается на мотивации его деятельности (*бессубъектная, слабо мотивирующая среда*). Объект – то, на что направлена познавательная или иная деятельность субъекта.

В педагогике субъект рассматривается в контексте ограничения внешних воздействий и создания условий для активного осуществления процесса познания. Если внешнее воздействие (принуждение) доминирует, то ученик выступает в качестве объекта учебного процесса: интерес к учению и мотивация ослабевают, назревает внутренний конфликт со средой. Именно в такой позиции находится ученик в репродуктивной деятельности, воспроизводя знания, сообщаемые ему в готовом виде. Не всегда проводится четкое разделение подходов к ученику как объекту внешнего воздействия и ученику как самостоятельному субъекту учебной деятельности: «...нельзя построить эффективный процесс

обучения без выявления отношения между содержанием и *объектом обучения* (выделено нами – *Е.Р.*)» (*А.А. Столяр*). Это положение имело бы другой смысл, если вместо ученика – «объекта обучения» имелся в виду другой ученик – «субъект обучения». Если ученик не является субъектом деятельности, то деятельностный подход превращается в «квазидеятельностный», активизация обучения – в «квазиактивизацию» и т.п. Разумеется, вопрос об исключении подхода к ученику как к объекту не ставится, речь идет об усилении субъектного подхода, о сбалансированном сочетании этих двух подходов. Недостаточность субъектного подхода приводит к тому, что традиционная среда не ориентирована на формирование креативных качеств личности; в массовом обучении она формирует не творческие личности, а исполнителей (*рекреативная среда*). Традиционное обучение делает акцент на экстенсивные подходы (*экстенсивная среда*): положительные результаты обучения стараются достичь на пути решения как можно большего количества однотипных задач.

В практике обучения технологический подход до сих пор не получил последовательной реализации: хотя бы по причине отсутствия определенного эталона диагностически проверяемых итоговых результатов обучения и образовательных компетенций; традиционное обучение чаще связывается с монотехнологией (обычно не обладающей полнотой), что не согласуется с принципом многообразия ИОС. Средства обучения по-прежнему представляют в основном только предметное содержание, они слабо ориентированы на процесс обучения, на управление этим процессом (*нетехнологичная среда*).

В традиционной среде часто остаются нерешенными вопросы о профессиональной ориентации обучения, об организации академического и профессионального потоков. Для традиционной среды характерно стремление к линейности, единому уровню обучения, сопряженному с ними сокращением содержания, потерей его целостности (в контексте целостности науки и потребностей «экономики знаний»). В большей степени отмеченные признаки проявляются в геометрической подготовке учащихся, что позволяет рассматривать ее как наиболее слабое звено математической подготовки. Это неизбежно сказывается на математической подготовке в целом, на подготовке по всему циклу естественнонаучных дисциплин («цепь» не может быть крепче своего слабого звена). Образовательную среду, характеризующую совокупностью противоположных признаков, будем считать *нетрадиционной*.

Одним из исходных признаков, определяющих ПИ ИОС, на наш взгляд, являются образовательные компетенции и уровень познавательной деятельности субъектов – ученика и учителя. Теоретически ИОС может задаваться как **объектно-формирующая ИОС** (активное воздействие со стороны учителя доминирует, ученик – объект такого воздействия), как **субъектно-формирующая ИОС** (культивируются субъектно-субъектные отношения), или как **объектно-субъектная формирующая ИОС**, интегрирующая особенности двух предыдущих сред. Какой тип среды больше всего подходит для школьного математического образования, какие технологии и методики при этом окажутся наиболее эффективными? Возрастным возможностям школьников, на наш взгляд, в большей мере отвечает интегративный тип ИОС – **объектно-субъектная формирующая ИОС**, интегрирующая репродуктивные и креативные виды деятельности, с возрастающим применением субъектно-субъектных отношений, самоорганизации и самообучения, служащими основой для развития продуктивной самостоятельной работы. Отдавая приоритет этому типу, мы подразделяем его на следующие подтипы: *частично инновационный* (традиционная ИОС в осовремененном виде, обеспечивающая частичное применение новых средств, методов и форм обучения, элементов самоорганизации и самообучения); *инновационный* (ПИ ИОС, в которой преобладают или в равных пропорциях применяются новые методы, средства, формы обучения, элементы самоорганизации и самообучения). Целостная ИОС становится инновационной за счет использования компьютерных средств, креативного типа обучения, субъектной ориентации ИОС. В инновационной ИОС выходят за рамки репродуктивной деятельности: усвоение и воспроизведение готовых знаний дополняется образцами выполнения творческой, поисковой деятельности – репродуктивной деятельностью нового типа.

Идеи *самоорганизации и саморазвития* (предмет синергетики), источником возникновения которых послужила эволюция биологических систем (в том числе и в рамках фрактальной модели), заслуживают внимания. Однако необходимо учитывать, что в биологических системах эти процессы обычно занимают миллионы лет и происходят далеко не самопроизвольно, а под воздействием огромного количества внешних факторов. Образовательная среда в качестве синергетического, саморазвивающегося объекта проявляет себя также при наличии оптимальных условий и средств ее функционирования, их непрерывного

регулирования и подкрепления (к этому вопросу мы вернемся в конце данной главы). Образовательная среда как саморазвивающийся объект реализуется путем создания условий для развития различных форм «самости» субъекта: самостоятельности, самоорганизации, самообучения, саморазвития. Основными принципами синергетики являются открытость (обеспечивающая учет многообразия факторов), нелинейность и самоорганизация систем.

Итак, в контексте *концепции проектирования ИОС общей средней школы* актуальны следующие ее типы: традиционная ИОС, традиционная ИОС в осовремененном виде (частично-инновационная) и ПИ ИОС. Дальнейшая типизация ИОС связывается нами с учебными предметами, с учетом их специфики. Для ПИ ИОС характерно стремление к объединению противоположных признаков, противоположных направлений. Инновационные элементы ПИ ИОС рекомендуется вводить сразу (с момента принятия этой среды к внедрению) и постепенно (возможно в течении 10-15 лет) наращивать, приводя их в состояние баланса с традиционными.

1.1.3 Обоснование выбора субъектности и креативности обучения в качестве концептуальной основы ПИ ИОС

Обоснование необходимости обеспечения взаимной обусловленности компонентов субъектно-креативного подхода. Инновационность ИОС обеспечивается ограничением традиционных отношений учителя и ученика и расширением поля субъектно-субъектных отношений, которое может охватывать все компоненты учебного процесса. В этом случае приходим к понятию «субъектный подход» к целям, уровню деятельности субъектов, содержанию, методам, средствам, формам и результатам обучения. В целом характер взаимодействия определяет объектно-субъектную формирующую ИОС с возрастанием субъектно-субъектных отношений, усилением элементов самоорганизации и самообучения. Положительные стороны субъектного обучения проявляют себя при условии успешного их практического воплощения (объективной оценки их значения, условий, средств и сроков реализации). Возникновение «теорий отмирания школы», попытки замены классно-урочной системы комплексной системой, бригадно-лабораторным методом, методом проектов, гиперболизация некоторых установок (практика должна идти впереди теории, опираться на задачи, возника-

ющие в повседневном быту и т.д.) на деле вели к разрушению школы, к недооценке систематических знаний, предметного обучения. Опыт показывает, что новаторские идеи в условиях разрушения традиционной системы не приживаются. Крупные идеи должны вводиться в тесной связи с накопленным положительным опытом, эволюционным путем, рассчитанным на такую перспективу, продолжительность которой способна прогнозировать наука. Трансформация традиционной ИОС в инновационную происходит на основе: а) стимулирования мотивации учения (социальными и дидактическими средствами), б) повышения возможностей учащихся действовать самостоятельно в нестандартных ситуациях, в) создания условий для развития учащихся. Эти компоненты креативного обучения взаимообусловлены. Наряду с социальной мотивацией важна и дидактическая мотивация образования. Основной дидактический способ обеспечения высокого уровня мотивации – это перевод ученика из позиции объекта воздействия в позицию субъекта учебного процесса: привлечение учащихся к построению небольших теорий, к поиску решения задач. Формирование креативных навыков субъектов является трудной дидактической проблемой, трудность этой проблемы многократно возрастает, если ставится цель сделать креативное обучение массовым в рамках базового уровня обучения, не ограничиваясь только одаренными учащимися. Какие математические задачи больше всего подходят для этой цели? С каких задач начинать? Как повысить внутреннюю связность и эвристические качества задач, при которых решение одних задач подсказывало бы решение других задач? Как оценивать креативные навыки? Принцип доступности подсказывает, что на базовом уровне обучения такими задачами являются субъективно новые задачи по трудности не выше средней. Эти задачи являются доступными для большинства учащихся и служат оптимальной основой для формирования креативных навыков. Форсирование креативных навыков на основе трудных и сложных задач является сложением многих трудностей, которое для большинства учащихся оказывается недоступным. Принцип разделения трудностей поиска, трудности решения задачи и трудности рефлексии процесса поиска решения, на наш взгляд, является объективной необходимостью для любых категорий учащихся, а для учащихся базового уровня особенно необходим. По мере возможности осуществляется перенос приобретаемых креативных навыков на более трудные и сложные задачи. Реализация этого подхода (с учетом специфики геометрии) предполагает уточнение отно-

шений одинаковой трудности и сложности на множестве задач, рассматривая эти отношения как отношения эквивалентности, а систематизацию задач как разбиение множества задач на классы эквивалентности.

Обоснование необходимости учета закономерной связи между учебными ситуациями выбора и субъектным подходом. Целостность ИОС, широкий спектр ее модальности обеспечивают условия для выбора учеником индивидуальной образовательной траектории: целей обучения в их конкретной форме, содержания, методов, средств и форм обучения. Благодаря возможности выбора ученик становится участником создания учебного процесса. Чем чаще ученик сталкивается с предоставляемой ему ситуацией выбора, тем сильнее осознается им значимость своей активной позиции. Возможность стать участником создания собственного образовательного процесса является принципиально новым средством стимулирования мотивации. *Учебная ситуация* – не что иное, как результат коммуникативного взаимодействия образовательной среды и учащегося (В.И. Панов). Ситуативная методика становится объективно необходимой, учебная ситуация принимается при этом в качестве структурообразующей образовательной среды (В.С. Кукушин).

Обоснование необходимости учета закономерной связи между навыками поисковой деятельности и субъектным подходом. Чем меньше моментов, в которых ученик чувствует себя отстраненным, тем выше уровень мотивации. Отстраненность проявляется как при изучении теоретического материала, так и при решении задач: теория и решение задач часто сообщаются в готовом виде, без показа процесса поиска, без привлечения учащихся к этому процессу. Поэтому основным средством реализации субъектного подхода в обучении математике является, как сказано выше, приобщение ученика к поисковой деятельности по построению малых фрагментов теории и решению задач; систематическое формирование на доступном материале поведенческих и интеллектуальных навыков поисковой деятельности, доведение этих навыков до уровня, позволяющим учащимся действовать самостоятельно в новых ситуациях.

Предлагаем поисковую деятельность учащихся характеризовать пятью уровнями ее выполнения: узнавание и воспроизведение способа поисковой деятельности, применение способа поисковой деятельности по образцу, в знакомой и незнакомой ситуации. В задачном материале, в каждом параграфе (одно из направлений реализации структурного по-

добия) требуется выделение креативного и тренировочного разделов. Содержание и характер поисковой деятельности зависит от возраста учащихся и базы знаний субъектов процесса обучения.

Обоснование необходимости субъектного подхода к задаче и процессу ее решения. Самоорганизация и самообучение в рамках школьного курса математики предполагает овладение навыками поисковой деятельности по решению учебных математических задач, выступающими необходимым условием активности и самостоятельности субъекта. В этом мы видим основной дидактический замысел формирующей ИОС. В связи с этим определяется позиция учителя. Учитель не только стимулирует различные формы «самости» ученика, но и с помощью средств и методов обучения оказывает активное формирующее влияние на поднятие знаний, умений и развития до уровня, делающим возможность действовать ученику самостоятельно в новых ситуациях. Активная позиция учителя состоит в систематическом обучении учащихся проблемно-поисковой деятельности. В свою очередь это предполагает усиление субъектного подхода к задаче и структуре процесса ее решения. *Основной смысл субъектного подхода к задаче и процессу ее решения* состоит в учете не только объективных, математических особенностей задачи, но и в учете возможностей задачи для создания ситуаций, в которых ученик становится субъектом процесса решения задачи. Это предполагает учет трудности задачи, готовности учащихся к ее решению, к поиску решения и построение в учебниках микросистем задач, облегчающих поиск.

Проектирование ИОС на основе идеи фрактала, фрактальная концепция устойчивого функционирования ИОС. В данном исследовании фрактальный подход² получает совершенно новое применение – к проектированию ИОС. Устойчивость ИОС может быть обеспечена созданием *инвариантного каркаса* ИОС. Инвариантный каркас создается на основе идей фрактала, на основе переноса инновационных признаков ИОС на ее разномасштабные компоненты с помощью концептуального, структурного, предметно-содержательного и технологи-

² Фрактал (лат. fractus – дробленный, разделенный) – множество, имеющее ту же форму, что одна или более его частей. Примеры фракталов в математике: функция Больцано, функция Вейерштрасса, множество Кантора и др. В литературе встречаются произведения, обладающие текстуральной, структурной и семантической фрактальной природой. Широкую известность фракталы получили после их компьютерной визуализации. Существуют предложения о включении фракталов в содержание школьного курса математики. Попыток применения фракталов в качестве средства проектирования дидактических систем мы не встретили.

ческого подобий. При этом различные виды подобий, являясь отношениями эквивалентности, приводят к образованию классов эквивалентности, которые и составляют *инвариантный каркас* ИОС, обеспечивая устойчивость ее функционирования. Применительно к обучению геометрии фрактал может быть представлен в виде текста (печатного, озвученного) и графики. Математический фрактал исходит из бесконечного множества итераций, а дидактический фрактал (по-видимому это первое употребление данного термина) – из конечного. Психологически объект воспринимается как фрактальный уже при 3-7 итераций. **Концептуальное подобие** означает неоднократное распространение общей концепции ИОС на ее составляющие, включая микросреды. Концептуальное подобие является ведущим, определяющим другие виды подобия. **Содержательное подобие** относится к предметному содержанию, способам деятельности, опыту творческой деятельности, эмоционально-ценностному опыту. *Предметно-содержательное подобие* реализуется на основе объединяющих математических идей и методов, многократно повторяющихся при изложении учебного предмета, темы, параграфа, задачи; *подобие в содержании творческой деятельности* – путем системной организации поисковой деятельности учащихся, многократного повторения определенного набора методов поиска. **Структурное подобие** применимо ко всем составляющим процесса обучения, призвано обеспечить единство структуры разномасштабных компонент ИОС. **Технологическое подобие** – отдельный вид подобия, порожаемый последовательной реализацией в технологии обучения инновационных признаков ИОС и последующее распространение их (через технологию) во все компоненты ИОС. Устойчивость ИОС отдельного учебного предмета повышается, если эта среда оказывается частью перспективной ИОС по комплексу родственных предметов. Инвариантный каркас поддерживается созданием **баланса** традиционных и инновационных признаков ИОС. Баланс предполагает *усиление* инновационных признаков. Стабилизация нововведений при этом возрастает и за счет возрастания насыщенности ими среды, и за счет *укрепления связей* с традиционными подходами.

ИОС геометрической подготовки с позиции ИОС целостной математической подготовки. Традиционно алгебра рассматривается как аналитический аппарат для геометрии, геометрия же используется как средство наглядной интерпретации алгебраических положений. Часто эти связи складываются формально, без особой взаимной «оглядки»

этих курсов друг на друга. Так или иначе уже апробированы следующие объединяющие эти курсы идеи: идеи системы координат, векторной алгебры, геометрических преобразований, производной, интеграла. Совместное применение традиционного и координатного методов при изложении векторов и геометрических преобразований сохраняет наглядность понятий и значительно упрощает доказательства. Кроме того, изложение векторной алгебры возможно распределить между курсами алгебры и геометрии (в алгебре – собственно алгебраический аспект, в геометрии – их сравнительно краткая геометрическая интерпретация и акцент на применения). Осевая, центральная симметрии и параллельный перенос служат рабочим аппаратом не только в геометрии, но и в алгебре при построении графиков функций. Векторы нужны в физике, например, при рассмотрении понятия перемещения. Без производной значительно ослабляется функциональная линия, возможность аналитического исследования свойств функций; без интеграла усложняется изложение объемов тел. До настоящего времени слабо представлена связь школьных курсов математики и информатики. Не сбалансированными остаются алгоритмическое и эвристическое направления, элементы непрерывной и дискретной математики. В школьном курсе не представлены элементы логики. В обсуждении этих вопросов нет единства, хотя активные дискуссии ведутся, начиная с 1913–1914 гг. (с I–II Всероссийских съездов учителей математики). Более чем 100-летняя история свидетельствует о том, что главная проблема состоит в том, что «физические» размеры школьного курса не позволяют вместить все нововведения (особенно в их систематическом изложении). Возможный выход – сохранить классическое содержание школьного курса, дополнив его элементами нововведений, отдавая приоритет тем из них, которые тесно связаны с традиционным, классическим содержанием.

Подведение итогов выбора инновационных признаков ИОС. Под *инновационным полем* мы понимаем совокупность перспективных инновационных направлений. В *состав инновационного поля* включаем: сбалансированное представительство традиционного содержания и нововведений, репродуктивной и креативной деятельности; подготовку учащихся к жизни в условиях информационного общества; формирование субъектно-креативных качеств личности; формирование умений ориентироваться в непрерывно увеличивающемся потоке информации. Концептуально ПИ ИОС задается как открытая система, способная к развитию в заданном концепцией направлении.

1.1.4 Основные положения концепции ПИ ИОС геометрической подготовки учащихся на уровне общего среднего образования

С учетом проведенного анализа предложена развернутая концепция ПИ ИОС геометрической подготовки учащихся (табл. 1.1).

Таблица 1.1

**Развернутая концепция ПИ ИОС
геометрической подготовки учащихся**

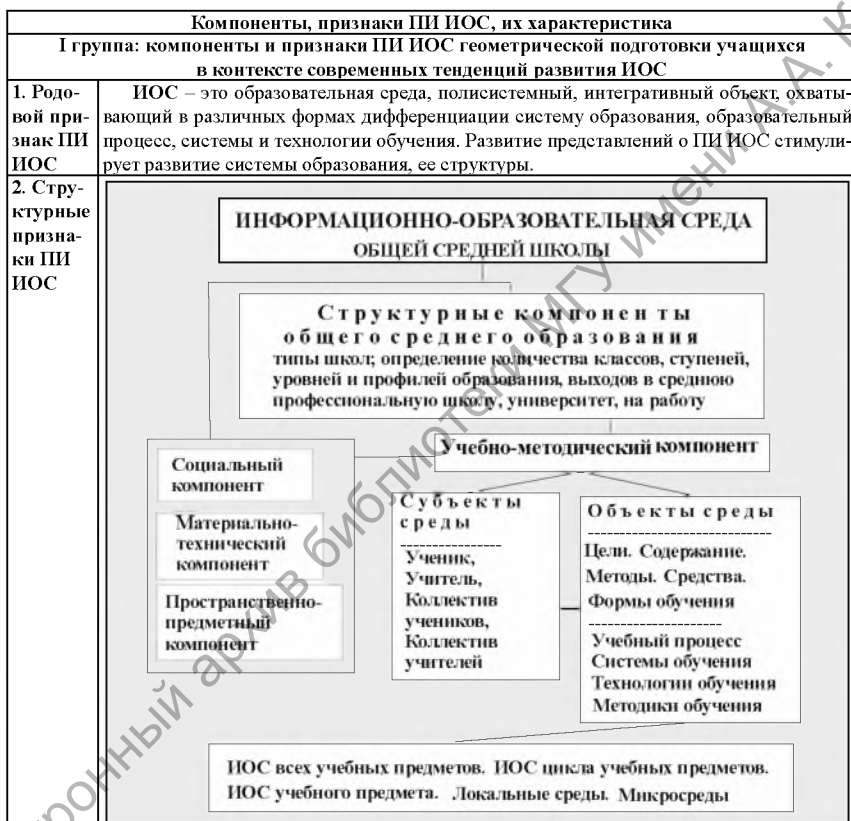


Рис. 1.1. Общая структура ПИ ИОС

Основными компонентами ИОС (рис. 1.1), которые при взаимодействии друг с другом образуют общую структуру ИОС, являются: структурные компоненты общего среднего образования, социальный, материально-технический, пространственно-предметный и учебно-методический компоненты. Над компонентами ИОС можно выполнять операции пересечения, объединения и дополнения. Компоненты среды делятся также на *субъекты* (ученики, учителя) и *объекты* (технологии, методики, средства обучения –

	традиционные и электронные и т.д.). ИОС можно представить в виде совокупности компонент – концентрических сфер, в центре которых находится субъект учебной деятельности (<i>субъектно-центрическая среда</i>). Каждая из этих компонент является также средой. Более детальная структуризация ИОС учебно-методического компонента по предметно-содержательному признаку приводит к ИОС, посвященным циклам учебных предметов, отдельным учебным предметам. Конкретизация ИОС в этом направлении приводит к понятиям локальной среды (ею может быть отдельный параграф учебной темы) и микросреды (например, в виде группы из 3-4 тесно связанных друг с другом задач). Структура ИОС и организационные формы обучения: школьная, внешкольная, обязательная, дополнительная, ИОС базового, повышенного, дистанционного обучения. Критерий организационного многообразия ПИ ИОС (типы школ, количество классов, ступеней, уровней и профилей и т.д.) определяется Кодексом РБ об образовании. Количество гимназий и лицеев – регулируемое многообразие (определяемое на региональном уровне), излишнее их количество приводит к снижению уровня обучения, как в самих гимназиях и лицеях, так и в базовой школе, а также в 10–11-х кл.
3. Тип ПИ ИОС	ПИ ИОС характеризуется как объектно-субъектно-формирующая среда, интегрирующая репродуктивные и креативные виды деятельности субъектов, с постепенным нарастанием элементов самоорганизации, самообучения и повышения продуктивности самостоятельной учебной работы. Реализация такой среды предполагает создание комплексной технологической модели ПИ ИОС, объединяющей разнонаправленные образовательные среды. Благодаря многоаспектности ИОС допускает избирательность по отношению ко всем компонентам учебного процесса. Регулярно проводимый выбор делает коллектив учащихся участником построения учебного процесса. Деятельность учащихся становится мотивированной и совместно осуществляются три уровня взаимодействия: объектный, объектно-субъектный, субъектно-субъектный.
4. Учебно-методический компонент – ядро ПИ ИОС	Учебно-методический компонент рассматривается в качестве ядра ИОС, как наиболее крупный компонент ИОС, являющийся (как и его составные части) также средой. Структура учебно-методического компонента ИОС определяется целями, образовательными компетенциями, содержанием, методами, средствами и формами обучения, которые в интегративном виде реализуются технологиями обучения. Сочетание технологий, удельный вес их применения в общей комбинации, последовательность применения образуют структуру учебно-методического компонента ИОС. ИОС учебно-методического компонента является совокупным условием и максимально крупным по силе воздействия интегративным средством образования. Характеризуется <i>системной ориентацией</i> на процесс обучения, дидактически регулируемым многообразием, многокомпонентностью, сложностью иерархической структуры, наличием противоположных признаков, допускающими возможность выбора, взаимное дополнение и замещение компонент с целью обеспечения <i>надежности и стабильности</i> функционирования, достижения <i>синергетического</i> образовательного эффекта (многообразие – один из структурных признаков сложной системы; теоретическим обоснованием его служит закон необходимого разнообразия У.Р. Эшби: разнообразие относится к информации, источникам ее производящим, каналам передачи, алгоритмам переработки; избыточность – признак сложных систем, обеспечивающий их надежность).
5. Системное отношение в ПИ ИОС	Характер деятельности субъектов, их взаимоотношения друг с другом и со средой определяют основное системное отношение в ПИ ИОС. ПИ ИОС ориентирует на эволюционный переход от традиционных к субъектно-субъектным отношениям, на сбалансированное применение ее противоположных признаков: репродуктивной и творческой деятельности, традиционных и электронных средств обучения и т.д.

6. Признак, задающий направления реализации перспективных и инновационных качеств ИОС

Инновационность ИОС учебно-методического компонента определяется ее ориентацией на ограничение традиционной технологии, на повышение мотивации, на подготовку учащихся к жизни в условиях информационного общества, на использование технологии креативного обучения, на формирование навыков оперирования большими потоками информации. Для устойчивого функционирования ИОС инновационные признаки должны непрерывно развиваться всеми компонентами учебного процесса, быть сбалансированными (охватывать не менее половины всего объема учебной деятельности по отношению к противоположным признакам). Инновационные направления вполне определенно обозначились в последнее десятилетие (*И.И. Циркун*), однако системной технологической реализации до сих пор не получили. Количественный критерий инновационности ИОС. Нарращивание инноваций предлагается осуществлять *эволюционным* путем, в виде последовательных итераций, начиная с некоторого стартового значения (10-15%). Для сравнения: в технико-экономических исследованиях подход считается инновационным, если удельный вес новизны в нем составляет более 15%, а продукт считается инновационным, если удельный вес новизны в нем не менее 25% (акад. *Е.Н. Каблов*). Основные направления реализации субъектно-креативного подхода в обучении математике, требующие развития на методологическом, технологическом и методическом уровнях: систематическое формирование на доступном материале навыков поисковой деятельности, доведение этих навыков до уровня, позволяющего учащимся действовать самостоятельно в новых ситуациях, создание ситуаций успеха такой деятельности, создание условий для развития креативных качеств личности для большинства учащихся. В конкретизированной форме отмеченные направления выражают следующие положения (рис. 1.2): а) субъектно-креативный подход предполагает организацию *креативной среды, дидактических ситуаций для выбора* (использование ситуативной методики), выбор при этом рассматривается как средство стимулирования субъектного подхода, мотивации; б) а также формирование навыков креативности до уровня, позволяющего действовать самостоятельно в новых ситуациях. Ситуативная методика – методика, основывающаяся на создании вариативных дидактических макро- и микроситуаций, ставящих ученика перед необходимостью *выбора* одного (или нескольких) вариантов из числа предложенных ученику или выявленных им самостоятельно. Критерий достигнутого уровня усвоения знаний и развития и их оценки: существующая в Республике Беларусь пятиуровневая система оценивания знаний может быть совмещена с построенной по аналогии системой развития креативных навыков: уровень узнавания поиска решения задачи, уровень воспроизведения поиска решения задачи, уровень применения поиска решения задач в стандартных ситуациях, в знакомых и незнакомых ситуациях.

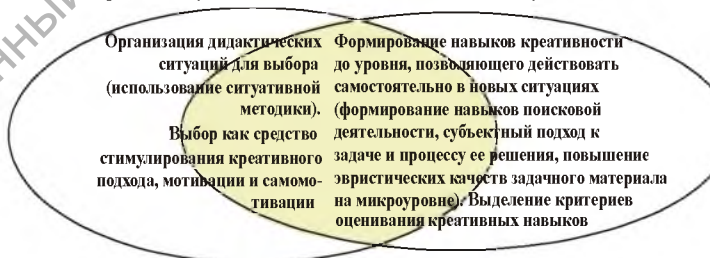


Рис. 1.2. Направления реализации субъектно-креативного подхода

7. При- знаки устойчи- вости ИОС	Устойчивость ИОС обеспечивается: а) сбалансированностью ее по противоположным признакам; б) наличием инвариантного каркаса, присущего как среде в целом, так и всем ее компонентам. Критерий устойчивости ИОС: устойчивость учебно-методического компонента обеспечивается применением идей фрактала и сопутствующих им классов эквивалентности – сохранением для сред различного масштаба концептуального, структурного, содержательного, технологического подобия, ориентацией на четко обозначенную систему диагностируемых образовательных компетенций учащихся. Специальные методы и средства проектирования ИОС – средовый подход, трансферы и фракталы. Наличие этих методов и средств и выступает в качестве критерия устойчивости.
II группа: признаки ПИ ИОС с позиции компьютеризации обучения	
8. При- знаки гло- бально компью- теризи- рованной ПИ ИОС	Критерий глобально компьютеризированной ИОС определяется в данном исследовании количеством n использования в учебном процессе компьютерных средств. При $n \approx 50\%$ (по существу на каждом уроке) предлагаем ИОС считать глобально компьютеризированной. Глобально компьютеризированная ИОС характеризуется большей многокомпонентностью, взаимным дополнением своих компонентов, позволяющими сброс и недостатки отдельных компонентов компенсировать подключением других, обеспечивая надежность функционирования ИОС. Глобально компьютеризированная образовательная среда характеризуется как открытая самоорганизующаяся нелинейная система, как инновационная ИОС: <i>ядром которой служит учебно-методический компонент, определенное информационное поле предметных областей знаний. Информация в ИОС представляется в виде совокупности согласованных, взаимно дополняющих друг друга сред, выступающих средством и условием формирования уровней усвоения знаний, развития и креативности; с системным использованием ситуативной методики – выбором определенного сочетания линейного и гипертекстового способов подачи информации, обеспечивающим оптимально разнообразным набором целей, содержания, методов, средств и форм обучения, дополняющих друг друга и обеспечивающих избирательный подход субъектами с учетом различных условий обучения. ИОС строится на основе эволюционной трансформации образовательной практики; выступающая средством интенсификации обучения</i> путем: 1) увеличения многообразия и совершенствования информационных технологий с привлечением «облачных» компьютерных систем искусственного интеллекта, машинного перевода, машинного зрения, оптического компьютера, квантового компьютера, безэкранный дисплея, голографии, 3D-принтера; 2) расширения и усиления инновационных функций ИОС (применения мультимедийных средств визуализации информации, средств интерактивности, оперативной помощи, самоконтроля, облегчающим переход к массовому креативному обучению). Компьютеризированная ИОС позволяет расширить среду общения, уровни субъектного взаимодействия. Наличие систематической помощи и самоконтроля в обучающих тестах (в электронных средствах обучения) позволит повысить продуктивность самостоятельной работы учащихся. В ЦТ предлагается сократить долю тестовых заданий с выборочным ответом и увеличить использование открытых тестовых заданий (с учетом опыта РФ).
III группа: признаки ПИ ИОС с учетом специфики геометрического образования	
9. При- знак фунда- менталь- ности содержа- ния обра- зования	Обеспечение целостности и фундаментальности содержания геометрического образования – необходимое условие устойчивости и перспективности ИОС. Фундаментальность содержания математического образования обеспечивается сбалансированностью традиционного содержания с содержанием классической и современной математики. В истории развития методики математики выделен примерный перечень таких тем: <i>в геометрии – координаты, геометрические преобразования, векторы; в алгебре – производная, определенный интеграл, элементы комбинаторики, теории вероятностей и математической статистики. Сбалансированное представительство</i>

	новых тем в курсах геометрии и алгебры. Введение и отказ от новых тем чаще вызывается организационными и структурными изменениями, недостаточно совершенной дифференциацией обучения, адаптацией к возрастным особенностям учащихся. Иногда видят выход в замене новых тем другими новыми темами, но не исключено, что эта замена может также носить кратковременный характер. Наблюдается устранение новых тем в геометрии, с одновременным расширением таких тем в алгебре. Это свидетельствует о необходимости новых подходов к реализации дидактических принципов фундаментальности содержания образования, соответствия содержания потребностям общества, единства содержательной и процессуальной сторон обучения, структурного единства содержания образования на разных уровнях его реализации в учебном процессе. <i>Средствами реализации этих принципов в данном исследовании служат средовый подход, трансферы и фракталы.</i> Устойчивость отдельных тем обеспечивается многообразием связей их с другими: изолированные темы, помещенные особенно в завершение учебного курса, как правило, исключаются. Целостность ИОС геометрической подготовки может быть обеспечена в виде комплекса мировоззренческих, методологических, теоретических и практических знаний. Значительный потенциал заключают в себе методологические знания – сведения о математических методах, – что подтверждает необходимость их включения в учебники.
10. Признак, задающий направление технологии ПИ ИОС	Технологический критерий ИОС. ПИ ИОС строится как объединение составляющих ее образовательных сред: среды традиционного обучения в ее современном состоянии, среды креативного обучения, крупноблочного изложения учебного материала и компьютерного обучения. ПИ ИОС характеризуется в системе трех координат: структура дидактического процесса, планируемые качества личности, достигнутые уровни усвоения знаний и развития. Ими определяется состояние субъекта на каждом данном этапе учебного процесса. Синергетический образовательный эффект ПИ ИОС возрастает, если она не ограничивается узкими методическими рамками одного учебного предмета, а относится ко всему их комплексу. Усиление инновационных признаков ИОС геометрической подготовки учащихся связывается нами с приобщением учащихся к <i>процессу построения теории</i>. Процесс построения теории может выступать в форме паразитирования теории путем присоединения к ней: а) единичных фактов на основе поиска способа их обоснования; б) группы фактов на основе поиска способа построения фрагмента теории. <i>Обучение решению задач связывается с обучением поисковой деятельности</i> (субъектный подход к задаче и процессу ее решения, организация задачного материала в виде совокупности микросистем задач, обладающих повышенной внутренней связностью, включение сведений о методах поиска и образцов поиска в учебники). Не все приемы поиска приемлемы в массовом обучении. Особая роль отводится <i>методам поиска, сопряженным с дедуктивным характером рассуждений.</i>
11. Общий критерий эффективности ПИ ИОС	Общий критерий эффективности ПИ ИОС: им служит наличие положительной динамики уровней усвоения знаний и развития. Приведенная концепция рассматривается как система аксиом, допускающая <i>неизоморфные модели</i>. Существование таких моделей – основной источник эффективного развития ПИ ИОС, признак ее открытости. Начало внедрения ПИ ИОС может быть отнесено к краткосрочной перспективе (в течение 2-3 лет). В краткосрочной перспективе осуществимы те компоненты, которые требуют незначительного обновления. Реализация инновационных компонент ИОС может носить бессрочный характер (от 10 и более лет).

1.1.5 Актуальные направления проектирования ПИ ИОС на уровне общего среднего образования (табл. 1.2, с учетом концепции ПИ ИОС)

Таблица 1.2

Актуальные направления проектирования ПИ ИОС

Направления проектирования ПИ ИОС и их характеристика	
1. Усиление субъектного начала ИОС	Ориентация ИОС на возрастные особенности учащихся общей средней школы; обеспечение открытости и широты доступа к ИОР; повышение интерактивности ИОР.
2. Технологическое триединство в обеспечении СП	Единство технологии обучения, технологии построения средств обучения и методики их применения. Под единством понимается взаимная ориентация процессов создания и применения средств обучения на базе средового подхода; реализуется на основе идей фрактала в форме концептуального, структурного, предметно-содержательного и технологического подобий.
3. Компьютеризация ИОС	Подготовка учащихся к жизни в условиях информатизации общества; компьютерная поддержка различных технологий обучения с целью повышения их эффективности, взаимного обогащения и развития. Предупреждение возможных негативных последствий.
4. Оптимизация способов введения нового содержания	Ограничение количества новых тем, излагаемых на систематической основе. Некоторые новые элементы могут появиться в задачном разделе, без выделения соответствующего теоретического материала, или распределены между курсами алгебры и геометрии.

1.1.6 Внедрение ПИ ИОС в практику обучения

Основные направления внедрения ПИ ИОС в практику обучения связаны с определением первоочередных организационных мер по реализации концептуальных положений ПИ ИОС, выбором этапов и форм внедрения. В процессе внедрения акцент делается на интегративном характере ИОС, на взаимодействии общей ИОС с локальными средами и микросредами (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Основные направления внедрения в практику обучения ПИ ИОС

Учет концептуальных положений ПИ ИОС	
1. Определение диапазона применений СП	Обеспечение применения СП к созданию и применению технологии обучения и ИОР, обеспечение развития креативных качеств личности: создание ИОС, компонентами которой являются ИОС различной степени локализации; подход к ПЗЭУ как к комплексу локальных ИОС; подход к индивидуальной образовательной траектории как к локальной ИОС; подход к элементам учебного материала, этапам урока с позиции образовательной микросреды; обеспечение самоуправления: обеспечение возможности выбора учеником доступной индивидуальной образовательной траектории; обеспечение

	диалогового интерактивного характера обучения; сочетание общения ребенка с компьютером и с традиционными формами общения; оптимальное сочетание индивидуальной, групповой и коллективной работы; принцип адаптивности, предполагающий разработку модели и профиля ученика.
2. Реализация эволюционного подхода	Эволюционный подход к внедрению инноваций в виде последовательных итераций: <i>направления инноваций</i> – повышение эффективности процесса обучения путем создания инновационной ИОС: подготовка учащихся к жизни в условиях информационного общества, формирование креативных качеств личности, умений ориентироваться в большом потоке информации, стимулирование мотивации, самоуправления, самообучения, самоконтроля; <i>уровень применения</i> – общепедагогический; <i>факторы и принципы развития</i> – фактор среды + генетический фактор (закономерности развития внутренних психических процессов); эволюционный подход к реализации инноваций. В теории систем известен принцип подготовки развития системы путем закладывания в ее структуру необходимой избыточности. Новые подходы к организации эволюции возможны в рамках фрактальной модели, гештальт-теории (гештальт как антипод системы), опирающейся на целостное симультанное восприятие, правополушарное мышление.
3. Поддержка субъектно-ориентированных целей	Развитие социальных и дидактических средств повышения престижа образования, мотивации обучения. Акцент целей – ориентация целей на инновации; <i>подход к ребенку</i> – субъектность, сотрудничество и помощь; ориентация на личностные структуры; <i>характер дидактической технологии</i> – субъектноориентированный, полидидактический, проникающий, приспособляющийся, пригодный для любого содержания.
4. Комплексный учет парадигм усвоения и развития	<i>Парадигма усвоения</i> = ассоциативно-рефлекторная + интериоризаторская + деятельностная; <i>парадигма развития</i> : создание креативной среды, резонансно стимулирующей развитие внутренних психических процессов; <i>тип управления познавательной деятельностью</i> : традиционные средства управления + компьютерные средства + усиление самоуправления.
5. Ориентация на перспективные методики обучения	<i>Ориентация на новые поколения компьютеров и организации информационных сетей</i> , реализация креативного обучения, отход от пассивного использования ИОР, использование в этих целях интерактивности компьютерных средств, обладающих способностью вступать в диалог с учеником, оказывать систематическую помощь, обеспечивать многократную проработку учебного материала; компьютер может использоваться при объяснении нового материала, закреплении, повторении, контроле, выполнении домашней работы. Он выполняет функции сотрудничества с учащимися, рабочего инструмента. Наличие сотрудничающего реального и виртуального коллектива. Виртуальный коллектив создается в целях имитации и стимулирования «живых» коллективных форм работы: проговаривание вслух, диалог, использование обычной классной доски и тетради, электронной интерактивной доски; <i>преобладающий метод</i> – многомерный метод = методы ситуативной методики + многократная проработка учебного материала на уровне микросреды + интерактивно-диалогический + информационно-операционный + проблемные методы. Многомерность обеспечивается методами обучения, охватывающими достаточно широкий диапазон уровней репродуктивной и продуктивной деятельности. Методы обучения трансформируются в методы изложения учебного материала и определяют взаимосвязанный характер содержания методов и средств обучения.

6. Выбор средств и форм обучения в условиях компьютеризации ИОС	Средства и формы обучения: наличие ИОС, включающей на современном уровне базы информации, гипертекст и мультимедиа (гипермедиа), микромиры, имитационное обучение, электронные коммуникации (сети), экспертные системы, многократное увеличение «поддерживающей информации», систематической помощи, ШЗУ проектируется как система локальных ИОС, обслуживающая все этапы образовательного процесса; <i>интегративная организационная форма</i> = коллективная + система малых групп + индивидуальная (в рамках классно-урочной системы с преобладанием мобильного урока).
7. Определение функций учителя в условиях компьютеризации обучения	<i>Дополнение функций учителя</i> – организация образовательного процесса на уровне отдельного класса, предмета, всего комплекса учебных предметов (график учебного процесса, внешняя диагностика, итоговый контроль); сочетание компьютерных и традиционных средств и форм обучения. Сочетание коллективных, групповых и индивидуальных форм обучения; индивидуальный «виртуально-человеческий» контакт с ребенком; компьютер представляет: источник учебной информации и развития; наглядное пособие; тренажер; средство самоконтроля; <i>компьютер как рабочий инструмент</i>: средство подготовки электронных текстов с помощью текстового редактора; выполнения графических изображений с помощью графического конструктора.
Этапы компьютеризации ИОС	
I–VI кл.	<i>Первоначальное ознакомление</i> с электронными средствами обучения (демонстрационное сопровождение учебного материала, тренинг, представление учебного материала в форме компьютерной игры).
VII–IX кл.	<i>Систематическое, глобальное использование</i> (в перспективе до 50%) электронных ИОР по всем учебным предметам.
X–XI кл.	<i>Качественное усиление роли компьютерных средств обучения</i>, их интеграция с традиционными средствами, углубленное применение интерактивного моделирования учебных ситуаций.
1. Выбор основной формы	Формы компьютеризации ИОС «Проникающая», предполагающая оптимальное сочетание с другими формами обучения – ознакомление с компьютером в различных формах организованного внешкольного и школьного обучения (дома и клубы для молодежи, секции, кружки, школы развития детей), постепенное эволюционное расширение компьютерного обучения (до 50%) по отдельным темам, разделам учебных курсов общеобразовательной средней школы для решения комплексных дидактических задач. Учитывая медицинские ограничения времени работы за компьютером и необходимость использования традиционных средств, доведение компьютерного обучения до 50% означает его использование почти на каждом уроке, что естественно рассматривать как достижение «полной глобализации», дальнейшее развитие компьютеризации осуществляется по пути совершенствования компьютерных сетей и контента.
2. Определение предельной формы	<i>Наиболее радикальная форма использования компьютеризации.</i> Последствия этой формы применения остаются неустановленными. Предположительно возможны негативные последствия от чрезмерного употребления (свыше 50%). К их числу могут относиться ухудшение навыков обычного письма, навыков чтения, навыков речи и как возможное следствие – признаки деградации мышления, формирование компьютерной зависимости.

1.2 Средовый подход к проектированию модели перспективно-инновационной среды геометрической подготовки учащихся

1.2.1 Трансферы как основное средство проектирования ПИ ИОС, создания ее инвариантного каркаса

Проблема метода и средств исследования является общенаучной (В.С. Степин). СП разрабатывается в данном исследовании в качестве основного теоретического метода проектирования ПИ ИОС геометрической подготовки учащихся: введено понятие СП, этому понятию придан самостоятельный методологический статус, приведена общая характеристика СП (см. Введение), впервые СП связан с идеями фрактала и взаимно обратных трансферов признаков инновационной ИОС на ее компоненты.

Реализация в процессе разработки СП закономерной связи между общей ИОС, локальными средами и микросредами. Эффективность локальной ИОС зависит от концептуальных особенностей более широкой ИОС, от характера взаимодействия ее с общей ИОС, причем эта зависимость носит взаимный характер. Если локальная ИОС (носящая даже инновационный характер) концептуально расходится с общей ИОС, то эффективность ее не может быть высокой. Отметить, что если ИОС в целом носит репродуктивный характер, то отдельные локальные среды, ориентированные на развитие креативных качеств личности не смогут достичь своих основных задач. С такой ситуацией приходится сталкиваться и в другом случае – когда применения электронных средств на уроках носят редкий, эпизодический характер. Эффективность локальной ИОС мы связываем с инновационными подходами к построению ИОС в целом. Преобразования должны вестись целенаправленно, эволюционным путем, в централизованном русле, всеми структурами системы образования.

Эффективность локальной ИОС повышается, если она представляет собой согласованную систему (комплекс) индивидуализированных ИОС и микросред. Степень согласованности повышается, если микросреда сохраняет системные связи локальной среды, является как бы уменьшенной копией более широкой среды. Построение микросреды при этом осуществляется на основе систематического применения идей фрактала в форме применения концептуального, предметно-содержательного, структурного и технологического подобию, содействуя

созданию и укреплению инвариантного каркаса инновационной ИОС. Ограничение степени локализации ИОС, ее индивидуализация сопровождается снижением ее гетерогенности, повышением целенаправленности и, наряду с этим, сохранением определенной избыточности информации даже в микросреде, позволяющей осуществлять многократную всестороннюю проработку изучаемого учебного материала. Средством реализации потенциальной эффективности служит проектирование ИОР как системы взаимосвязанных, усиливающих друг друга локальных сред и микросред. Более широкая ИОС не может быть инновационной, если таковыми не являются микросреды.

Трансфер (перенос, проецирование) инновационных признаков ПИ ИОС на учебно-методический компонент. Перенос на учебно-методический компонент общих признаков инновационной ИОС: целостности, многокомпонентности, многообразия, гетерогенности, обладания сложной структурой. Этими признаками обладают, как правило, синергетические (саморазвивающиеся) системы. Дидактическая система может обладать признаками саморазвивающейся в позитивном направлении системы при наличии специальных условий. Синергетические возможности ИОС порождаются ее интегративными свойствами, наличием разнообразных локальных зон, обеспечивающими и стимулирующими избирательный подход со стороны ученика, адаптацию к различным субъектам образовательного процесса. Оптимально многообразная ИОС с совершенными коммуникационными средствами обеспечивает необходимые возможности для выбора, взаимного дополнения и при необходимости замены различных ее компонент, повышая тем самым надежность функционирования ИОС и вероятность того, что школьник найдет в ней свое место для успешной деятельности. Многообразие ИОС подчеркивает объективную необходимость ситуативной методики. Критерием оптимизированного многообразия является обеспечение целостности ИОС и надежности ее функционирования. Многообразие должно быть востребовано процессом обучения. Особенно это положение касается дорогостоящих компонент ИОС и, прежде всего, ИОР. Многообразие каждого компонента ИОС может устанавливаться теоретически и на основе учета реально существующего многообразия в практике обучения. Возможные «ножницы» указывают направления оптимизации многообразия (в сторону сокращения или увеличения). Возможность выбора делает ученика не только пользователем определенной ИОС, но и участником создания индиви-

дуальной локальной среды. Многоканальность, наличие параллельных потоков информации, варьирование информации по цели сообщения, объему, содержанию, средствам, методам и форме подачи, использование индивидуальных траекторий разноуровневого и разновариантного обучения – все это различные грани динамичного СП.

Перенос на учебно-методический компонент инновационных признаков, порождаемых компьютеризацией обучения. К числу таких признаков относятся:

1) Подготовка учащихся к жизни в условиях информационного общества, ориентация (в условиях компьютеризации обучения) на здоровьесберегающие технологии, формирование креативных качеств личности, умений ориентироваться в большом потоке информации.

2) Обращенность к проблеме развития учащихся, развития креативных качеств личности, использование в этих целях информационных технологий (исходим из того, что компьютерная поддержка только традиционных подходов заведомо окажется малоэффективной). Многообразие в этом плане требует значительного расширения и в практике школы реализуется недостаточно. Необходимо усиление субъектного подхода с учетом возрастных возможностей учащихся, увеличение количества локальных зон усиленной креативной активности различных субъектов, индивидуализированных зон их ближайших интересов, познавательной деятельности и развития (какие цели культивируются, на каком содержании учебного материала, какими методами, средствами и формами обучения, в какой мере). При этом необходимо определиться с соотношением различных типов взаимодействия учителя и ученика. Это соотношение может быть динамичным, характеризующимся постепенным сокращением прямого воздействия, доводя поэтапно удельный вес его до 50%. Соответственно этому опосредованное влияние постепенно увеличивается до 50%. В аналогичных соотношениях увеличиваются продуктивные виды деятельности: проблемное изложение в учебнике, проблемные методы обучения. Систематическое обучение учащихся навыкам поисковой деятельности в доступных для них новых ситуациях рассматривается в данном исследовании в качестве главного пускового механизма активизации субъектного начала ИОС. В связи с этим для широкого распространения рекомендуется новый вид урока – мобильный, комбинированный урок, обязательным признаком которого является сочетание репродуктивных и продуктивных видов деятельности.

3) Использование компьютеризации обучения в качестве средства его интенсификации (прежде всего, за счет обеспечения целостности ИОС). С обеспечением школы электронными образовательными ресурсами многообразие ИОР по своему количественному составу приближается к оптимальному (имея в виду весь комплекс традиционных средств обучения – разноуровневые пособия и задачки, пособия для факультативных занятий, материалы централизованного тестирования, многочисленные пособия для конкурсных экзаменов и репетиторской подготовки). По другим признакам многообразие ИОР далеко от оптимального состояния, прежде всего, из-за ограниченности отражаемых в них целей обучения: цели не носят субъектноориентированный характер, представляют в основном репродукцию готового знания. Последнее обстоятельство закрепляется в методах и формах обучения, в методах изложения учебного материала в учебнике. Введение электронных образовательных ресурсов призвано интенсифицировать учебный процесс, активизируя потенциальные возможности креативного обучения. Этот признак становится особенно актуальным в условиях сокращения содержания учебного материала и количества часов на школьную математику и особенно на геометрию. Не всякая ИОС отвечает этой задаче. Инновационная ИОС может стать средством такой интенсификации, предусматривать активное взаимодействие и систематическую вариативную помощь, она не оставляет ученика наедине с затруднениями, порой для него непреодолимыми. Благодаря этому, окажется возможным вовлечение и погружение ученика в среду. В данном исследовании подчеркнем тот факт, что инновационная ИОС (если связывать ее с традиционными дидактическими понятиями) представляет собой наиболее широкую вариативную систему с субъектноориентированными целями, содержанием, методами, средствами и формами обучения – комплексную систему обучения, охватывающую весь процесс обучения. Она включает в себя как школьные, так и внешкольные формы обучения. ИОС выполняет информативную, обучающую, развивающую и воспитывающую функции. В нашей трактовке понятия СП и субъектного подхода находятся в отношении пересечения с такими понятиями, как адаптированное обучение, персонализированное обучение, индивидуализированное обучение. ИОС не рассматривается как нечто данное и неизменное, она создается, формируется, преобразовывается на тех или иных концептуальных началах. Недостаточная реализация СП сказывается и на составе компонент ИОС, и на их разобщенности (разобщенности содержания, методов и форм обучения).

4) Обеспечение системного синергетического эффекта компьютеризации среды за счет усиления влияния компонент ИОС друг на друга. К примеру, 10-15% продуктивных видов деятельности в одном учебном предмете (реализованных компьютерными средствами) будут давать один дидактический эффект, а 10–15% этих видов деятельности в каждом учебном предмете – больший эффект (это значение можно принять в качестве «стартового», доводя его постепенно до 50%).

1.2.2 Теоретико-методическая модель проектирования ПИ ИОС

Инновационные признаки – основной инвариант трансфера. СП может «тиражировать» любые признаки ИОС (в том числе малопродуктивные). Метод проектирования во многом определяется объектом проектирования. Поэтому характеристику СП как основного метода проектирования ИОС будем связывать с инновационными признаками ПИ ИОС:

- СП исходит из того, что среда как максимально широкая образовательная сфера концентрирует усилия всех субъектов, оказывает максимальное влияние на них – образование, ориентированное на развитие учащегося, невозможно преподнести в готовом виде. Его можно лишь обеспечить организацией такой среды, которая бы, основываясь на широком использовании информационных технологий, максимально способствовала развитию учащихся;

- СП предполагает его применение как при проектировании отдельного ИОР, так и комплекса ИОР по данной предметной области: среда для изучения теории, среда для выработки креативных навыков, среда для тренинга, среда для контроля и самоконтроля. Систематическая организация таких сред в ИОР, при выборе методов и форм обучения, технологии обучения в целом обеспечивает применение идей концептуального, предметно-содержательного, структурного и технологического подобию и создание за счет этого инвариантного каркаса ИОС;

- для СП характерно наличие системы мер, направленных на вовлечение и погружение учащихся в образовательную среду. Достигается это: привлечением учащихся к постановке целей обучения, к выработке планов действий; к их отражению в специальных экспертных системах, облегчающих процесс целеполагания; повышением мотивации обучающихся при использовании информационных и телекоммуникационных технологий, усилением эмоционального фона образования;

ориентацией на достижение конкретных учебных целей и освоение конкретных действий;

- исходной установкой для СП является предоставление максимально широкого поля доступной самостоятельной деятельности учащихся; стимулирование исследовательской роли в учебном процессе – в процессе поиска решения задач; роли конструктора – при работе с графическим конструктором; роли виртуального субъекта – в игровых обучающих программах, диалогах;

- СП предполагает создание специальной среды, обеспечивающей интегративное воздействие на различные органы чувств. Высокая наглядность представления учебного материала с помощью визуализации и моделирования явлений в динамике: демонстрация быстротекущих и медленных процессов (трансформация времени), крупных и микроскопических объектов (трансформация пространства) и самое трудное – повышение наглядности процесса рассуждения, уплотнение информации, что особенно актуально при обучении математике (трансформация информационного поля). Высокая наглядность позволяет ученику получить максимальное совокупное впечатление, стимулирующее дальнейшее саморазвитие;

- СП применим к разработке широкой компьютерной сети образовательных средств, ее контента. С позиции ИОС может рассматриваться предметное содержание, его функции, структура;

- для СП характерно широкое использование интерактивных информационных технологий. Возрастает связность среды за счет обеспечения широкой сферы контактов; возможности общения через Интернет; применения активных, деятельностных методов и форм обучения: совместных сетевых проектов, компьютерных деловых игр, проблемного метода, обучения через открытия, подкрепляемых компьютерными банками информации, развитой поисковой системой, экспертными системами поддержки принятия решения;

- для СП характерно широкое использование возможностей информационных и телекоммуникационных технологий в индивидуализации образования, в построении динамической модели ученика, в использовании разноуровневой систематической помощи, в обеспечении ученика средствами ориентирования в материале и непрерывного отслеживания своих успехов;

- СП максимально способствует повышению актуальности и новизны содержания путем обновления учебного материала электронных средств обучения, выбора индивидуальной траектории обучения;

– СП с помощью гипертекстового представления материала стимулирует привлечение учащихся к структурированию учебного материала, разделению его на логически целостные, дробные или укрупненные блоки; выделению главных идей и подчиненных мыслей.

Основные положения средового подхода. Теоретико-методическая модель проектирования ПИ ИОС. Обобщая изложенное выше, приходим к необходимости введения специальной дидактической категории «*средовый подход к проектированию учебно-методического компонента ИОС*», характеризуемый следующими основными положениями.

СП к проектированию ИОС и ее учебно-методического компонента на уровне общего среднего образования – это теоретический метод: а) целью применения которого является разработка теоретической модели ИОС и модели ее проектирования, ее ядра, отвечающим современным социальным запросам общества, сбалансированным относительно традиционных и инновационных признаков, ориентированным на постепенное, эволюционное преобразование образовательной практики в заданном перспективном направлении; б) результатом применения которого является создание определенной теоретико-методической модели проектирования ИОС. На основании проведенного выше анализа в данном исследовании предлагается следующая *теоретико-методическая модель проектирования ИОС* (рис. 1.3); в) средством реализации которого служат взаимно обратные трансферы (переносы) признаков инновационной ИОС на локальные среды и микросреды, сохраняющие подобие. Трансферы позволяют упорядочить процесс проектирования ИОС путем поддержки различных видов подобия соответствующей методологией, технологией и методикой проектирования ИОС. Трансферы $T_{1,3,5,7,9}$ обеспечивают перенос инновационных признаков ИОС на ее компоненты с точностью до концептуального, содержательного, структурного, технологического и методического подобий. Обратные трансферы $T_{2,4,6,8,10}$ дают информацию о целесообразном масштабе распространения инновационных признаков, о местах их локализации в общей ИОС. Переносы образуют циклическую структуру, обеспечивающую взаимную связь всех этапов проектирования ИОС; г) ориентированный на создание устойчивой ИОС: в результате трансфера одна ИОС преобразуется в другую ИОС, отличающуюся от первой масштабом, объемом, насыщенностью, детализацией, соотношением традиций и инноваций. С позиции общего понятия среды может быть рассмотрен комплекс ИОР, отдельный учебник, отдельная его глава, параграф, отдельный элемент

учебного материала (определение, теорема, доказательство, задача). *Сохранение инновационных признаков ИОС – основной инвариант трансфера.* Цель применения идей фрактала и трансфера – расширить область применения инноваций, усилить образовательный синергетический эффект общей среды и входящих в нее локальных сред. Обеспечение различных видов подобия между ИОС в целом и ее компонентами создает инвариантный каркас инновационной ИОС (в виде классов эквивалентности), обеспечивающий ее *устойчивое функционирование*. Высказанные положения приняты в данном исследовании за один из ведущих принципов проектирования ИОС – *принцип СП*.

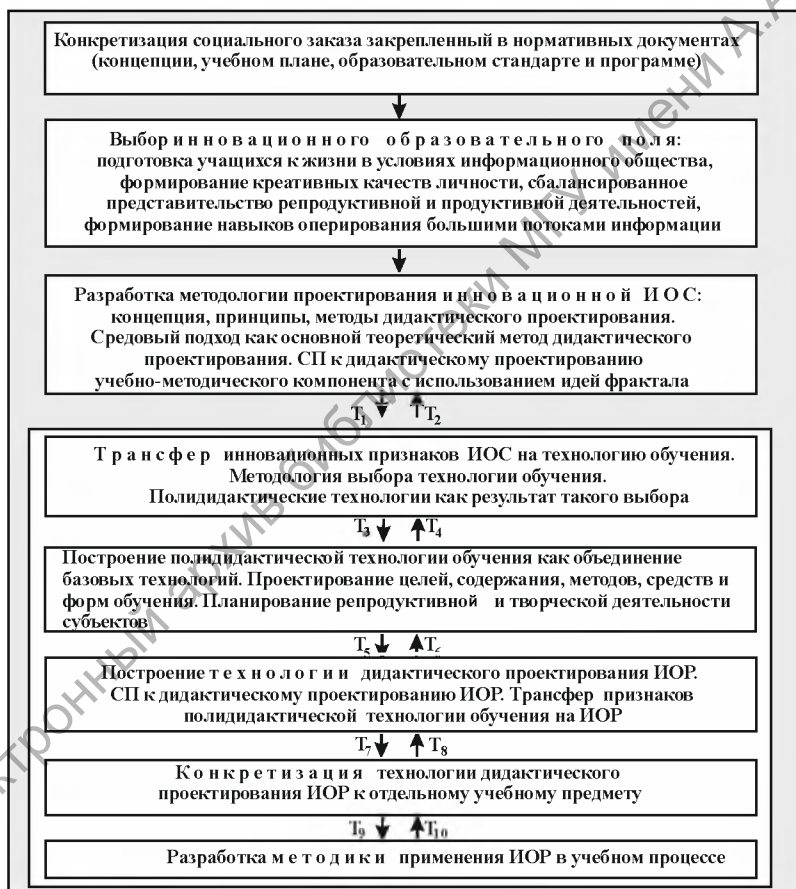


Рис. 1.3. Теоретико-методическая модель проектирования ПИ ИОС

Для целенаправленного применения СП необходимо упорядочить ИОС по степени локализации различных признаков. Упорядочивание ИОС по степени локализации коммуникативной сети представлено в таблице 1.4. Приведенной таблицей мы хотели подчеркнуть принципиальное методологическое положение: локальные ИОС и микросреды обладают наиболее характерными признаками среды, они ограничены лишь в масштабах информационного поля; поэтому при проектировании ИОР правомерно подходить к нему как к ИОС.

Таблица 1.4

ИОС различной степени локализации

Степени локализации коммуникативной сети ИОС				
Межгосударственная ИОС	Общегосударственная ИОС	Региональная ИОС	Внутришкольная ИОС	Индивидуальная ИОС
Степени локализации информационного поля ИОС				
ИОС, охватывающая комплекс различных учебных предметов	ИОС по отдельному учебному предмету	Комплекс локальных ИОС	Отдельная локальная ИОС	Отдельная образовательная микросреда

1.2.3 Конкретизация теоретико-методической модели проектирования ПИ ИОС геометрической подготовки учащихся

Методическая интерпретация свойств ИОС. Общие свойства ИОС (целостность, многокомпонентность, быть интегральной зоной непосредственной креативной активности субъекта, зоной его ближайших интересов, познавательной деятельности и развития) при проектировании ИОС и ее компонентов предполагают определенную дидактическую и методическую интерпретацию. Интерпретация осуществляется соответствующими теоретико-методическими концепциями, принципами, требованиями, моделями, технологиями – выступающими регуляторами, определяющими методологию проектирования (см. рис. 1.3). При этом учитывается состояние ИОС по субъектам и по объектам (уровни знаний, развития и креативности учащихся, способность учебных средств, методик и технологий обучения разрешить выявленные противоречия и затруднения).

Регулируемое многообразие как средство обеспечения целостности и надежности функционирования ИОС. Многообразие предназначено для обеспечения целостности ИОС, надежности ее функциони-

рования. Наиболее широкое многообразие учебно-методического компонента ИОС задается всеми составляющими учебного процесса (целями, содержанием, методами, средствами и формами обучения) в различных вариантах их наполнения и может быть выражено количеством различных уроков. Подсчеты показывают, что это количество достигает порядка миллионов, в реальной же практике оно зачастую «сводится» к нескольким однотипным, каждодневно повторяющимся урокам. Подсчитанное многообразие уроков требует сокращения, а многообразие в практике обучения – расширение.

Регулирование многообразия ИОС и форм дифференциации обучения. Это регулирование требует уточнения социального заказа общества, приоритетов в отношении математического, естественнонаучного и гуманитарного образования (рост промышленно ориентированной экономики Республики Беларусь возможен в условиях постоянного внимания к математическому и естественнонаучному образованию, постоянной поддержки инженерно-технологических профессий). Для Республики Беларусь достаточно затратной оказалась поддержка трех уровней обучения (базового, повышенного и углубленного). Совмещение базового и повышенного уровней в одном УКМ не позволило повышенному уровню проявить себя в качестве самостоятельного полноценного уровня обучения. Малоэффективными являются факультативные занятия, часто превращающиеся в дополнительные занятия с отстающими, занятиями по выполнению домашнего задания, по повторению пройденного и являющиеся, по существу, занятиями в рамках базового уровня. Выделение дополнительного 1 ч на повышенный уровень и 1 ч на факультативные занятия вместо неэффективного их распыления могло бы послужить основой для организации самостоятельного уровня обучения. Отметим, что в зарубежной практике, как правило, на математику отводится не менее 5 ч в неделю (к тому же обучение часто является 12-13-летним).

Регулирование многообразия ИОС и обеспечение полноты структуры УКМ. Многообразие ИОС должно соотноситься с общей структурой дидактического процесса и соответственно со структурой УКМ. Неполное отражение дидактического процесса приводит к его деформации и снижению результатов обучения. Эта ситуация прослеживается в большинстве случаев сведения УКМ к традиционному учебнику, объединяющему теорию и задачник.

Приведем возможное расширение структуры УКМ (на традиционном и электронном носителях). Каждый параграф теории содержит

разделы: систематическое изложение теории, дополненное интерактивными средствами (1-я проработка теории); конспект теории с пропусками для самостоятельного заполнения их учащимися (2-я проработка теории); построения геометрических фигур, изучаемых в данном параграфе, с помощью графического конструктора (3-я проработка теории). Задачный материал представлен разделами: креативного обучения (в этом разделе показывается поиск решения задач, ведется тренировка поисковой деятельности); задачный раздел-тренинг (решение ведется в основном без поиска); задания для самоконтроля и контроля. Вторым компонентом бинарного УКМ (после традиционного учебника) служит либо ШЭУ, имеющий такие же структурные разделы, либо комплекс компьютерных модулей, посвященный отдельным указанным разделам. Каждый из названных компонентов строго дозирован по объему предметного содержания и точному следованию возложенных на него дидактических функций.

Регулирование многообразия ИОС и многообразия содержания образования. Различные в концептуальном отношении ИОС определяют различные ИОР. Основное направление интерпретации этого соответствия связывается нами с обеспечением целостности и фундаментальности предметного содержания, с созданием совокупности сред, обеспечивающих мотивацию обучения, выбор индивидуальной траектории обучения, создание новых условий для понимания, усвоения и развития, интенсификацию обучения, многократную проработку, повышенную интерактивность. Такие признаки ИОС как многообразие, сложность структуры применительно к предметному содержанию должны сочетаться с ограничениями количества учебных предметов и тем.

Разнообразие задачного материала должно ограничиваться их *типизацией*, создающей баланс поисковой и тренировочной деятельности. Ограничение многообразия дает дополнительные возможности повышения устойчивости ИОС.

Регулирование многообразия содержания образования с учетом эталона конечного результата обучения. Усиление роли технологичного подхода подчеркивает необходимость формирования эталона конечного результата обучения. При этом эталон конечного результата целесообразно задавать не в дескриптивной (описательной) форме, а в виде конкретной системы задач, задающих обязательный уровень умений по завершению учебной темы или годового учебного курса. При отсутствии такого эталона его роль начинают играть иные сред-

ства, например, задания Централизованного тестирования. Регулятивная функция этих заданий определяется соотношением в них алгебраических и геометрических задач, соотношением алгоритмических задач и задач на доказательство. На данный момент указанные соотношения не являются оптимальными: задачи на доказательство не представлены вообще, не представлены конструктивные задачи по геометрии, доля геометрических задач непропорционально занижена. Практика обучения, приспособляясь к этим пропорциям, порождает определенную тенденцию к снижению геометрической подготовки учащихся. Устранение указанных диспропорций необходимо при регулировании предметного содержания с целью повышения качества образовательной среды по математике в целом.

Регулирование многообразия предметного содержания на уровне микросред. Доступность обучения повышается, если разнообразие, свойственное ИОС, проявляется не на уровне общего количества тем, а на уровне индивидуальных траекторий и *микроуровне* – применительно к отдельным элементам учебного материала (отдельному определению, отдельной теореме, отдельному доказательству, отдельной задаче, способам решения и т.д.). Это снижает довольно распространенный формализм в изложении, увеличивает количество встреч с каждым элементом учебного материала, многосторонний подход к нему, в итоге – глубину проработки и усвоения, повышение компетентности учащихся, закономерно создающие необходимые условия для развития креативного подхода. Проектирование микросреды на уровне отдельного элемента учебного материала предполагает использование многообразия связей, свойственных более широкой среде (параграфу учебника, определенной учебной теме). В этом случае можно сказать, что микросреда с точностью до подобия сохраняет основные черты более широкой ИОС.

Каждый компонент технологии обучения при СП, отражаясь в микросреде, сохраняет *основное свойство* – *быть средой*. Цели становятся микросредой, если их неоднократно переформулируют, дробят, укрупняют, к их формулированию привлекают учащихся, создают ситуации для выбора целей. Содержательный компонент становится микросредой, если он представляет не только формально-логическое содержание, но и методический аппарат, повышающий интерактивность ИОР, доступность этого содержания.

Фрактальная модель микросред на теоретическом материале (в сравнении с традиционной). Традиционная группировка: Df 1, теоре-

ма 1, доказательство теоремы 1, теорема 2, доказательство теоремы 2, Df 2-3, теорема 3, доказательство теоремы 3; *фрактальная группировка микросред*: первая микросреда – Df 1-3, вторая микросреда – теоремы 1-3, третья микросреда – доказательства теорем 1-3. Принципиальное отличие от традиционной модели состоит в том, что каждая из приведенных микросред, неоднократно повторяясь, подобна локальной среде в концептуальном, предметно-содержательном, структурном и технологическом отношении. Геометрическая микросреда состоит из текстовой и графической частей.

Первая фрактальная модель микросред на задачном материале (в сравнении с традиционной). *Традиционная группировка*: задача 1 относится к одному понятию, задача 2 – ко второму и т.д.; *фрактальная группировка задач в виде микросреды*: математическая ситуация 1 и группа задач, связанная со всеми понятиями параграфа, математическая ситуация 2 и группа задач, также связанная со всеми понятиями параграфа и т.д. Как и выше, каждая из приведенных микросред, неоднократно повторяясь, подобна локальной среде в концептуальном, предметно-содержательном, структурном и технологическом отношении. Концентрация свойств более широкой образовательной среды в микросреде приводит к укрупнению информации, содержащейся в микросреде; в результате СП оказывается тесно связанным с общей идеей крупноблочного изложения и дает новый подход к ее реализации.

Вторая фрактальная модель микросред на задачном материале. Подбирается небольшая группа (микросистема) задач, являющиеся типичными представителями многообразия задач к данному параграфу (часто такие задачи называются *ключевыми*). Эти задачи помещаются перед остальными, с них начинается решение задач. Остальные задачи – тренировочные, составленные на основе типизации ключевых задач. Набор ключевых задач сохраняют все виды подобия по отношению ко всей системе задач данного параграфа.

Фрактальные модели организации креативного обучения. Развитие креативности проходит несколько возрастных пиков и носит колебательный характер (*Е.П. Торренс*). Пики приходятся на возраст в 5, 9, 13 и 17 лет. Неэффективное использование отмеченной закономерности приводит к невосполнимым потерям и пики креативности могут оказаться «пиками» упущенных возможностей (известно, что в рамках репродуктивной деятельности креативность оказывается не востребованной). Необходимость усиления креативного подхода подсказывает

ся данными экспериментального изучения традиционной ИОС, которые свидетельствуют о том, что на первых трех уровнях усвоения знаний (узнавания, воспроизведения и простейших применений теории по образцам) останавливается до 73%, т.е. подавляющая часть учащихся остается за пределами креативного поля. Со стереотипами репродуктивного мышления дети выходят уже из начальной школы.

Первая фрактальная модель организации креативного обучения основана на регулярном использовании проблемно-исследовательских методов одновременно в средствах и методах обучения: при изучении теоретического материала – ознакомление учащихся с поиском доказательств теорем, с методами поиска, построение «маленьких теорий»; при решении задач – формирование навыков поиска решения, связывая их не столько с решением задач повышенной сложности, сколько с креативным подходом к решению субъективно новых, в основном, задач средней сложности. Эта модель позволяет обеспечить доступность креативного обучения для подавляющей части учащихся. Задачи с поиском идут впереди тренировочных задач, составляющих большую часть задачного массива. Тем самым конкретную методическую интерпретацию получает основное положение развивающего обучения, состоящее в опережающем развитии мышления, которое становится локомотивом, способным повести за собой умственное развитие ребенка в целом, обеспечивая его готовностью самостоятельно использовать свой творческий потенциал.

Вторая модель основана на систематической организации креативных процессов формирования обобщенных учебных навыков интеллектуальной проработки учебного материала, излагаемого в учебнике репродуктивно, в готовом виде, на создание условий для перевода этих навыков во внутренний план. В этих целях может использоваться достаточно широкий набор приемов – воспроизведение информации в видоизмененной форме, синхронная структуризация текста и графики, укрупнение информации с помощью специальных дидактических приемов.

Третья модель предполагает систематическое применение стимулирующей системы оценивания креативных навыков, удобной для учителя и понятной учащимся (аналогичной 10-ти балльной системе оценивая усвоения знаний). Различные модели осуществляются одновременно, параллельно друг другу, систематичность их применения обеспечивает единообразие подобия в образовательных средах всех масштабов.

СП как методологическая основа объединения различных подходов к обучению. Многообразие характеризует внутреннюю природу ИОС, поэтому СП в данной работе рассматривается как основа интеграции ведущих подходов и идей к обучению (системно-интегративного подхода, идей надежности, стабилизации и синергетики системы, стратегии внедрения инноваций, субъектно-креативного, эволюционного, компетентностного подходов, идей глобально компьютеризированной ИОС, дидактической интерпретации идей фрактала).

1.3 Принципы проектирования перспективно-инновационной среды геометрической подготовки учащихся

Разработка принципов проектирования ПИ ИОС геометрической подготовки учащихся ведется в тесной связи с принципами современной дидактики, с учетом тенденции их развития.

1.3.1 Состав принципов и направления их развития

Состав принципов. Развитие перспективно-инновационных подходов к ИОС, в частности, ее компьютеризация, сказывается на всей системе дидактических принципов. Иногда встречаются предложения, граничащие с заменой существующих принципов принципами компьютерной дидактики. Следуя этой логике, говорят о существовании компьютерной и некомпьютерной дидактики, о субъектной и объектной дидактики и т.п. Более точными, на наш взгляд, являются термины «компьютерно-ориентированная дидактика», «субъектно-ориентированная дидактика» и т.п. При этом «новые дидактики» не противопоставляются «классической дидактике», выступают как новый этап ее развития. Одним из таких стратегических ориентиров в разработке принципов проектирования ПИ ИОС является изложенная выше ее концепция. Особенно важны *принципы научности и интегративности* (оба эти принципа вызываются сложностью проектируемого объекта).

Вектор расширения принципа научности: от принципа предметной научности к принципу психолого-дидактической обоснованности формирования ИОС. Вопрос о трактовке принципа научности

применительно к ИОС также относится к сфере методологии. Традиционно используется узкая трактовка этого принципа, ограничивающаяся рамками предметного содержания учебного курса: установление связи между содержанием науки (в нашем случае – математики) и учебным курсом, обеспечение точности, ясности, доступной строгости изложения, ознакомление с методами научного познания, организация исследовательской деятельности учащихся. В такой трактовке данный принцип больше всего влияет на содержание обучения, на остальные составляющие образовательного процесса его влияние не столь заметно и во многом носит опосредованный характер. В таком виде считать принцип научности исчерпанным нельзя. Расширенная трактовка призвана охватывать все стороны ИОС, обеспечивать возможность непосредственного влияния принципа научности на цели, средства, методы и формы обучения, на характер деятельности субъектов. Если, к примеру, некорректно ставятся цели обучения, или неправильно применяются средства, методы и формы обучения, или выхолащивается суть тех или иных технологий обучения, то, как такое обучение можно считать научным? Наряду с предметной научностью необходима и психолого-дидактическая научность, предполагающая научное обоснование возможных сочетаний образовательных парадигм. Такое обоснование опирается на выявление сходства объединяемых парадигм, точек их соприкосновения, динамику взаимодействия, определение удельного веса каждой из них, выделение ведущей, на оценку возможности объединения парадигм в формировании целостной ИОС. Взаимное дополнение указанных двух видов научности позволяет охватить все многообразие вопросов формирования ИОС.

С учетом изложенного, предлагаются следующие две группы принципов научности: а) принципы психолого-дидактической обоснованности проектирования ИОС: принцип средового подхода (изложен выше в связи с характеристикой средового подхода), обоснованного сочетания образовательных парадигм, принцип креативности; б) научности предметного содержания учебного курса (в расширенной трактовке).

1.3.2 Принцип креативности

Характеристика принципа креативности. Понятие «креативность» (от лат. creatio – созидание) введено *Д. Симпсоном* в 1922 г. *Креативность* – способность к творчеству, к преобразованию инфор-

мации при отказе от стереотипных способов мышления; независимый фактор одаренности. В психологии существуют многочисленные подходы к определению творчества и креативности, вызванные многоаспектностью и близостью данных понятий. Отмечаются также и их различия. По *Т.А. Барышевой и Ю.А. Жигалову* понятия «творчество» и «креативность» дифференцируются: первое выступает как процесс и результат, второе – как субъективная детерминанта творчества. Значительная часть исследований ведется в контексте понятий «способность» и «одаренность» в их наиболее высоких уровнях проявления (отсюда внимание к школам и классам с математической специализацией, олимпиадам и т.д.). Не меньшая часть исследований исходит из того, что творческий потенциал присущ каждому человеку и степень его проявления и развития зависит как от генетических задатков, так и от свойств среды (*В.Н. Дружинин*, например, говорит о людях высоко- и низко креативных). По мнению *Д. Игнатьева* существует миф о том, что креативность – это удел немногих гениев, недоступный большинству людей. Как утверждает этот автор, на самом деле секрет креативности состоит не столько в создании гениальных глобальных идей, сколько в умении генерировать малые идеи и, больше того, – в умении малые идеи превращать в большие. Для методики математики наиболее приемлем подход, в котором считается, что уровни интеллекта и творческих способностей взаимосвязаны, но не совпадают: нет креативов с низким интеллектом, но есть интеллектуалы с низкой креативностью (*Е.П. Торренс*). Креативность включает в себя не только интеллектуальный потенциал, но и поведенческие навыки – стремление к мотивации, эмоциональному самовыражению, повышению уровня компетентности и т.д. Замечено, что как низкая, так и высокая компетентность мешают креативному процессу. Исследователи отмечают также и такое явление, когда креативы испытывают затруднения в осуществлении репродуктивной деятельности (например, предпочитают пользоваться справочниками, чем запоминать формулы). Выделяют различные разновидности креативности: личностная и поведенческая (*В.Н. Дружинин*); интеллектуальная и поведенческая (*И.А. Снегова*); словесная, изобразительная, словесно-звуковая (*Е.П. Торренс*); специализированная креативность. Иногда используют возрастной признак: *ранняя и поздняя* креативность. У различных лиц указанные способности развиваются в различной степени, в различных сочетаниях и обусловлены особенностями взаимодействия полушарий головного мозга.

Креативность чаще рассматривается как интегральная способность к творчеству, имеющаяся в наличии у человека, и как потенциальная способность к творчеству (что особенно важно учитывать в обучении), которая может как развиваться, так и тормозиться. Это направление применительно к уровню общего среднего образования до сих пор остается недостаточно исследованным и востребованным в массовой практике.

Креативность характеризуется следующими компонентами творческого потенциала человека: а) творческие способности (интуиция и воображение, конвергентное и дивергентное мышление: дивергентное – нахождение множества решений на основе однозначно заданных условий, конвергентное – нахождение решения на основе многих условий); б) свойства личности (мотивы, волевые качества, уровень компетентности, эмоциональность).

Р. Муни и А. Штейн выделили понятия: *креативный процесс, креативная личность, креативный продукт и креативная среда*. Креативный процесс (применительно к деятельности субъекта образовательного процесса) понимается как одна из возможных форм образовательного процесса, как форма активности в проблемном поиске. Его целью является формирование креативных свойств личности. Креативный продукт представляется нами в виде достигнутых субъектом уровней усвоения знаний и развития на данном отрезке образовательного процесса.

Креативный процесс, креативные свойства личности и реально получаемый креативный продукт можно интерпретировать как компоненты, образующие креативную среду. Различные сочетания значений троек этих компонент приводят к построению трехмерной дидактической модели креативной среды. По аналогии с развивающим обучением говорят также о *креативном обучении, о системах и технологиях креативного обучения*.

Положение о наличии творческого потенциала у каждого человека позволяет сформулировать принцип креативности в качестве универсального дидактического принципа формирования ИОС. Этот принцип, опираясь на модель креативной среды, существенно развивает принцип развивающего обучения.

Общей психологической основой креативного обучения могут служить теории развития учащихся в процессе обучения *Л.С. Выготского, П.Я. Гальперина, В.В. Давыдова, Л.В. Занкова, В.А. Крутецкого, А.Н. Леонтьева, Н.А. Менчинской, А.В. Петровского, С.Л. Рубинштейна, Д.Б. Эльконина*.

Задавая себе вопрос «Креативность: талант или навык?», *Эдвард де Бono* отвечает: «Креативности мысли можно учить и использовать ее подобно правилам математики». Первая методика развития креативного мышления была разработана *Р. Крачфиллом*. Она исходила из развития творческих способностей через решение творческих задач. Творческим подходом обладает метод проблемного обучения *М.И. Махмутова*. Развивающее обучение по *В.В. Давыдову* и *Л.В. Занкову* опирается на развитие теоретического мышления. В педагогической инженерии *Г.П. Щедровицкого* и *Н.Н. Халаджана* акцент смещается с передачи знаний на получение авторизированной учебной продукции. Эвристическое обучение по *А.В. Хуторскому* преследует цель сделать ученика конструктором своего образования. Известны технология решения изобретательских задач *Г. Альтшуллера*, метод проектов, проблемное обучение, диалоговые технологии, мозговой штурм, метод *Дельфи*, латеральное мышление по *Эдварду де Бono*, синектика *Уильяма Гордона*, «бритва *Оккама*» и др. Не все из названных технологий адаптированы к возрастным возможностям учащихся. Креативность в данном исследовании рассматривается как перспективная цель развития личности, для которой стремление и способность к творчеству становятся устойчивыми.

Методические подходы к креативному обучению. Сравнение традиционного и креативного типов обучения показывает их существенные различия (табл. 1.5). Креативное обучение может быть двух видов: первый, наиболее радикальный – предметное содержание на всем протяжении обучения выступает не как цель, а как средство формирования креативности. Крайняя позиция по этому вопросу представлена *Эдвардом де Бono*, считающим, что изучение традиционных предметов в школе должно быть сокращено, а основное время отведено развитию креативного мышления. Подобная замена традиционного обучения на креативное представляется нам нереальной и необоснованной. Этот тип обучения можно апробировать в специальном интегративном учебном курсе под названием «Творческая деятельность», построенным на материале различных предметных областей; второй, – наиболее приемлемый, совершается в рамках поэтапного эволюционного обновления. В «умеренном» подходе предметное содержание выступает и целью обучения, и средством развития креативности. Для этого нами рекомендуется использовать первую группу задач к каждому параграфу. Субъективная новизна этих задач вызывает потребность в креативном подходе; реализация его на первых задачах в опережающем порядке формирует мышление, необходимое для решения следующих более сложных задач.

Таблица 1.5

Характеристики традиционного и креативного типов обучения

(по Т.А. Барышевой, Ю.А. Жигалову, наши дополнения выделены курсивом)

Линии анализа	Традиционный тип	Креативный тип
1. Ориентации	на стандарты	на вариативность <i>(на ситуативную методiku)</i>
2. Вектор времени	реконструкция прошлого	создание будущего
3. Мотивация	приобретение знаний	самореализация
4. Характер информации	непротиворечивая, предлагается в «готовом» виде	альтернативная, добывается самостоятельно, продуцирование своих идей
5. Процесс познания	усвоение стандартов, опыта репродуктивной деятельности	<i>усвоение опыта творческой деятельности, преобразование, открытие</i>
6. Тип мышления	по аналогии, воспроизведение образов	дивергентный – <i>порождение множества решений на основе однозначных данных</i> ; конвергентный – <i>нахождение единственного решения задачи при наличии многих условий</i>
7. Результаты	запланированы в отношении знаний	<i>запланированы в отношении знаний и тенденции развития креативности</i>
8. Субъектно-объектные отношения	ученик – объект обучения	ученик – субъект познания и творчества
9. Технологии	репродуктивные	<i>развивающие, входящие в полидидактическую технологию наравне с репродуктивной технологией</i>
10. Функции педагога	воздействие	взаимодействие, сопровождение
11. Последствие	тезаурус академических знаний, алгоритмы	рефлексия актуальных достижений, мотивация перспективы

В процессе становления креативности нами выделяются несколько уровней и этапов (табл. 1.6). Характеристика каждого уровня определяется как генетическими факторами, так и качеством образовательной среды. Уровни 1-2 связываются с репродуктивной деятельностью, которая принципиально отличается от репродуктивной деятельности в традиционном обучении. Уровни 3-5 – с реализацией технологий развивающего обучения математике. 6-й уровень – непосредственно отвечает за перевод творческих, интеллектуальных навыков в качества личности, связан с креативной средой по всему комплексу учебных предметов. Реализация этих уровней осуществляется: а) с помощью

методов обучения, выделяемых по уровню креативной деятельности: проблемное изложение, частично-поисковый метод, исследовательский метод, каждый из которых предусматривает воспроизведение эталонов творческой деятельности, демонстрируемых учителем, выработку навыков переноса их на новые ситуации; б) путем включения образцов поиска в учебники; в) стимулированием креативной деятельности с помощью системы ее оценивая, могут выставляться две оценки: одна – за решение задачи, вторая – за поиск решения и его рефлексии. Практичность предложенной системы оценивания креативных навыков выражается в ее тесной связи с действующей в Республике Беларусь системой оценивания учебной деятельности, охарактеризованной *О.Е. Лисейчиковым*. Данное предложение находится в русле существующих подходов к учету в оценочной деятельности знаньевого, процессуального и индивидуально-личностного факторов (*Ю.К. Бабанский, Э.А. Красновский, В.В. Гусев, Т.А. Ильина, Г.Ю. Ксензова, И.С. Якиманская* и др.).

Таблица 1.6

Уровни и этапы формирования креативности.

Оценивание навыков креативности на уровне общего среднего образования

Уровни	Этапы	Характеристика деятельности субъектов. Оценивание навыков креативности
I-й – знакомство с образцами поисковой деятельности (ПД)	1-й – накопление первоначального опыта ПД на основе первых ключевых задач новой учебной темы (образцы демонстрируются учителем)	Демонстрация образцов ПД учителем в режиме проблемного изложения; <i>узнавание</i> образцов поисковой деятельности уч-ся, их дифференциация; этому уровню соответствует 1-2 балла
II-й – воспроизведение образцов ПД		Освоение образцов ПД в процессе их <i>воспроизведения, рефлексия методов и приемов</i> ПД; этому уровню соответствует 3-4 балла
III-й – формирование навыков ПД в типичных ситуациях	2-й – интенсивное формирование навыков ПД на основе всей совокупности ключевых задач данной учебной темы (задач средней сложности из креативного раздела задачника); создание условий для переноса навыков ПД	<i>Приобретение и закрепление навыков ПД на примере типичных учебных ситуаций</i> (ключевых задач темы, курса); рефлексия методов и приемов ПД. Учитель пользуется полным набором методов проблемного обучения: проблемным изложением, частично-поисковым и исследовательским методом; обеспечивается при этом возрастание самостоятельности уч-ся; этому уровню соответствует 5-6 баллов

Окончание таблицы 1.6

Уровни	Этапы	Характеристика деятельности субъектов. Оценивание навыков креативности
IV -й – перенос навыков ПД на ситуации, близким к типичным ситуациям	3 -й – закрепление и первичное обобщение навыков переноса ПД	<i>Закрепление и первичное обобщение навыков</i> ПД на доступном материале, в ситуациях, достаточно близких к исходным ситуациям; рефлексия методов и приемов ПД. Деятельность осуществляется в рамках субъектно-субъектных отношений; этому уровню соответствует 7-8 баллов
V -й – перенос навыков ПД на новые ситуации VI -й – синхронное обобщение навыков ПД средствами различных учебных предметов	4 -й – закрепление и вторичное обобщение навыков переноса ПД. Формирование метанавыков. Переход к новой учебной теме (цикл повторяется)	<i>Закрепление и вторичное обобщение навыков</i> ПД в новых ситуациях; применение индивидуальных траекторий обучения; системный, согласованный подход к формированию навыков ПД в рамках всего комплекса учебных предметов. Придание навыкам ПД практической направленности (подготовка к жизни, к выбору профессии). Этому уровню соответствует 9-10 баллов

1.3.3 Новая роль и содержание традиционных принципов

Предметная научность в условиях компьютеризации делится на два вида: научность изучаемого учебного курса (в данном случае курса математики) и научность, связанная с межпредметной составляющей – с компьютером (компьютерная грамотность). Новые подходы к реализации принципа предметной научности мы связываем с обеспечением определенной полноты такой реализации, с новыми подходами к трактовке понятия системности знаний. Учебный материал, по нашему мнению, обладает большей образовательной ценностью, если отражает весь спектр знаний, содержит в себе мировоззренческие, методологические, теоретические и практические знания, представляет каждый законченный фрагмент учебного материала в виде четырехслойной образовательной микросреды. В дальнейшем этот подход будет развит в специальную технологию обучения – метод срезов. Предметная научность реализуется технологией отбора и построения содержания обучения (см. 2-ю главу).

Новая роль принципов наглядности, доступности, интерактивности, сознательности и прочности проявляется на пути их

тесной интеграции. Любое психолого-дидактическое обеспечение учебного процесса не может обойтись без принципов наглядности, доступности, интерактивности, сознательности и прочности. В развитой форме принципы наглядности и доступности представлены в отношении геометрических понятий и теорем. В менее развитой – в отношении логических рассуждений, доказательств, в отношении теории (пусть даже локальной). Еще в меньшей мере – в отношении процесса формирования креативных навыков. Наиболее общей является характеристика наглядности и доступности при помощи *модельного* представления знаний. Существенным расширением состава моделей являются *компьютерные модели* (в том числе модели, получаемые в будущем при помощи 3D печати). При этом для построения компьютерной модели максимально используются *визуальные средства*. Основное направление развития визуальных компьютерных средств наглядности – усиление их когнитивных и креативных качеств. В результате наглядность абстрактной теории усиливается при помощи менее абстрактного, более наглядного ее представления.

Нами предлагается компьютерно-математическая модель визуализации логических рассуждений (МВЛР), основывающаяся на многослойной синхронной структуризации текста, графики, цвета, звука. МВЛР в интерактивном режиме соединяет в себе визуализацию и структуризацию. МВЛР обеспечивает максимально возможную наглядность самого процесса логических рассуждений. Компонентами МВЛР являются: структурированный учебный текст, структурированная графика (которая компьютерными средствами с помощью графической и текстовой анимации синхронно отражает структуру учебного текста), цвет и звук, используемые в целях усиления эффекта структуризации (например, элементы чертежа, отражающие противоречие в доказательствах методом от противного, постоянно изображаются красным цветом). Как показывает наш опыт, МВЛР повышает доступность сложных доказательств в несколько раз. Систематическое применение ее служит обеспечению структурного подобия при разработке локальных сред и микросред. МВЛР предоставляет новые возможности для реализации корреляции между сильной мотивацией и доступностью, многократной проработкой учебного материала и доступностью, достижением более высоких уровней креативности и доступностью. Реализация этих связей раскрывает существенный потенциал принципа доступности в

действующих ИОР и методах обучения. СП существенно расширяет трактовку принципа доступности, распространяя его на все компоненты учебного процесса: предполагается, прежде всего, обеспечение доступности каждой из этих компонент.

Первое направление реализации доступности креативного обучения – повышение эвристических качеств изложения информации. МВЛР благодаря повышению доступности существенно усиливает эвристический характер рассуждений, активно содействует развитию креативности учащихся.

Вторым направлением повышения доступности и усиления эвристических качеств учебного материала служит систематизация задач на основе методов редукции и суперпозиции.

Третьим направлением реализации доступности является разграничение основных затруднений креативного обучения решению задач – затруднений, вызванных несформированностью навыков поисковой деятельности и трудностью самой математической задачи. Поэтому начальные этапы обучения креативности рекомендуется вести на доступном материале – на задачах средней сложности базового уровня обучения. Приобретенные таким образом навыки креативности затем переносятся на более трудные задачи.

Четвертым направлением реализации принципа доступности является разработка комплекса моделей поиска решения задач, конкретизированных с учетом трудности задачи и образовательной подготовки учащихся.

Принцип критерия научности. Мы предлагаем связать критерий научности с результатами обучения – критерием эффективности ИОС и выражать его признаком: «наличие положительной динамики в уровнях усвоения знаний, развития и креативности». Каждый уровень фиксируется эталонными проблемными ситуациями и задачами, обеспечивающими объективность измерений.

1.3.4 Интегративный принцип

В развитии интегративного принципа мы выделяем ряд этапов.

1-й этап: от принципа внутри- и межпредметных связей к интегративному принципу образовательной среды в целом. Понятие интегративной связи нами рассматривается как понятие, конкретизи-

рующее понятия внутри- и межпредметной связей. Элементы учебного материала, между которыми устанавливается связь, могут в общей структуре курса находиться на значительном удалении друг от друга. Поэтому не всегда эти связи выступают как интегративные. Под *интегративными связями* мы понимаем внутри- и межпредметные связи, с помощью которых обеспечивают сближение соответствующих элементов, разделов одного или нескольких учебных предметов, объединение их, одновременное и параллельное изучение.

Под интеграцией в широком смысле мы понимаем среду обучения, построенную на интегративном принципе. Использование *идей фактало* позволяет с единых позиций подойти к проектированию процесса обучения, выступая при этом мощным средством интеграции.

Интеграция в узком смысле определяется нами как систематизация учебного материала, обеспечивающая сближение различных элементов учебного материала в общей его структуре, объединение различных его частей. Мы выделяем следующие виды интегративных учебных материалов: I вид – внутриспредметные связи сильнее межпредметных; II вид – эти связи по силе действия примерно одинаковы; III вид – внутриспредметные слабее межпредметных связей.

2-й этап: от принципа единства целей обучения к принципу интеграции образовательной среды в целом. Значительную системообразующую функцию выполняет принцип единства целей обучения. Он связывает все составляющие процесса обучения. Однако, на наш взгляд, он не может в полной мере обеспечить целостность процесса обучения. В данном исследовании он рассматривается с позиции СП, как часть принципа единства процесса обучения, который предполагает обеспечение совместимости и согласованности всех частей процесса обучения, комплексный учет их взаимовлияния друг на друга. СП предполагает поиск субъектной формы постановки целей обучения, адресованной непосредственно субъекту и ориентированной на актуализацию его внутренних потребностей. Наряду с целями, значительной связующей силой обладает математическое содержание, его специфика. Учет предметной специфики курса математики в целом и составляющих его учебных тем в силу своей значимости предполагает выделение специального принципа – принципа учета предметной специфики учебного курса. В обеспечении единства процесса обучения значительную роль играет принцип управляемости процесса обучения (формирование мотивации, стимулирование познавательного

интереса, технологичность и диагностичность целей и задач обучения, учет применяемых методов, средств и форм обучения, эффективное использование обратной связи в обучении, ориентация на оперативные, промежуточные и окончательные результаты обучения, самоконтроль знаний).

3-й этап: от принципа интегративности ИОС к принципу ее технологичности. Все перечисленные выше компоненты процесса обучения присущи, как нетрудно заметить, технологии обучения. Именно в технологии обучения на максимально конкретном уровне решаются все эти вопросы. Поэтому принципы единства целей, единства всего процесса обучения, принципы учета предметной специфики учебного материала, принцип управляемости процесса обучения – все они зависят естественным образом от того, насколько технологичным является этот процесс, насколько качественна принятая технология, насколько совместимыми друг с другом оказались модели учебника и процесса обучения. Сказанное подтверждает необходимость выделения принципа технологичности ИОС в качестве ведущего теоретико-методического принципа.

4-й этап: от принципа технологичности ИОС к принципу технологичности компьютеризированной ИОС. В рамках компьютерно-ориентированной технологии определяется соотношение между компьютерной и некомпьютерными технологиями, определяются конкретные модели ШЭУ, способы реализации СП. Главный замысел состоит в том, что компьютерная технология при правильном ее применении способна вывести на более высокий уровень технологичности сопрягаемые с ней технологии.

5-й этап: принцип интеграции и дополнительности основных образовательных парадигм в контексте ИОС. Особенно актуальными в этом плане является рассмотрение с позиции СП ассоциативно-рефлекторной концепции, концепции деятельностного подхода, интериоризаторской концепции, концепции развивающего обучения, гештальт-теории. Интеграция образовательных парадигм на основе СП служит в данном исследовании средством построения ПИ ИОС.

6-й этап: принцип интеграции и взаимной дополнительности всех компонент УКМ. Теоретический раздел, креативный раздел, тренинг, задания для самоконтроля и внешнего контроля должны дополнять друг друга, строго придерживаясь предназначенных для них функций.

1.3.5. Подведение итогов (табл. 1.7)

Таблица 1.7

Принципы проектирования ПИ ИОС (сводная таблица)

I. Принципы научности проектирования ПИ ИОС			
<i>Принцип средового подхода</i> к проектированию различных компонентов ИОС – основан на идее трансфера общих свойств инновационной ИОС на отдельные компоненты с сохранением различных видов подобия.			
<i>Принцип выбора образовательных парадигм</i> : выделение базовых парадигм, областей их доминирования.			
<i>Принцип ориентации ИОС на инновационные технологии</i> (подготовку учащихся к жизни в условиях информационного общества, формирование их креативных качеств, умений ориентироваться в большом потоке информации).			
<i>Принцип креативного обучения</i> : креативность как интегральная способность к творчеству. Креативность характеризуется следующими компонентами творческого потенциала человека: а) творческие способности (интуиция и воображение, конвергентное и дивергентное мышление); б) свойства личности (мотивы, волевые качества, уровень компетентности, эмоциональность).			
<i>Принципы наглядности, доступности, интерактивности, сознательности и прочности</i> рассмотрены в контексте ИОС как принципы интенсификации обучения.			
<i>Принципы предметной научности</i> : включение мировоззренческих, методологических, теоретических и практических знаний в состав содержания обучения.			
<i>Принцип критерия научности</i> : положительная динамика в достижении уровней усвоения знаний, развития и креативности.			
II. Интегративные принципы проектирования ПИ ИОС			
<i>Принципы единства и целостности ИОС</i> : единства целей, учета предметной специфики учебного курса, управляемости процессом обучения	<i>Принцип технологичности ИОС</i> : использование полидидактической технологии в качестве средства интеграции	<i>Принцип интеграции базовых образовательных парадигм</i> , нацеливающий на создание креативной среды, повышение качества математической подготовки учащихся	<i>Принцип интеграции и дополнительности компонентов УМК</i> : учебник-теория, содержащий креативный раздел, конспект с пропусками для заполнения и раздел для построений с помощью графического конструктора; задачник, содержащий креативный раздел и разделы для тренинга, самоконтроля и контроля; все компоненты строятся строго придерживаясь предназначенных для них функций

1.4 Полидидактическая технология как дидактическая основа проектирования перспективно-инновационной среды геометрической подготовки учащихся

1.4.1 Начала общей теории технологий обучения как методологическая основа построения полидидактической технологии

О понятии «общая теория технологий обучения». Технологии обучения в последнее десятилетие привлекают внимание многих ис-

следователей. Понятие технологии получило определенное развитие в связи с применением в учебном процессе технических средств обучения, идей программированного обучения, появлением предметноориентированных технологий. Завершенной общей теории дидактических технологий на данный момент не существует, хотя для ее появления имеются существенные предпосылки. Некоторые технологии имеют узконаправленный характер, резко порывают с традициями, что делает проблематичным их внедрение в массовую практику. Наибольшую актуальность приобретают технологии обучения, обслуживающие ИОС в целом. Масштабы таких технологий требуют особых подходов к их разработке. Важно знать, на какую концепцию ИОС опиралось создание технологии обучения, какую ИОС формирует технология, обладает ли эта ИОС признаками перспективности, инновационности, стабильности и оптимальности. Распространенный недостаток в применении новых дидактических технологий состоит в произвольном их ограничении, фрагментарном использовании, потере целостности. Иногда наблюдается увлечение формами обучения в ущерб основательной проработке учебного материала. В итоге новая технология нередко оказывается достаточно традиционной, но в новом оформлении: не изменяется характер деятельности субъекта, вызывает сомнение качество достигаемых результатов (знания ухудшаются, развивающие цели по-прежнему оказываются «призрачными»). К примеру, в модульное обучение школьников пытаются механически перенести вузовские подходы, делают излишний акцент на самостоятельности учащихся в новых ситуациях, не замечая, что дети к такой самостоятельности еще не подготовлены. Эти и другие примеры подчеркивают необходимость общей теории проектирования дидактических технологий с учетом возрастных возможностей учащихся. Многообразие дидактических технологий создает благоприятные предпосылки для разработки общей теории дидактических технологий. Приведем перечень возможных вопросов, относящихся к началам общей теории дидактических технологий. В него мы включаем: соотношение понятий ИОС и учебный процесс, ИОС и технологии, определение роли ИОС в трактовке понятий «технологический подход», «технологический процесс», «модель технологического процесса», «дидактическая технология», «полидидактическая технология», «монодидактическая технология», «область преимущественного применения технологии», «базовые технологии», «вспомогательные технологии»; уточнение предмета исследования в области дидактических технологий;

выяснение соотношения понятий «система обучения», «дидактическая технология», «методика обучения»; классификацию технологий; технологию конструирования технологий; границы применения технологического подхода; методологию интеграции дидактических технологий; методику применения дидактических технологий.

Система, технология и методика обучения в контексте проектирования. Система – это некоторый объект, интегрирующий в себе различные элементы, обладающий целостностью. К наиболее развитым и сложным системам относятся целенаправленно функционирующие большие системы, в которых присутствуют процессы передачи информации и управления. Более узким, чем понятие системы, является понятие технологии обучения. Технология обучения призвана дать детальную картину функционирования дидактической системы (**В.П. Беспалько**). Она обеспечивает максимальную конкретизацию процесса обучения и наряду с психолого-дидактическими теориями обучения выступает в роли его системной основы. Известны следующие определения технологии обучения. Df 1: педагогическая технология – это совокупность психолого-педагогических установок, определяющих специальный набор и компоновку форм, методов, способов, приемов обучения, воспитательных средств; она есть организационно-методический инструментарий педагогического процесса (**Б.Т. Лихачев**); Df 2: педагогическая технология – это содержательная техника реализации учебного процесса (**В.П. Беспалько**); Df 3: педагогическая технология – это описание процесса достижения планируемых результатов обучения (**И.П. Волков**); Df 4: технология обучения – это составная процессуальная часть дидактической системы (**М. Чошанов**); Df 5: педагогическая технология – это системный метод создания, применения и определения всего процесса преподавания и усвоения знаний с учетом технических и человеческих ресурсов и их взаимодействия, ставящей своей задачей оптимизацию форм образования (**ЮНЕСКО**).

В Df 1, несмотря на детализацию признаков, в число этих признаков не включены цели и содержание обучения. Аналогичное ограничение содержится в Df 4. В Df 5 технологии ограничиваются только «знаниевыми» технологиями. Все эти определения непосредственно не обращаются к более широкому понятию ИОС. В Df 1-5 по-разному обозначено родовое понятие: «совокупность психолого-педагогических установок», «содержательная техника», «описание процесса», «составная часть дидактической системы», «системный метод создания».

Эти обстоятельства обращают на себя внимание многих исследователей, вызывая разногласия. В нашей работе в качестве родового понятия используется устоявшееся в дидактике понятие «система обучения» (см. Df 4). Мы исходим из того, что одна и та же дидактическая система может иметь различные технологические разработки и реализации. Важным достоинством технологий обучения (отмечаемым на теоретическом уровне) является возможность их воспроизведения различными учителями (в некотором приближении).

Существуют разные подходы к определению соотношения между понятиями «система обучения», «технология обучения» и «методика обучения». Одни исследователи считают, что методика обучения шире технологии обучения (*О.С. Анисимов, М.Е. Бершадский, В.В. Гузеев*), другие – наоборот (*В.С. Кукушин*). Решение этого вопроса зависит от трактовки понятия «методика обучения» (она не сводится только к методам обучения, как утверждает *Е.В. Чернобай*), а также от контекста, в котором данный вопрос рассматривается. Таким контекстом в нашей работе является *процесс проектирования*. С позиции этого контекста все психолого-педагогические дисциплины, включая теорию и методику обучения, вносят свой вклад в развитие подходов к построению систем и технологий обучения. Теория и методика обучения отдельному учебному предмету интегрирует эти подходы, выделяет и конкретизирует рациональные, дает необходимый инструментарий для построения систем и технологий обучения. Методика, выполняя построение систем и технологий обучения каждому предмету, делает их частью методики (рис. 1.4).

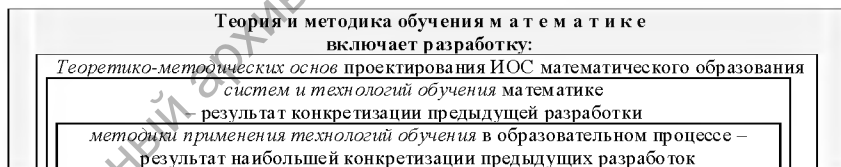


Рис. 1.4. Соотношение методики, системы и технологии обучения

1.4.2 Признаки дидактической технологии

Анализируя определения, можно выделить основные признаки технологий обучения, охватывающие образовательный процесс: проектирование на основании перспективной комплексной дидактической

концепции; системность, целостность; обеспечение стабильного функционирования, учет долгосрочно действующих условий и факторов; иерархическое структурирование диагностических целей; рациональный отбор предметного содержания, средств, методов и форм обучения; планирование управления и коррекции учебного процесса с целью гарантированного достижения целей обучения. *М.В. Кларин*ым сформулированы признаки технологии следующим образом: достижение измеряемого результата требует подробной детализации целей обучения; акцентирование на промежуточном тестировании, создание коррекционных учебных материалов; учебная деятельность ориентирована на эталонные результаты с описанием четких критериев соответствия им; эти результаты представляются в виде образовательных компетенций учащихся.

На наш взгляд, существенно, что многие исследователи конструирование технологии обучения связывают с понятием *модели обучения*, включающей не только начальное и конечное состояния ученика, но и промежуточные состояния, механизмы обратной связи, обеспечивающие управляемость процессом обучения. Иногда исходят из ограничительной трактовки понятия модели обучения, понимая под ней систему, состоящую только из методов, форм, средств обучения, и конкретных педагогических приемов (*М.Е. Бершадский, В.В. Гузев*). Если рассматривать этот подход с точки зрения понятия «процесс обучения» (в структуру учебного процесса обычно включают такие компоненты: цели обучения, деятельность субъектов, содержание учебного материала, методы, средства, формы и результаты обучения), то видно, что в нем слабо отражены, или вовсе не отражены такие компоненты как «цели обучения» и «содержание обучения». Не противопоставляя эти точки зрения, можно предположить, что действительно часть исследователей (например, некоторые учителя) использует цели и содержание как данное, но другая часть не удовлетворяется этим положением и указывает на необходимость специальной их конкретизации с учетом специфики технологического процесса. На самом деле и дидактика, и методика, и технология – все они разрабатывают цели на уровне, соответствующем их степени общности. Технология, как дидактика и методика, должна ориентироваться на образовательную среду целиком, включая цели и содержание, которые должны получать дополнительную конкретизацию в технологии с учетом проектирования окончательного сценария учебного процесса.

Нами предложены (см. гл. 2) две формы постановки целей: методическая (для учителя) и субъектная (для учащихся). Критерию технологичности удовлетворяет именно субъектная форма цели. К содержанию обучения также не следует относиться как к нечто раз и навсегда данному, не допускающему изменения и развития. На этапе конструирования дидактической технологии оно также подвергается реконструкциям (табл. 1.8).

Таблица 1.8

Признаки дидактической технологии по Г.К. Селевко

Наличие критериев технологичности	критерий концептуальности
	критерий системности
	критерий управляемости
	критерий эффективности
	критерий воспроизводимости
Наличие способов включения в процесс обучения инноваций	выделение инновационного поля, соотношение инноваций и традиций
Наличие способов реконструкции учебного материала	способов интеграции
	способов укрупнения информации и др.

1.4.3 Полидидактическая средовоориентированная технология

Отметим что полидидактические технологии в научной литературе серьезную теоретическую разработку еще не получили. *Полидидактическая технология* обычно определяется как технология, которая объединяет, интегрирует элементы различных монотехнологий на основе какой-либо приоритетной идеи, или комплекса идей (*Г.К. Селевко*). Полидидактическая технология является, как правило, полисистемным объектом, характеризуется расширением состава выполняемых дидактических функций и области применения. Эти качества особенно необходимы, если полидидактическая технология обслуживает ИОС в целом. Существенно, что комбинированная дидактическая технология может обладать качествами, превосходящими качества каждой из входящих в нее технологий. Часто комбинированную технологию называют по той идее (монотехнологии), которая характеризует основную модернизацию, делает наибольший вклад в достижение целей обучения (*В.С. Кукушкин*). На наш взгляд, идеям среды полнее соответствует случай, когда в полидидактическую технологию на равных основаниях объединяются несколько инновационных технологий (например, при объединении компьютерной технологии и технологии креативного

обучения вряд ли можно отдать предпочтение какой-либо одной технологии). Выделяются монотехнологии, комплексные и проникающие технологии. В монотехнологиях учебно-воспитательный процесс строится на одной приоритетной, доминирующей идее, концепции, а в комплексных – комбинируется из элементов различных монотехнологий. Технологии, элементы которых наиболее часто включаются в другие технологии, играют для них роль катализаторов, называют проникающими. Проникающие технологии особенно полезны, если речь идет о внедрении новых технологий. Полидидактический характер технологий больше характерен для некомпьютерных технологий и объясняется, по-видимому, тем, что большинство из них выросло из недр традиционной дидактики и методики – своего рода общей прародительницы различных технологий. Установление взаимосвязей между компьютерной и некомпьютерной технологией обучения, образование на их основе, следуя принципу дополнительности, полидидактических технологий – задача реально достижимая, так как несовместимости этих технологий в рамках СП не существует. ИОС и технология обучения взаимно влияют друг на друга. Если ИОС строится на идее трансфера, самоподобия и классов эквивалентности, то соответствующим образом изменяется технология обучения. Сказанное свидетельствует о том, что полидидактическая технология, обеспечивающая субъектный подход, приводит к образованию технологии нового типа – средовоориентированной полидидактической технологии, ориентированной на определенную концептуальную модель ИОС. Вопрос о том, какие технологии обучения считать приоритетными и использовать для построения полидидактической технологии, можно решить только с учетом принятой концептуальной модели ИОС. Чаше технологии предлагаются взамен традиционной, что сводит на нет все усилия по их внедрению. Говоря о полидидактической технологии, обычно не вскрывают область действия ее составляющих, возможные взаимосвязи между ними. К сожалению, при большом разнообразии публикаций, эти направления исследованы меньше всего.

Полидидактические технологии как средство регулирования многообразия образовательного процесса. Многообразие дидактического процесса количественно можно охарактеризовать с помощью многообразия уроков, являющихся основной дидактической единицей учебного процесса. Подсчеты показывают, что это многообразие настолько широко, что оно не может быть вложено в реальный образова-

тельный процесс. На языке статистики – это генеральная совокупность. Необходим выбор, ограничение – статистическая выборка. Выбор и ограничение, выполненные на основе статистической выборки, – основа для дальнейшего научно обоснованного построения технологии обучения. При этом предпочтительна такая дидактическая технология, которая носит интегративный характер, ориентирована на усиление интеграции как внутри дидактического процесса, так ИОС в целом. Этой цели отвечают полидидактические технологии. Именно полидидактические технологии в большей мере позволяют регулировать многообразие ИОС.

Первоначальным источником многообразия ИОС являются цели. По содержанию цели делятся на три типа. Цели побудительного содержания направлены в основном на приобретение поведенческих навыков; цели когнитивного содержания направлены на приобретение когнитивных навыков; цели действенного содержания – на приобретение имитационных или действенных навыков. В зависимости от средств проверки цели могут быть разделены на два типа. Диагностическая (операционная) цель характеризуется тем, что уровень достижения цели может быть однозначно оценен двумя различными проверяющими сторонами. Недиагностическая (общая) цель не позволяет дать однозначную оценку достижения цели, разные проверяющие стороны могут при контроле опираться на разные элементы, каждый из которых может быть вполне обоснован. Мы различаем пять типов целей по иерархическим уровням достижения цели: цели по достижению уровня узнавания; воспроизведения; понимания; применения компетенций в знакомой и незнакомой ситуации (творческий уровень). В итоге определяется 30 соединений типов целей в зависимости от того, к какому типу каждой категории они относятся. В презентацию каждой цели обучения мы включаем три основных составляющих: формулирование цели в мотивированной форме, с учетом специфики изучаемой темы, первоначальное планирование средств ее реализации, выделение критериев, позволяющих судить о степени достижения поставленной цели и дающих возможность корректировать процесс обучения. Две формы постановки целей (табл. 1.9): методическая (для учителя, составителя учебника) и субъектная (предназначенная для ученика и ставящая его в позицию субъекта деятельности). В технологии разработки целей начинаем с образовательных целей, в реальном учебном процессе – с воспитательной цели.

Таблица 1.9

Методическая и субъектная формы целей

Методическая форма цели	Субъектная форма цели
Учитель ставит перед собой цель – развитие у учащихся того или иного качества ума: гибкости, критичности, оперативности, глубины ума, самостоятельности, широты мышления и т.д.	Какие вопросы вы хотели бы поставить перед собой, задайте эти вопросы друг другу, все ли правильно в данном решении, какие случаи вы бы рассмотрели, какой случай удобнее рассмотреть первым, какой шаг решения задачи на ваш взгляд самый трудный, сможете ли вы обосновать (защитить) решение, нельзя ли задачу решить иначе?

Выводы методологического характера:

– Полидидактическая технология представляет собой своего рода репрезентативную выборку многообразия ИОС. Элементами генеральной совокупности и случайных выборок в этом случае являются corteжи (цели, содержание, методы, средства, формы). Значениями каждого corteжа является количество его вариаций, обусловленное количеством целей, методов и т.д. Задача исследования, проводимого в этом направлении, состоит в установлении пороговых значений, дальнейшее увеличение которых становится нецелесообразным. Гипотетически это означает, что дальнейшее усложнение структуры дидактического процесса приводит к ухудшению результатов обучения. Нулевая гипотеза – гипотеза об отсутствии различий при разных наборах значений corteжей. Математическим аппаратом анализа данной ситуации являются методы многофакторного анализа (проблема для отдельного исследования).

– Построение полидидактической технологии в рамках регулируемого многообразия проще осуществить с помощью метода моделирования, принципов дополнительности и оптимальности по Парето (метод итераций), привлекая группу базисных монодидактических технологий. Оптимальная полнота многообразия ИОС заключена между полнотой, рассчитанной теоретическими методами, и полнотой, установленной на основе анализа существующей образовательной практики.

1.4.4 Развитие программных средств и их влияние на информационно-компьютерную технологию обучения

Современный этап разработки и применения информационно-компьютерной технологии обучения. Кратко информационно-компьютерную технологию обучения можно определить, как техно-

логию обучения, применяющую электронные средства. Приведенные во Введении данные свидетельствуют о том, что современный этап может быть охарактеризован как начало этапа активного создания и применения электронных средств. Основная задача этого этапа – переход к системному применению компьютера в обучении учащихся общей средней школы. Это предполагает дальнейшую интенсивную разработку всех направлений компьютеризации обучения, в частности: начального этапа, относящегося к начальной школе; конструирования компьютерного «сопровождения» к традиционному учебнику; конструирования самостоятельного ЭУ. Не исключено также, что для массовой компьютеризации обучения будут разрабатываться новые, более современные, дешевые и простые в употреблении инженерно-технические средства.

Состояние теории информационно-компьютерного обучения как зеркало базисных наук. Справедливости ради следует отметить наличие большого числа дидактических проблем, возникающих на данном этапе (см. Введение). По мнению ряда исследователей мифом XX века стала информационная картина мира, в педагогике она ведет к состоянию, когда игнорируется различие между человеком и техническим устройством, а затем все необоснованно переводится на уровень, где существенно именно человеческое. В психологии отмечается большое разнообразие психических процессов, разнообразие механизмов влияния их друг на друга (это влияние может быть детерминированным, может быть вероятностным). В стадии обсуждения находятся вопросы: исчерпала ли психика человека резервы своего развития, существует ли предел, если эти резервы еще достаточно широки, то каковы особенности влияния на них современной среды? В дидактике и методике, на наш взгляд, необходимо исходить из практико-ориентированного подхода, учитывая, что уже существующие достижения психолого-дидактической науки не получили должного практического воплощения. Максималистская позиция состоит в том, что путем надлежащего программирования можно создать разум, способный к пониманию; более реалистичная – рассматривает искусственный интеллект как эвристический инструмент изучения человеческого познания. Ряд исследователей высказывают мнение о том, что своего рода компьютерный детерминизм существенно искажает эффективность информационных технологий обучения. Вузовский опыт показывает, что гипертекст и мультимедиа, электронные учебники и

пособия, особенно те, которые копируют традиционные учебники, повышают качество подготовки на 15-20% *лишь на уровне знакомства*, а при решении типовых и нетиповых задач их влияние незаметно. Надежда на скорый образовательный эффект за счет применения электронных средств обучения начального этапа вряд ли оправдана. Сохраняется опасность, на которую ранее указывали и другие исследователи: как применение калькуляторов мешает навыкам выполнения арифметических действий, как графический интерфейс наносит ущерб естественному языку, так и мощная и сложная программа (имеются в виду программные математические пакеты высокого уровня) выдает результат, скрывая процесс его получения. Не малый урон математической подготовке наносит большое количество «решебников» в Интернете, списывать готовые решения с которых начинают уже пятиклассники. Информационно-компьютерная технология обучения не сформировалась еще на уровне самодостаточной технологии. Однако и в настоящее время, и в перспективе, в совокупности с другими образовательными технологиями она способна стать активным средством развития ПИ ИОС.

Возможные направления сближения информационно-компьютерной и некомпьютерных технологий обучения:

- расширение организационных форм обучения, дополнение их фронтальной работой с классом, коллективными формами обучения. Усиление роли учителя на различных этапах учебного процесса, особенно на таких, когда индивидуальная работа ученика оказывается неэффективной. Сотрудничество ученика с компьютером не должно исключать сотрудничество с учителем, живое общение с ним и, что также не менее значимо, живое общение учащихся друг с другом;

- обеспечение всего спектра методов обучения, адекватных той или иной полидидактической технологии, построенной с привлечением компьютерной технологии. Не следует переоценивать возможности учащихся в самостоятельном изучении учебного материала – математика во все времена не относилась к легким предметам. Традиционный прием – комментированное выполнение задания – ученик при работе за компьютером, может комментировать выполнение задания вслух, в обсуждении такой работы могут принять участие и другие ученики. Использование мультимедийного проектора не только дает возможность применять фронтальную работу, но и поднять ее на более высокий качественный уровень. Создание виртуального коллектива должно до-

полняться реальным учителем и учащимся, эти системы должны быть согласованы друг с другом;

– обеспечение технической простоты в плане использования электронных средств обучения: учебные программные средства должны быть достаточно простыми для школьника и учителя и не отпугивать участников дидактического процесса необходимостью обладания большой «компьютерной грамотностью». Компьютерные программно-технические средства быстро обновляются, в результате чего качественные в дидактическом плане электронные средства обучения, созданные предыдущими техническими средствами, перестают открываться – назрела необходимость создания централизованных технических служб, активирующих эти средства обучения;

– преодоление недостатков программированного обучения (как своего рода предвестника компьютерной технологии). Компьютерная технология не должна копировать все идеи программированного обучения, в частности, дробление учебного материала на мелкие порции, применение жестких видов управления. Необходимо учитывать, что чем жестче управление – тем меньше поле для творчества. Технологический подход к обучению в его жесткой ориентации на эталон многие исследователи справедливо связывают с потерей поискового компонента и дидактической неполнотой обучения, что сказывается на развитии мышления. В современном понимании технология обучения должна быть направлена на развитие личности и творческих способностей, для чего в нее следует включать систему поисковых действий по выполнению разноуровневых творческих заданий, исследовательских проектов,

– ориентация содержания учебного материала (по методу и форме изложения) на ту или иную некомпьютерную технологию, с которой осуществляется объединение (проблемное изложение, поисковая деятельность и т.д.). Необходимо учитывать, что педагогическая технология эвристического типа, базирующаяся на мотивации учебно-познавательной деятельности через общение и сотрудничество, наиболее активно воздействует на интеллектуальный и поведенческий опыт обучаемых. Необходимо учитывать тот факт, что потребность в общении, прежде всего, возникает там, где нужно не воспроизведение, не исполнение, а работа мысли, побуждаемая нестандартной ситуацией. Формой предъявления учебного материала в эвристической технологии является цепочка проблемных ситуаций,

запускающих механизм мотивации, поиск способов их разрешения, самостоятельную работу с литературой, контакты и дискуссии с одноклассниками.

Информационно-компьютерные технологии как средство поддержки и технического оснащения других технологий. В современном понимании технология обучения, в том числе и компьютерная, должна быть направлена на развитие личности, ее творческих способностей. Это требование часто вступает в противоречие с теми электронными средствами обучения, которые часто кроме тренинга ничего не содержат. Существующие классификации педагогических программных средств, их описания больше опираются не на методику использования продукта, а на наличие технических возможностей и особенностей использования программных средств. Получается, что большая часть методики применения диктуется самим программным продуктом и не нуждается в пояснении, к тому же сам продукт часто не может изменяться. Как отмечает С.А. Христочевский, существующие электронные учебники разрабатываются коллективами программистов как законченные продукты, ориентированные на устаревшие способы организации обучения. Кроме того, такие продукты не имеют в своем составе методики, с помощью которой могла бы быть построена работа с таким учебником в классе. Все это делает невозможным применение существующих электронных учебных пособий в качестве эффективного средства обучения, особенно на уроках математики, где требования к учебному материалу традиционно высоки, а обучение не может быть сведено к набору тренировочных ситуаций. Отмеченные обстоятельства, безусловно, подчеркивают актуальность СП к проектированию полифункциональных электронных средств обучения.

Справедливо считается, что приоритетными формами обучения с использованием электронного учебно-методического комплекса являются *интерактивные виды взаимодействия* ученика с компьютером, призванные развивать самостоятельность мышления учащихся, формировать умение делать обобщение, использовать знание в новых условиях, самостоятельно находить ответы на вопросы и т.д. Поисково-эвристическая технология предполагает дидактические процессы, ориентированные на проблемное обучение, дидактические игры, реальное проектирование, разбор нетиповых учебно-познавательных ситуаций. Творческая технология обучения включает в себя дискус-

сии, постановку проблемных заданий, подготовку и проведение исследований, анализ результатов. Теоретический и практический интерес представляет вывод о том, *каким образом следует организовать общение*. Потребность в общении возникает там, где нужно не воспроизведение, не исполнение, а работа мысли, побуждаемая нестандартной ситуацией. Формой предъявления учебного материала в эвристической технологии является цепочка проблемных ситуаций, запускающих механизм мотивации, поиск способов их разрешения, соответствующих менталитету обучаемых – здесь и самостоятельная работа с литературой, контакты и дискуссии с одноклассниками, активное общение с преподавателем. Высокие уровни общения предполагают *использование в компьютерных технологиях систем искусственного интеллекта*, без которых возможна лишь некоторая имитация такого общения посредством заранее заложенных в программу вопросов и вариантов ответа на них. Имитационное моделирование общения также представляет значительный дидактический интерес и может быть реализовано сравнительно доступными программными средствами. Высказанные положения не всегда реализуются в разработках целей, содержания, методов, средств и форм обучения, что является свидетельством недостаточного учета средового подхода. СП всегда предлагает множественность, многоканальность, многовариантность, на основе которых возможно формирование определенного баланса, определенного сочетания эвристической деятельности с другими видами деятельности. Только при этих условиях ученик может сам стать активным участником формирования такого баланса. Технологический подход к обучению в его жесткой ориентации на эталон некоторые исследователи связывают с потерей поискового компонента и дидактической неполнотой обучения, что сказывается на развитии мышления. Дело доходит порой до того, что в ЭУ управление настолько жесткое, что без выполнения даже шага действия невозможным оказывается доступ к следующему фрагменту учебного материала. В таких условиях даже учитель не может просмотреть содержание учебного материала и составить то или иное представление о том, как он может воспользоваться данным средством в своем классе.

Актуальное направление повышения статуса компьютерной технологии мы видим в ее использовании в комплексе с другими технологиями, что предполагает развитие, как ее собственных возможностей,

так и возможностей для поддержки и технического оснащения других технологий. Особенно актуально использование компьютерной технологии для поддержки дидактических технологий, обслуживающих целостный учебный процесс. Если компьютерная технология обслуживает репродуктивную деятельность, то дидактический процесс будет одним, если креативную деятельность – другим, если крупноблочное изложение – третьим и т.д. Поэтому в рамках компьютерной технологии естественно планировать различные дидактические процессы и переключения с одного из них на другое (как это и предполагается в полидидактической технологии).

С позиции СП бесперспективным следует считать ориентацию электронного средства обучения на монодидактическую технологию, малоизвестную учителям. Монотехнология, чаще всего, подходит к одной какой-либо категории учащихся. Полидидактическая технология, оснащенная новейшими компьютерными средствами, – *компьютеризированная полидидактическая технология* – в силу своей многогранности, полнее представляет ту среду, которая способна охватить различные категории учащихся.

1.4.4 Модель проектирования компьютеризированной полидидактической технологии на уровне общего среднего образования

Остановимся на вопросах методологии выбора технологии обучения и способах отражения последней в УМК. Электронные средства могут рассматриваться в плане использования их в различных технологиях обучения. Они выступают как связующее, объединяющее звено между компьютерной и некомпьютерными технологиями обучения (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Модель проектирования компьютеризированной полидидактической технологии

Базовые некомпьютерные технологии предварительно объединяются в полидидактическую технологию, а использование их в электронных средствах приводит к образованию новой более укрупненной *компьютеризированной полидидактической технологии*.

Технологии можно объединять по-разному и получить сходные (с общими «родовыми» признаками), но, тем не менее, различные технологии. СП позволяет объединять различные в концептуальном отношении технологии и тем более – сходные технологии, выбираемые в качестве базовых. Сходство технологий обеспечивается характером деятельности ученика, методами обучения, методами изложения учебного материала и в таком виде отображается в содержании и средствах обучения. Вследствие этого создаются возможности объединения традиционной технологии с другими.

Подведение итогов: выбор базовых технологий, образующих полидидактическую технологию на уровне общего среднего образования. С учетом составляющих инновационного поля выберем следующие базовые технологии: традиционную технологию в ее современном состоянии (репродуктивная деятельность сочетается с продуктивной, используются современные технические средства обучения, дифференциация обучения); технологию развивающего и креативного обучения (в процессе поисковой деятельности по решению задач); технологию крупноблочного изложения учебного материала; технологию компьютерного обучения. Такая полидидактическая технология носит инновационный характер: первая базовая технология обеспечивает преемственность с традициями (с репродуктивными видами деятельности), вторая – отражает наиболее приоритетные субъектные цели обучения, третья – служит подготовке ученика к жизни в условиях информационного общества, четвертая – отвечает цели овладения навыками работы с большими потоками информации. Традиционная репродуктивная деятельность учащихся, в той или иной мере, присутствует в каждой технологии и служит одним из связующих звеньев. По мере проникновения других технологий друг в друга они также выступают в роли связующих звеньев.

Методологической и технологической основой проектирования полидидактической технологии служат модели сред, порождаемых базовыми технологиями (эти модели рассматриваются во 2-й гл.).

1.5 Интеграция подходов к проектированию технологии обучения и информационно-образовательных ресурсов нового поколения. Технологичность учебника

1.5.1 Технология обучения и технологичность учебника

Стратегическое направление, относящееся к методологии, заключается в обеспечении единства подходов к построению технологии обучения и к проектированию инновационных ИОР на основе выбранной технологии обучения.

Близкий подход обозначен **В.П. Беспалько**, который строит теорию учебника на основе теории педагогических систем (ПС). *Учебник рассматривается как модель ПС.* На наш взгляд, учебник не является простой копией системы обучения. Моделирование учебника в рамках ПС не снимает ответственности с самого процесса моделирования учебника. Этот момент в методологическом плане представляется важным. Особенно если учесть, что практически жесткую ориентацию учебника на какую-либо избранную узконаправленную ПС трудно оправдать. Кроме того, теоретические модели процесса обучения и проектирования учебника в практике научных исследований часто (в виду их сложности) в едином ключе, на единых основаниях не рассматривались. В результате подобного обособления иногда идут по пути приспособления учебника к действующему, не всегда и во всем организованному учебному процессу. В данном исследовании учебник и ПС обучения рассматриваются как средства взаимного совершенствования. Такой подход должен быть реализован на технологическом уровне разработки указанных моделей, при их совместном проектировании. В качестве такого подхода, являющимся сквозным на всех этапах проектирования учебника, в данном исследовании развивается СП. Выдвигая требование единства подходов к построению технологии обучения и построению учебника (в том числе и ШЭУ), мы вместе с этим, не считаем, что учебник сможет во всех деталях задавать технологический процесс обучения. Жесткая детализация технологии обучения в учебнике нежелательна: процесс обучения – сложная динамическая система, которая предполагает творчество учителя и учащихся, не поддающиеся полной технологизации; поэтому, оставаясь в рамках технологизации учебника, его необходимо представлять, как открытую систему, стимулирующую свободу действий субъектов. Это положение пока что носит ис-

ключительно теоретический характер, поскольку в практике разработке учебников учебный материал, как правило, излагается в готовом виде и ориентирует только на репродуктивную деятельность, на традиционную технологию обучения. В учебниках не реализуется субъектный подход (отсутствуют обращения к учащимся, как правило, не показывается процесс построения учебной теории, процесс поиска решения задач – в итоге креативное обучение не выступает на уровне самостоятельной цели). Представление об учебнике как информационной модели ПС предполагает моделирование в его содержании основных элементов ПС: «цели», «содержание», «дидактические процессы», «организационные формы». При отсутствии в модели-учебнике четкого описания тех или иных элементов системы получаем неполные учебники, включая такую книгу, в которой ни один из элементов не определен и которая поэтому учебником не является. Классификация В.П. Беспалько насчитывает 16 типов учебника. Отметим, что, с позиции отражения в учебнике ПС, учебник геометрии для VI–X классов *А.В. Погорелова* относится данным исследователем к 16-му типу – монографическая книга, «которая не является учебником».

Суммируя опыт исследователей по разработке теории учебника, следует отметить их современность и большую перспективность. Однако эти исследования нуждаются в углублении и придании им необходимой практической ориентации. В них крайне слабо используется категория «мера» – мера технологичности учебника. Компромисс следует искать, следуя принципу дополнительности.

1.5.2 Традиционный учебник и электронные учебные средства как компоненты бинарного учебного комплекса по математике (УКМ)

Электронные и традиционные средства обучения естественно рассматривать как составные части единой ИОС, единого УКМ. В едином учебно-методическом комплексе осуществляется их максимальная координация и согласованность по содержанию и объему учебного материала, структуре и последовательности учебных тем, уровню дифференциации обучения, соответствию основополагающим государственным нормативным документам: концепции средней школы, образовательному стандарту и программе. Применение электронного

и традиционного учебников строится на принципе дополнительности, допускающем определенную очередность их использования с целью оптимизации процесса обучения. В достаточно длительной перспективе, на наш взгляд, электронные ИОР будут выступать в качестве поддержки традиционного учебника. Обучающие возможности ШЭУ во многих случаях объективно выше возможностей традиционного учебника. Это преимущество ШЭУ должно быть реализовано в полной мере. Необходимо иметь в виду, что опыт исследования проблем ШЭУ еще сравнительно небольшой и относится, главным образом, к высшей школе. Более того, как отмечает Л.Х. Зайнутдинова, до сих пор существуют различные мнения о целесообразности использования современных информационных технологий в образовательном процессе. Расхождения вызваны, прежде всего, тем, что каждый оппонент имеет свой далеко неполный субъективный опыт в этой новой области. На данный момент остаются не выявленными до конца психолого-дидактические основы построения ШЭУ. Не разрешена проблема преемственности и стыковки новых информационных технологий с традиционной технологией в ее современном состоянии, с иными перспективными технологиями обучения. В какой мере, и в какой форме технология обучения должна найти свое отражение в ШЭУ? Эти вопросы, безусловно, должны стать предметом теоретического исследования и получить отражение в концепции ШЭУ нового поколения. Прежде всего, необходимо сопоставить понятие ШЭУ с другими близкими ему понятиями. Компьютерный учебник соединяет в себе свойства обычного учебника, справочника, задачника и лабораторного практикума. Некоторые авторы считают, что компьютерный учебник может быть реализован в виде книги с комплектом дискет. Нам кажется, что акцент на «возможность самостоятельно освоить учебный курс» применительно к школьникам является чрезмерным: школьников с таким качеством надо долго и терпеливо воспитывать. СП, ставящий в центральную позицию ученика, не ставит перед ним непосильную задачу «самостоятельно освоить учебный курс». Основная его задача – стимулировать внутренние потребности, мотивы, целеполагание и самостоятельность на основе вариативной дидактической помощи. Некоторые авторы программно-методический комплекс в виде обычной книги с комплектом дискет, называют компьютеризированным учебником. Определение понятия ШЭУ часто связывают с понятием компьютерной учебной программы. Л.Х. Зайнутдиновой выделяются (в зависимости от на-

значения) три их вида: педагогические программные средства, информационно-поисковые справочные программные системы, обучающие программные системы. Обучающие программные системы отличаются тем, что предоставляют пользователю комплекс возможностей, в их число входят: автоматизированные обучающие системы, электронные учебники, экспертные обучающие системы, интеллектуальные обучающие системы. ЭУ в связи с их комплексным назначением относятся к обучающим программным системам.

Выводы. Традиционный учебник и ШЭУ являются составными частями единого УМК. Из методологических соображений дидактический процесс в каждом ИОР представляется в краткой, четко обозначенной технологичной форме, закреплённой соответствующими разделами ИОР. Предпочтительнее, если проектирование УМК ориентируется на группу сходных технологий обучения, имея в виду, прежде всего, их общие, инвариантные составляющие. Сходство дидактических технологий является тем базисом, на основе которого естественно осуществлять их объединение (на основе принципа дополнительности), усиливать инновационный характер результирующей технологии. К такой группе, например, можно отнести традиционную технологию в ее современном состоянии, компьютерную технологию, технологии крупноблочного изложения учебного материала, развивающего и креативного обучения. Традиционные и электронные ИОР призваны максимально дополнять друг друга, ориентируясь на концептуальную модель ИОС, на реализацию перспективной технологии обучения.

1.5.3 Возможность синтеза различных концепций учебника

Цель данного параграфа состоит не только в поиске наиболее приемлемого определения понятия ШЭУ, но в определении основных черт перспективной дидактической теории его построения. Напомним, что история книгопечатания насчитывает немногим более 400 лет, обычного печатного учебника 150-200 лет, история ШЭУ исчисляется несколькими десятками лет. На протяжении всей истории проблема школьного учебника активно обсуждалась и находилась в постоянном развитии. На «обыденном» уровне под учебником понимается любая книга, рекомендованная для использования учащимися. Существуют различные дидактические концепции учебника.

Первая концепция. В XVII в. совершенно поистине великое открытие той роли, которую может играть книга, специально предназначенная для обучения и осуществления учебно-воспитательного процесса. «Дидахография» **Коменского** – есть теория применения книги в обучении. Коменский не пошел по пути полного отделения учебника от учителя и наделения его статусом автономного средства реализации всего учебного процесса. По Коменскому учебник – это главнейшее средство обучения, первый помощник для учителя и ученика.

Вторая концепция. Через 200 лет учебник, благодаря работам **К.Д. Ушинского**, рассматривается как средство, обеспечивающее возможность самостоятельной работы учащихся, что дает новый взгляд на понимание смысла и значения учебника в организации процесса обучения. Обозначенные основоположниками два подхода к трактовке понятия учебника остаются определяющими и в настоящее время. Как правило, второй подход не подвергается сомнению. Однако существуют значительные трудности в его реализации. В традиционном учебнике достаточно сложно отразить дидактические циклы и технологии обучения. В определенной мере этого можно избежать, если в учебнике выделить разделы, выполняющие строго определенные для них функции, без их дублирования в других разделах, с учетом также целесообразного их распределения между учебниками на традиционном и электронном носителе.

Третья концепция. Распространенным является «нейтральное» определение: учебник – это основной инструмент обучения, «книга, предназначенная для обучения определенному учебному предмету, содержащая систематическое изложение знаний, подлежащих обязательному усвоению учащимися» (БСЭ). В этом определении учебник рассматривается, главным образом, как носитель предметного содержания обучения.

Четвертая концепция (основная в данной работе, имеющая наибольшее признание): компромисс возможен!

– **Франсуа-Мари Жерар и Ксавье Рожье** школьный учебник определяют как печатное пособие, структурированное таким образом, чтобы быть включенным в учебный процесс с целью повышения его эффективности. Школьный учебник наделяется следующими характеристиками: он может выполнять различные функции, связанные с учебным процессом; может затрагивать различные объекты обучения; может предлагать различные виды деятельности, способствующие образовательному процессу.

– Исследователи школьного учебника знают, насколько трудным оказывается поиск компромисса, поиск путей сближения различных взглядов, воззрений, подходов, которые к тому же нередко оказываются диаметрально противоположными. Недостаточная развитость средового мышления приводит к тому, что противопоставление обычно заканчивается исключением одного из сравниваемых подходов и до рассмотрения возможностей их взаимной дополнительности дело не доходит.

– *С.Г. Шаповаленко* считает, что учебник, как бы он хорошо ни был написан, не может решить всех задач обучения. Наилучшим образом он выполняет свою функцию тогда, когда оснащен набором различных дополнительных книг и пособий. Учебник рассматривается как один из элементов учебного курса. Эта идея реализована, например, в УМК для начальных классов (в РБ и РФ). Идея УМК, включая в него и ШЭУ, созвучна идеи СП. Однако эффективность идеи УМК может оказаться невысокой по причине неудачной ее реализации. Наиболее вероятной является перегрузка (пусть небольшая) учебным материалом каждого компонента УМК. Отметим также, что дополнительной реализацией этой идеи в Республике Беларусь является создание альтернативных учебников, компьютерных сопровождений к ним, пособий для факультативных занятий. ШЭУ по содержанию и структуре может быть ближе к учебнику на традиционном носителе, или к рабочей и проверочной тетрадям, или содержать в себе все эти структурные компоненты.

– Часто приводятся аргументы в пользу краткого учебника. Психологами признается, что в учебнике не могут быть реализованы все условия оптимального представления содержания, так как невозможно учесть предварительные знания и умения отдельных учеников. Учебник как носитель содержания всегда дополняется учителем. На наш взгляд, ЭУ за счет гипермедиа имеет значительно больше возможностей для разграничения основного учебного материала и методического аппарата. В ЭУ легче избежать ситуации, когда при многостороннем освещении основной фигурой восприятия окажется не основной учебный материал, а методический аппарат.

– Идея учебного курса получает свое развитие в информационной технологии обучения. ЭУ рассматривается либо как интегральное средство обучения (включающее все содержание учебного курса, или объединяющего компьютерные средства обучения одного вида), либо как комплексное средство обучения (программный комплекс, включающий компьютерные средства обучения различных видов).

– По **И.Я. Лернеру** признак «учебник – прообраз учебного процесса» является необходимым, однако, он не означает, что учебник регламентирует каждый его шаг. Этот ученый, бесспорно являющийся классиком советской дидактики, хотя и утверждает, что учебник призван служить организации всего процесса обучения, тем не менее, не отождествляет учебник с методической системой обучения.

– **Н.Ф. Талызина** считает, что учебники могут использоваться на любом этапе процесса обучения, при этом они могут брать на себя функции преподавателя полностью или частично. Примечательно, что данная трактовка содержит явное указание на возможность компромисса.

– **Д.Д. Зуев** утверждает, что учебник объединяет в себе предметное содержание (основы наук) и виды познавательной деятельности учащихся. Им приводится исторический анализ развития проблем школьного учебника, достаточно подробно рассматриваются его функции и структура. Состояние науки того времени не позволило рассмотреть школьный учебник в контексте четкой ориентации на технологии обучения, системы обучения, типы обучения, результаты обучения, рассмотреть сквозную линию в методологии, технологии и методике проектирования и применения школьного учебника.

Пятая концепция. По **В.В. Краевскому** в учебнике должна быть опредмечена и запрограммирована не только деятельность ученика, но и предполагаемая деятельность учителя.

Авторская концепция. В нашем исследовании развивается подход, согласно которому учебник – *основное средство обучения, функции, содержание и структура которого ориентированы на реализацию ПИ ИОС. Этот подход предполагает максимальную конкретизацию ПИ ИОС, позволяющую концепцию и теоретико-методические средства проектирования ПИ ИОС перенести на учебник.* Внимание к этому подходу начинают проявлять и другие исследователи (**А.А. Кузнецов, С.В. Зенкина** и др.).

Выводы, относящиеся к учебнику на любом носителе.

1. Учебник – исторически обусловленная педагогическая категория, единая и окончательная характеристика которой объективно невозможна в силу диалектичности и незавершенности исторического процесса. Все подходы едины в том, что учебник – это *основное средство обучения* (родовой признак).

2. Положительно, что различные трактовки учебника связаны с дидактическим процессом, системой, технологией обучения.

3. Однако все эти категории занимают подчиненное положение по отношению к образовательной среде. ИОС призвана оказывать формирующее влияние не только на субъекты, но и на объекты, к числу которых относится учебник. Влияние ИОС на учебник может быть, как непосредственным, так и опосредованным, через ее влияние на дидактический процесс, системы и технологии обучения. Существующие в тот или иной период теоретические представления об ИОС и уровень развития образовательной практики определяют собой облик учебника. Поэтому в данном исследовании средовый подход, развиваемый на основе идей фрейда, принят в качестве основного метода проектирования учебника.

4. Современный этап состоит в развитии теории учебника с позиции инновационной ИОС, субъектноориентированной компоненты ИОС, комплекса локальных образовательных сред и микросред. Основная функция учебника: не абсолютизирование знания, а комплексное достижение планируемых уровней знаний, развития и креативности. Он является носителем содержательно-предметной и процессуальной информации.

5. Учебник обязан быть технологичным (отражать тип, систему и технологию обучения), при этом выбор целесообразно решать в пользу полидидактических технологий. Актуальным является представление в учебнике понятных для учащихся четко обозначенных планируемых результатов обучения и критериев их достижения.

6. К сожалению, преобладающим остается ограниченный традиционный взгляд на учебник: учебник – носитель предметного содержания. Предметная среда, закладываемая в учебник (при отсутствии должной дифференциации), чаще всего не удовлетворяет требованиям полноты и многообразия среды, ориентирует в основном на репродуктивную деятельность. Ограничение уровневой и профильной дифференциации привело к сокращениям, нарушающим целостность предметного содержания. Поэтому в теоретических исследованиях усиливается прогрессивная тенденция расширения функций учебника: учебник выступает не только как носитель предметного содержания, но и как средство, отражающее в себе процесс обучения, способствующее дифференциации и адаптации обучения. В практике создания учебника эта тенденция еще не получила достаточного воплощения. Этот недостаток является гораздо более серьезным, нежели, к примеру, отдельные опечатки или шероховатости стиля изложения, на которые чаще всего обращают внимание эксперты.

Полнота дидактического процесса в учебнике должна быть представлена, прежде всего, структурно – инвариантными разделами учебника. Для этого необходимо выделение в учебнике определенных разделов изучения теоретического материала и разделов, посвященных решению задач. Структуру параграфа учебника (на любом носителе, для любого уровня обучения) предпочтительно представлять такими разделами: теоретический материал (интерактивный раздел; закрепляющий раздел, состоящий, например, из вариативных конспектов с пропусками для заполнения их учащимися), задачный материал (раздел для креативного обучения, раздел для тренинга, раздел для самоконтроля и контроля).

7. С учетом уровня обучения определяется состав предметных знаний, глубина их раскрытия. Целесообразно регулирование масштабов и массовости применений каждого уровня обучения (и соответствующих им учебников). Несбалансированность этих масштабов, отсутствие самостоятельных повышенного/углубленного уровней приводят к снижению качества образования.

8. Учебник не является единственным средством, его функции (в том числе и инновационные) все чаще начинают дополняться другими компонентами УМК (рабочей и проверочной тетрадями, тестовыми заданиями, тренингами на электронном носителе). На наш взгляд, излишнее дробление УМК нецелесообразно, так как такой УМК оказывается слишком избыточным, в процессе обучения прорабатывается сравнительно легкий учебный материал из различных частей УМК, а наиболее содержательный материал в учебнике опускается. Существующие проблемы в образовании чаще вызываются не объектами ИОС, а ее субъектами.

Дополнительные выводы, относящиеся к ШЭУ.

1. Представление о ШЭУ как программно-методическом комплексе, интегрирующем электронный текст, анимированную графику, модели, тренинг и контроль, страдает существенным изъяном – потерей дидактического основания интеграции. Основание интеграции должно носить не программно-технический, а дидактический и методический характер, соотносится с категориями «образовательная среда», «процесс обучения», «методика обучения», «ситуативная методика» и «технология обучения» и др.

2. ШЭУ нового поколения может преодолеть указанный недостаток, если он будет рассматриваться как комплекс локальных ИОС, ак-

тивизирующих деятельность субъекта. Каждая локальная среда, как и любая среда, должна быть комплексной, многофункциональной, многовариантной (с параллельными потоками информации), интегративной, представляющей (в соответствии с основной идеей ситуативной методики) каждому ученику возможность выбора посильного поля деятельности.

3. Традиционное представление об УKM как о комплексе, состоящим из учебника и задачника, не отражает полноту дидактического процесса (как правило, в них отсутствует компонент, посвященный креативному обучению). С позиции СП инновационный УKM (на любом носителе) может иметь более широкую структуру, включающую теоретический раздел; задачный раздел креативного обучения, показывающий образцы креативной деятельности; задачный раздел-тренинг; задания для самоконтроля, контроля.

4. ШЭУ нового поколения необходимо рассматривать как средство интенсификации учебного процесса: повышение темпа обучения и его доступности может быть достигнуто построением ИОР на основе современных научно-обоснованных полидидактических технологий, на основе усиления их технологичности, усиления методической составляющей.

5. Эти требования к электронному ИОР реализуются при проектировании его в виде многофункционального комплекса локальных ИОС, эффективное проектирование и применение которого естественно связывать именно с полидидактическими технологиями. Многогранность этих технологий и отражение их в комбинированном, многофункциональном уроке повышают вероятность каждому ученику воспользоваться такими составляющими ситуативной методики, которые им осознаются больше всего, которые помогают ему успешно воспринимать, активно осваивать, перерабатывать и применять учебную информацию.

6. ШЭУ не может быть инновационным, если он не обеспечивает в доступных и активных формах *индивидуализацию обучения*, учет личностных характеристик при разработке индивидуального подхода и выборе форм общения. Наряду с этим, он призван учитывать, что субъект успешно развивается и проявляет себя только в коллективе при широком использовании *коллективных форм* познавательной деятельности (парная и групповая работа, ролевые и деловые игры и др.), при применении различных форм и элементов проблемного обучения,

совершенствовании навыков педагогического общения, мобилизующих творческое мышление обучаемых. Для ШЭУ нового поколения характерным станет *сочетание индивидуализации* обучения со стремлением к результативности обучения и равномерному продвижению всех обучаемых в процессе познания независимо от исходного уровня их знаний.

7. Инновационный ШЭУ – средство совершенствования классно-урочной системы, а ИОС в целом – средство развития этой системы.

8. Интерактивность присуща любому электронному учебному средству, причем чаще всего она носит ограниченный, строго дозированный, точечный характер и не восполняет более широкие познавательные потребности школьника. Быстро исчерпав интерактивные возможности такого электронного средства, ученик заметно теряет интерес к нему. СП подсказывает, что для инновационного ШЭУ интерактивность необходима в избыточной, комплексной форме и призвана служить всестороннему восприятию и осознанию информации. Более целесообразна ситуация, когда ученик уже усвоил изучаемый элемент учебного материала, а возможности интерактивной модели еще не исчерпаны, и совсем нежелательна ситуация, когда усвоение еще не достигнуто, а модель уже не помогает. Данный признак говорит о создании *вариативных ситуаций*, о выборе – о ситуативной методике.

9. Инновационный ШЭУ строится, безусловно, на основе тесной корреляции с действующим учебником на традиционном носителе, но не являться прямой его копией (наличие бинарного УКМ создает условия для выбора ИОР в соответствии с условиями и задачами на текущем отрезке дидактического процесса). ШЭУ по объему учебного материала может быть более кратким, чем традиционный учебник. В нем требуется дополнительная рационализация отбора учебного материала (с четким выделением основной базовой части; с выделением эвристических схем развития учебного материала, осознаваемых учащимися и повышающим возможности творческих подходов к его изучению, возможности формирования творческих качеств личности). За счет этого и за счет максимально высокой интерактивности ШЭУ сможет обеспечить более глубокую проработку основного учебного материала.

10. Системное повышение качества обучения может быть получено, если применение электронных средств обучения доведено до 50% (это означает совместное применение традиционных и электронных ИОР на каждом уроке).

11. Для инновационного ШЭУ характерно использование систем искусственного интеллекта (семантических, синтаксических, смешанных) и имитационных систем, близких к ним, построенным на основе разветвленных программ. С точки зрения методики существует большая потребность в создании таких систем искусственного интеллекта, которые помогают ученику вести поиск решения задач, представляют процесс поиска в наглядной визуализированной, графовой форме. В этом плане не в полной мере еще использованы общедоступные средства. К ним относятся, прежде всего, гипертекстовые системы, создаваемые с помощью языка HTML, с использованием Интернет-браузера, MS Internet Explorer, подключением модуля Java, на котором создаются все апплеты (различные приложения, прикладные программы). Предполагается более широкое применение графических редакторов, технологий Flash и 3D для создания аудио- и видеофрагментов.

Перспективы сочетания учебника на традиционном и электронном носителях. Использование ШЭУ на уроке по медицинским показателям занимает не более половины урока. Это приводит к необходимости сочетания ШЭУ и традиционных средств и форм обучения. Даже если бы медицинские ограничения отсутствовали, все равно сочетание ШЭУ с традиционными средствами и формами обучения необходимо. Надеемся, что школьники смогут самостоятельно изучить математику с помощью компьютера – большое преувеличение. Какими бы значительными дидактическими возможностями не обладало то или иное средство обучения, ученику необходимо «переварить» математику своим умом, развить свое мышление в процессе собственной деятельности. Синтезу этих учебников способствуют различные способы согласования их в процессе проектирования и применения: обозначение взаимных переходов от одного к другому, приемов совместного использования. ШЭУ представляет предметное содержание (возможно в сокращенной форме по сравнению с традиционным), способы действий с ним, стимулирует креативность и, вместе с этим, как бы «пунктирно» обозначает целостный дидактический процесс, основные его «вехи». Он обеспечивает управление учебным процессом, ориентирует: на возможность реализации самоуправления, самостоятельной работы с учебником, на дополнение их другими формами. Традиционные формы также обновляются. Они получают определенную «компьютерную заданность» – ориентированы либо на предстоящую работу на компьютере, либо на закрепление уже проделанной на нем работы.

1.5.4 Признаки ШЭУ нового поколения: учет социального заказа, позиции ученика, учителя, проектировщиков

Безусловно, определение ШЭУ должно служить руководством для всех специалистов, каждый из которых осуществляет на своем уровне его проектирование. Социальный заказ к школьному учебнику, как и к ИОС в целом, выражают следующие требования: подготовка учащихся к жизни в условиях информационного общества, формирование креативных качеств личности, умений ориентироваться в большом потоке информации, стимулирование мотивации, самоуправления, самообучения, самоконтроля, устранение перегрузки учебника, обеспечение полноценной образовательной подготовки, интегрирующей уровни знаний, развития и креативности.

Учет позиции ученика связан с выбором концепции ИОС (ученик – субъект учебной деятельности) и СП в качестве методологической и технологической базы проектирования ШЭУ. ШЭУ естественно рассматривать как интегративную компоненту ИОС, сочетающуюся с традиционным учебником, строящемся на базе СП и определенной полидидактической технологии, включающей в себя компьютерную технологию обучения. Для инновационного ЭУ должно быть характерным применение систем искусственного интеллекта.

По *Л.Х. Зайнутдиновой*: ЭУ – это обучающая программная система комплексного назначения, обеспечивающая непрерывность и полноту дидактического цикла процесса обучения: предоставляющая теоретический материал, обеспечивающая тренировочную учебную деятельность и контроль уровня знаний, а также информационно-поисковую деятельность, математическое и имитационное моделирование с компьютерной визуализацией. В данном определении не обозначена связь с технологиями обучения, СП, не обозначены признаки инновационного ЭУ.

По *О. Околову* ЭУ – это целостная дидактическая система, основанная на применении компьютерных технологий, ставящая целью обеспечить обучение учащихся по оптимальным учебным программам. В этом определении, как видно, отсутствует связь с другими технологиями, не подчеркивается полидидактический характер технологии обучения.

Основные признаки инновационного ШЭУ систематизируем в таблице 1.10.

Таблица 1.10

Признаки инновационного учебника

Признаки	Характеристика признаков
Инновационного учебника на любом носителе	Учебник – это основное средство обучения, отображающее в своем содержании и структуре признаки инновационной ИОС, представляющее собой систему локальных ИОС (без представлений об ИОС нельзя сформировать теоретические представления об учебнике); реализующее полидидактическую технологию, объединяющую группу базовых технологий; отражающее в субъектной форме цели, содержание, методы, средства и формы обучения; обеспечивающее единство креативной и учебно-тренировочной деятельности; обладающее высокими интерактивными свойствами; содержащее учебный материал, доступный для первоначального изучения, в структуре которого выделены разделы: теоретический материал, задачный материал для креативного обучения, задачный материал для тренинга, задания для самоконтроля.
Инновационного ШЭУ	1. ШЭУ – учебник, обладающий дополнительными признаками обучающая программная система, в которой в качестве ведущих приняты дидактические основания интеграции, использующая весь комплекс мультимедийных средств, осуществляющая математическое и имитационное моделирование с компьютерной визуализацией доказательств, логических рассуждений, процесса поиска решения задач; обеспечивающая автоматизированный самоконтроль и контроль результатов обучения. Инновационный ШЭУ рекомендуется рассматривать как систему локальных ИОС, проектирование которой связывается с полидидактическими технологиями. 2. Среда ШЭУ должна способствовать реализации ситуативной методики – быть целостной, комплексной, многофункциональной, многовариантной, с параллельными потоками информации, интегративной, с возможностью выбора учеником посильного поля деятельности. 3. ШЭУ – это учебник, обеспечивающий сочетание коллективного и индивидуального обучения, учитывающее, что субъект успешно развивается только в коллективе (социальной среде). Индивидуализация обучения в нем сочетается со стремлением к результативности обучения и равномерному продвижению всех обучаемых в процессе познания. Для инновационного ШЭУ интерактивность необходима в избыточной форме, обеспечивающей всестороннее восприятие и осознание информации на уровне микросреды. 4. Инновационный ШЭУ может быть более кратким, чем традиционный учебник. За счет этого и за счет максимально высокой интерактивности ШЭУ сможет обеспечивать более глубокую проработку основного учебного материала. 5. ШЭУ – это учебник, использующий современные аппаратно-программные средства, базирующиеся на системах искусственного интеллекта и имитационных систем, близких к ним, позволяющим реализовать эффективные методики и технологии обучения.

1.5.5 Макро- и микроструктура ШЭУ

Учебник-теория	Креативный раздел задачника	Раздел задачника «Тренинг»	Раздел задачника «Самоконтроль»	Справочный отдел
1. Окно для основного текста		2. Окно для графики		
4. Окно для кнопок навигации		3. Окно для гиперссылок		

Рис. 1.6. Макро- и микроструктура ШЭУ

Для ШЭУ рекомендуется инвариантная макроструктура, представляющая его с позиции многокомпонентной ИОС: 1) разделы учебника: теоретический материал учебника, задачник; 2) разделы задачника: креативный раздел (образцы поиска решения задач), тренинг (тренировочный раздел), задания для самоконтроля, справочный отдел (рис. 1.6).

С учетом специфики СП, ориентированной на многократную проработку учебного материала, нами выделяется следующая структура теоретического параграфа ИОР: 1) вводный конспект, в котором кратко с помощью рисунков, схем, таблиц отображается все содержание параграфа; 2) интерактивная среда, содержащая основной текст и графику (анимации, модели, задания); 3) конспект теории с пропусками (с небольшими изменениями) для первичного закрепления и самоконтроля.

Основной микроструктурной единицей ШЭУ мы считаем электронную страницу учебника (ЭСУ), целиком расположенную на экране дисплея, определяющим признаком которой являются: наличие логически целостного фрагмента учебного материала (в виде системы образовательных микросред), ориентированного, если не на весь дидактический цикл, то на часть его звеньев, представляемых в завершенном виде. Для ЭСУ оптимальной мы считаем четырехоконную структуру. Окно (window) – выделенная часть экрана дисплея, с которой программа или пользователь работает как с отдельным независимым экраном, размеры и положение которого пользователь может изменять. Первое, основное, окно содержит тексты учебника, второе – графику и третье окно – вспомогательный учебный материал в виде гиперссылок, четвертое окно – окно для кнопок навигации. Необходимо учитывать, что представление вербальной информации исключительно в виде гипертекста порождает излишнюю динамику в смене информации, затрудняет работу зрительной памяти. Требуется определенное сочетание динамичного и статичного представления информации. Смена текстовой информации на ЭСУ осуществляется по вызову ученика с помощью

«внутренних» кнопок перехода. При этом обеспечивается детальная структуризация учебного материала, облегчающая восприятие логической структуры рассуждений. Роль кнопок могут играть выделенные слова или кнопки, организованные в специальную панель. Одни из этих кнопок вызывают пошаговую смену информации, другие – смену информации более крупными порциями.

Опыт большинства исследователей проблемы ЭУ показывает, что более высокую педагогическую эффективность имеют те из них, учебный материал в которых изложен с учетом сочетания принципов линейного и нелинейного структурирования. Нелинейное структурирование отражает ведущий, родовый признак ШЭУ как образовательной среды и особенно необходимо для организации индивидуальных образовательных траекторий.

1.5.6 Достоинства и недостатки ШЭУ, их зависимость от качества создания и методики применения (табл. 1.11)

Таблица 1.11

Потенциальные достоинства и недостатки ШЭУ

Возможные достоинства в изготовлении и использовании ШЭУ	Возможные недостатки в изготовлении и использовании ШЭУ
1. Реализация в нем системы локальных ИОС, системы образовательных траекторий и микросред, полидидактической технологии, интерактивного взаимодействия между учеником и компонентами учебника. Уровень интерактивности может изменяться от низкого и среднего (перемещение по ссылкам, вызов порции информации того или иного размера) до высокого (использование когнитивной компьютерной графики, самостоятельное тестирование, участие ученика в моделировании процессов, формирование креативных качеств личности). Дополнительные интерактивные возможности появляются за счет объединения в единую систему компьютера, мультимедийного проектора и интерактивной доски (сенсорного экрана, подсоединенного к компьютеру). Новые по сравнению с традиционным учебником мультимедийные средства создания образовательных микросред и средств воздействия на ученика, помогающих быстрее осваивать учебный материал. Особенно важным представляется включение в ЭУ анимационных моделей. Определенный эффект дает синхронное звуковое и цветное сопровождение, дополняющее текст учебника.	1. а) Стремление к излишествам: необходимо учитывать, что каждое достоинство может обернуться в свою противоположность. Например, стремление к визуализации, безусловно, положительное качество электронного средства, отражающее новый уровень реализации принципа наглядности. Однако, оно не должно приводить к потере навыков оперирования текстовой информацией, задержке развития речи, снижению навыков мышления; б) недостаточная интерактивность электронного средства, низкая вовлеченность субъектов в активный учебный процесс может привести к созерцательному восприятию информации и поверхностным знаниям.

Возможные достоинства в изготовлении и использовании ШЭУ	Возможные недостатки в изготовлении и использовании ШЭУ
2. Образование резерва времени (при систематическом использовании), который может быть направлен на углубленное усвоение учебного материала, организацию креативного обучения (с помощью электронных средств, по данным некоторых исследователей, достигается до 30% экономии).	2. Неполная загруженность компьютерных классов. В целях компенсации этого недостатка рекомендуется проводить комбинированные мобильные уроки с ротацией групп учащихся. Предполагается делить класс на две подгруппы. Одна под группа занимается на компьютерах, другая – с традиционным учебником, затем они меняются местами.
3. Адаптация учебного материала к уровню знаний ученика, основанная на возможности выбора траектории обучения. Адаптации, осуществляемой средствами ШЭУ, легче придать активный характер, стимулирующий более высокие доступные уровни когнитивной и креативной деятельности ученика. Достижению этих уровней способствует автоматизированный самоконтроль уровня усвоения знаний ученика и автоматический выбор в соответствии с ним траектории обучения.	3. Применение в ЭУ устаревших методик: недостаточно эффективное использование компьютерных средств в контексте полидидактических технологий, репродуктивное изложение, перегруженность электронных страниц плохо структурированной текстовой информацией, формальное привлечение мультимедийных средств.
4. Обеспечение непрерывного контроля. ШЭУ позволяет поставить на контроль решение всех задач. Сплошной контроль проводится в целях усиления роли самоконтроля и рефлексии, производимых учеником, уточнения модели и профиля ученика.	4. Излишне жесткое управление, не позволяющее перейти к выполнению какого-либо задания, если не выполнено предыдущее.

1.6 Комплексная теоретико-методическая модель креативной деятельности в контексте развития перспективно-инновационной среды геометрической подготовки учащихся

Частью разрабатываемой методологии является создание целостной модели креативной учебной деятельности, в основу которой положены компоненты: планируемый креативный процесс, планируемые качества личности и достигнутые уровни усвоения знаний и развития.

Комплексная теоретико-методическая модель креативной учебной деятельности (табл. 1.12), предусматривает:

1) объектно-субъектный подход к задаче, проблемной ситуации, к процессу решения, учитывающий не только их объективные математические особенности, но и возможность вовлечения учащихся в процесс поиска решения. Объектный подход выражается такими признаками как наличие той или иной сложности структуры задачи (условие, требование, искомое неизвестное, вспомогательное неизвестное), в каком контексте знаний сформулирована задача, какие методы и способы решения воз-

можно в данном контексте, какие эвристические средства необходимы для отыскания решения. Центральным положением субъектного подхода является создание ситуаций, в которых ученик становится субъектом деятельности. Создание таких ситуаций ведется на основе учета трудности задачи для субъекта, трудности способа решения, уровней усвоения знаний и развития субъекта, степени владения им эвристическими средствами поиска. Совокупность таких ситуаций рассматривается как доступная среда для формирования креативных качеств личности. Как и всякая среда, эта среда должна быть многообразной, по систематичности воздействия не уступающей репродуктивным видам деятельности. В отличие от существующих исследований субъектного подхода к математической задаче в данном исследовании этот подход рассматривается в более широком контексте – субъектно-креативного подхода к формированию ИОС общей средней школы в целом. Новой является технология реализации субъектно-объектного подхода к задаче, проблемной ситуации и процессам их решения: в предлагаемой модели расширена структура проблемных ситуаций и задач; предложено объединяющее начало для них; готовность учащихся рассматривается с позиции синтеза интеллектуальных и поведенческих навыков; предложен комплекс моделей поиска, начиная с универсальной и заканчивая разрешающей моделью. Управление поиском решения представляется как планомерный переход от универсальной к конкретизирующим моделям. В процессе таких переходов определяется та часть поиска, в которой ученик может проявить максимальную самостоятельность, реализовать свои возможности;

2) ознакомление учителя и учащихся с общим характером креативной деятельности, имея в виду, что учитель сам показывает образцы креативного подхода в типичных математических ситуациях, ученики воспроизводят эти образцы, постепенно наращивают навыки его применения в новых ситуациях. Начало ознакомления – начальная школа, что поможет предупредить стереотип действовать по готовым правилам, без поиска решения, возникающий уже в 1–4-х классах;

3) введение понятия информационного сообщения, служащего объединяющим началом проблемной ситуации и задачи. Основой такого сообщения в геометрии обычно выступает чертеж. Информационное сообщение, в отличие от задачи, не имеет каких-либо определенных указаний на условие и требование задачи. В нем, например, не содержатся задания типа: «Вот условие задачи, подберите требование задачи, или наоборот»;

4) формирование креативных качеств в массовом обучении на материале задач средней трудности, что позволяет охватить подавляющую часть учащихся. Креативный задачный раздел содержит образцы поиска решения задач и задачи на закрепление используемых эвристических приемов. Методы и приемы поиска применяются с учетом возрастных особенностей учащихся;

5) интегративный характер предлагаемой модели, она объединяет не отдельные методы поиска, а группу моделей поиска: разработана цепочка моделей поисковых действий (универсальная модель – модели различной степени конкретизации – разрешающая модель). Конкретизирующие модели представляют типичную геометрическую конфигурацию (например, комбинацию треугольника и описанной окружности) и эвристические приемы использования этой конфигурации при решении задач;

6) ориентация моделей поисковых действий на методы поиска, связанные со спецификой математики, на геометрические методы, их общие схемы и признаки;

7) возможность использования модели на уровне методов обучения и методов изложения учебного материала в учебнике;

8) вариативность модели, позволяющая связывать начало деятельности, отталкиваясь от информационного сообщения и проблемной ситуации-1, либо от готовой задачи и проблемной ситуации-2;

9) креативные подходы к изучению теоретического материала (крупноблочное изложение в виде построения «малых теорий»);

10) разработаны специальные приемы, обеспечивающие доступность и массовость креативного подхода (в том числе и на базовом уровне обучения).

Таблица 1.12

**Модель-4: комплексная теоретико-методическая модель
креативной учебной деятельности**

Этапы креативной деятельности	Характеристика креативной деятельности
I. Ориентация учебной деятельности на креативный процесс	<i>Креативный процесс</i> в этой модели характеризуется координатами 1-6, где 1 – встреча с новым информационным сообщением, целенаправленный его анализ: какие задачи можно составить на его основе? (проблемная ситуация-1), 2 – составление задач (решение проблемной ситуации-1), 3 – первоначальное планирование поисковых действий по решению задач. Анализ возможностей их реализации (проблемная ситуация-2),

Продолжение таблицы 1.12

Этапы креативной деятельности	Характеристика креативной деятельности
	4 – основной этап поиска: выбор эвристических методов и средств реализации поисковых действий, приводящих к нахождению решения задач (проблемная ситуация-3), 5 – изложение найденного решения задачи (решение проблемных ситуаций 2-3), 6 – рефлексия, коррекция, планы на будущее, возвращение к началу креативного процесса. Креативный процесс может осуществляться в трех формах: а) в форме проблемного изложения (обучение поиску на образцах), б) в форме частично-исследовательского метода обучения, при ограниченной помощи со стороны учителя и средств обучения, в) в форме исследовательского метода, полностью самостоятельно учеником. В соответствии с креативным процессом определяются креативные качества личности, креативные продукты и в целом креативная среда.
II. Встреча с информационным сообщением: создание проблемной ситуации-1	<i>Осознание информационного сообщения</i>, представляемого в какой-либо форме: вербальной, графической, символической, звуковой, цветовой, смешанной. Актуализация стимулов его изучения, потребности рассмотрения данного информационного сообщения. Преобразование потребности в мотив, вызывающий деятельность по удовлетворению этой потребности. Это преобразование осуществляется на основе анализа исходного информационного сообщения, высказывания гипотез о том, какие задачи можно составить – формирование навыков дивергентного мышления.
III. Переход от проблемной ситуации-1 к задаче, формулирование задач	<i>Общая цель предстоящей деятельности</i>, конкретизация общей цели (дальнейшее развитие навыков дивергентного мышления). Общим признаком проблемной ситуации и задачи выступает понятие исходного информационного сообщения, служащего содержательной основой начала субъектоориентированной деятельности. Задача есть цель, данная в определенных условиях (<i>А.Н. Леонтьев</i>). В методике преподавания математики задача обычно понимается как требование, заданное в определенных условиях. В контексте субъектного подхода под <i>задачей</i> будем понимать определенное требование, заданное в конкретной ситуации в совокупности с некоторыми условиями, существующее вместе с субъектом. В итоге в данном исследовании задачу характеризуем как тройку, компонентами которой являются: задача как математический объект; проблемная ситуация, связанная с ее решением; субъект, осуществляющий поиск решения задачи (имеющиеся у него навыки поиска, навыки переноса их в новую ситуацию). <i>Объектно-субъектный подход к задаче</i> (начала его заложены <i>Л.М. Фридманом, Ю.М. Колягиным, В.И. Круничем</i>): задача рассматривается как система (S, P), состоящая из субъекта (ученика, являющегося субъектом деятельности) и объекта – некоторого множества взаимосвязанных элементов, образующих проблемную ситуацию P. Чаще S – не один отдельно взятый субъект, а коллектив субъектов. Компоненты структуры задачи, характеризующие ее с позиции объектно-субъектного подхода, записываются нами словом ABRCMЭ, в котором: А – условие задачи; В – требование задачи; С – теоретический базис решения; R – основное отношение между данными и искомыми;

Этапы креативной деятельности	Характеристика креативной деятельности
	М – математический метод решения ($M \subset C$); Э – эвристические средства решения. Компоненты А-Р выделены Ю.М. Колягиным (1971), позднее были дополнены В.И. Крупиным компонентом D – способом решения. Проведенный нами анализ компонента D показал, что его целесообразно разделить на два самостоятельных компонента М и Э. Компоненты А-Э, характеризующие задачу в объектно-субъектном плане, более детально представляют структуру задачи, ожидаемые трудности решения. Основная часть поиска связана с анализом R и M по тексту задачи, по чертежу, краткой записи. Компонент Э представляет наибольшую субъективную характеристику задачи. Предусмотрено включение компонента M в состав предметных знаний (в учебники) в качестве «ядра» учебной теории. В зависимости от числа неизвестных ученику компонентов строится типология задач и проблемных ситуаций. При этом компонент считается неизвестным, если он в готовом виде ученику не сообщается. Сообщение тех или иных компонент выступает средством регулирования трудности задачи, средством управления поиском решения. В задаче компоненты А и В всегда сообщаются. В проблемной ситуации-1 неизвестными могут быть не только R, C, M, Э, но и А и В. Результатом разрешения проблемной ситуации-1 является составление задачи и последующее ее решение. Если в задаче неизвестным является n из компонентов R, C, M, Э, то имеем нестандартную задачу n-го уровня ($n = 1, 2, 3, 4$). При систематизации задач в учебнике рекомендуется поддерживать постепенного повышения уровня их нестандартности. Сообщение компонент приводится в устной форме учителем, или непосредственно в тексте задачи, в разделе учебника «Указания и решения». Предпочтительна косвенная форма: что принять за основное отношение, какие теоретические сведения можно использовать, какой математический метод удобнее применить, нельзя ли применить синтетический метод поиска, или анализ Паппа, или анализ Евклида, нельзя ли выполнить дополнительное построение и т.д. Процесс решения задачи и проблемной ситуации характеризуется постепенным сведением исходного их типа к типу с меньшим количеством неизвестных компонент.
IV. Поиск решения задачи начальный этап поиска: проблемная ситуация-2	<i>Поисковая деятельность учащихся</i> – основной компонент креативного процесса: это учебная деятельность, направленная на усвоение новых знаний, новых способов действий с ними; способствующая развитию творческих качеств личности, осуществляемая с помощью специальных средств и методов поиска. Дифференциация задач по трудности и сложности, необходимость учета возрастных возможностей привели к необходимости создания группы моделей поиска, различной степени конкретизации. Разработка и использование моделей поиска составляет основу авторского подхода к организации креативного обучения. С учетом трудности нахождения решения задачи используется та или иная цепочка моделей поисковых действий из этой группы. Проблемная ситуация-2, начальный этап поиска связаны с применением универсальной модели, допускающей ее

Продолжение таблицы 1.12

Этапы креативной деятельности	Характеристика креативной деятельности
	применение в рамках любой учебной темы. В универсальной учебной модели предусмотрено совместное обучение <i>базовым поведенческим и интеллектуальным навыкам поиска</i>. Систематически ведется ознакомление учащихся с основными методами поиска решений задач, сопряженными со спецификой математики: синтетическим методом, анализами Паппа и Евклида. Создаются поисковые ситуации, приводящие: а) к одному правильному решению на основе многих попыток – основа для формирования <i>конвергентного мышления</i>; б) к множеству различных решений одной задачи – основа для формирования <i>дивергентного мышления</i>. Основой для формирования дивергентного мышления служит опора на <i>креативное поле задачи</i>, определяемое количеством возможных способов решения задачи.
V. Основной этап поиска: проблемная ситуация-3	Проблемная ситуация-3 связана с применением конкретизирующей и разрешающей моделей (они связаны со спецификой учебной темы, конкретной задачи). Использование конкретизирующих моделей представляет собой более жесткую форму управления поиском. <i>Стратегия поиска</i> в рамках данной модели (в условиях отсутствия необходимых навыков): начинаем с универсальной модели, если она не помогает, то переключаемся на конкретизирующие модели. Систематичность работы и приобретаемый учащимися опыт позволяют со временем перейти к менее жесткой форме управления поиском. Отличительной особенностью конкретизирующих поисковых моделей является формулирование их в конкретно-предметной форме, ориентированной на учебную тему, на конкретную задачу, на формирование навыков выделения основного отношения, на применение схем и признаков математических методов в заданной ситуации. <i>Повышению доступности креативного обучения теоретическому материалу служат специальные технологии и модели:</i> а) технологическая модель креативного процесса при крупноблочном изложении учебного материала; б) технология многослойной структуризации геометрических доказательств; в) технология применения мультимедийных моделей креативного диалога при изучении геометрических доказательств; г) технология визуализации процесса поиска с помощью графов в пространстве состояний; д) технология управления поиском решения задач на основе расширенной модели, е) технология реализации креативной функции компьютерной графики. <i>Формирование креативных качеств личности в массовом обучении связывается с субъективной новизной задач и креативным процессом их решения.</i> Основным средством формирования указанных качеств в массовом обучении являются задачи средней трудности базового уровня обучения. <i>Доступность креативного подхода</i> в задачном отделе учебника обеспечивается: а) систематизацией задач вокруг явно обозначенных учебных проблем, б) систематизацией задач в виде комплекса микросред, обладающих внутренней эвристичностью, в частности, систематизация задач на основе использования методов редукции и суперпозиции. <i>Показателем роста креативных качеств ученика служит приобретение им креативных качеств личности, повышение креативности результата</i>

Этапы креативной деятельности	Характеристика креативной деятельности
	деятельности, сокращение потребности в обращении к конкретизирующим моделям поиска. Рефлексия процесса поиска, самостоятельное переключение с одних моделей поиска на другие рассматривается также как высокий показатель креативности.
VI. Изложение найденного решения. Рефлексия	Систематизируются результаты поиска, записывается найденное решение. Как мы догадались до решения, какой шаг поиска был наиболее трудным, какие методы поиска применялись при решении задачи.
VII. Завершение деятельности	Учащиеся возвращаются к началу креативного процесса. Встреча с новым информационным сообщением.

1.7 Дидактический прототип экспертной системы в контексте развития перспективно-инновационной образовательной среды

Составной частью методологии является исследование вопроса о повышении интеллектуальных возможностей ИОР. **Особый интерес представляет интеллектуализация креативного диалога.** В теории искусственного интеллекта сформировались два основных направления: нейрокибернетика и «кибернетика черного ящика». Существует тенденция их объединения. Активно ведутся исследования в следующих областях: доказательство теорем, распознавание образов, использование естественного языка, экспертные системы, инженерия знаний и др. Одним из первых языков, используемых при создании СИИ, является язык ПРОЛОГ. Существуют десятки моделей и языков представления знаний: семантические сети, фреймы, нечеткие множества, нейронные сети и др. *Экспертные системы (ЭС)* – программные комплексы, аккумулирующие знания специалистов в конкретных предметных областях с целью консультации менее квалифицированных пользователей. Обучающие экспертные системы (ОЭС) предназначены для изучения конкретного учебного предмета: ОЭС диагностирует ошибки ученика, подсказывает правильные решения. По мере развития систем искусственного интеллекта и их дидактических применений актуальными являются два метода машинного поиска решений задач: *метод редукции и метод поиска в пространстве состояний.* В дидактическом плане более значимым является не демонстрация решения в готовом виде, а презентация процесса поиска в визуальной (графо-

вой) форме. Исходным этапом разработки ОЭС является создание ее первоначального варианта, эскиза, который в дальнейшем подлежит усовершенствованию, как в дидактическом, так и в программно-аппаратном плане. Такой эскиз мы называем *прототипом* ОЭС. Один и тот же дидактический прототип может быть реализован различными программными средствами, с различной степенью интеллектуализации. ОЭС особенно необходимы для организации управляемой самостоятельной работы учащихся. Принцип управляемости процесса обучения средствами информационной технологии рассматривается нами как один из ведущих дидактических принципов. Электронные средства обучения позволяют сочетать *внешнее управление* (со стороны учителя, традиционного печатного средства, данного электронного средства) с *самоуправлением*. Примером самоуправления служит предоставление в ЭУ возможности выбора учащимся индивидуальной траектории обучения или отдельных ее отрезков. Особую роль играет самоуправление в рамках оперативного управления, опирающегося на *обратную связь*. Обратная связь (от ЭУ – к ученику) дает ученику оперативную информацию о качестве усвоения учебного материала и позволяет ему самому своевременно вносить необходимые коррективы в процесс учения. Из различных видов обучения, выделяемых на основании понятия обратной связи, особенно приоритетными, на наш взгляд, являются следующие: оптимально управляемое (обратная связь осуществляется систематически, но не носит чрезмерного характера, оставляя поле для самоуправления) и жестко управляемое (обратная связь осуществляется систематически, носит пошаговый характер, охватывает весь процесс выполнения учебного задания). В информационной технологии требуется специальная разработка компьютерного психофизиологического сопровождения учебного процесса. В методике преподавания математики справедливо считается, что эффективное обучение учащихся решению задач представляет собой, прежде всего, обучение поиску решения задач. Исходной базой такого обучения могут служить работы *Д. Пойа*, лейтмотивом которых является положение о необходимости привития учащимся (наряду с навыками логического мышления) прочных навыков эвристического мышления. Описываемые ниже приемы применены в электронном учебнике, одним из разработчиков которого мы являемся. В большинстве случаев они ориентированы на решение задач, иллюстрируют применение нежестких видов управления, стимулируют развивающий характер обучения. К визуализированным

компонентам ОЭС относим «Доску объявлений» (рис. 1.7), на которой представлен весь перечень учебных задач к параграфу, предоставлена возможность выбора траектории обучения: например, первая траектория 1–1–3: решить 1 задачу первого уровня сложности, 1 задачу второго уровня сложности и 3 задачи третьего уровня сложности (пример наиболее высокой траектории). Номер правильно решенной задачи окрашивается в зеленый цвет. По завершению изучения параграфа учащимся предлагается провести адаптированный самоконтроль (с учетом достигнутых результатов). Существенно, что помощь и контроль в данном проекте обычно совмещаются. К задачам на доказательство практикуется приведение вариантов промежуточного ответа. Правильный промежуточный ответ с большой вероятностью гарантирует получение правильного решения задачи.

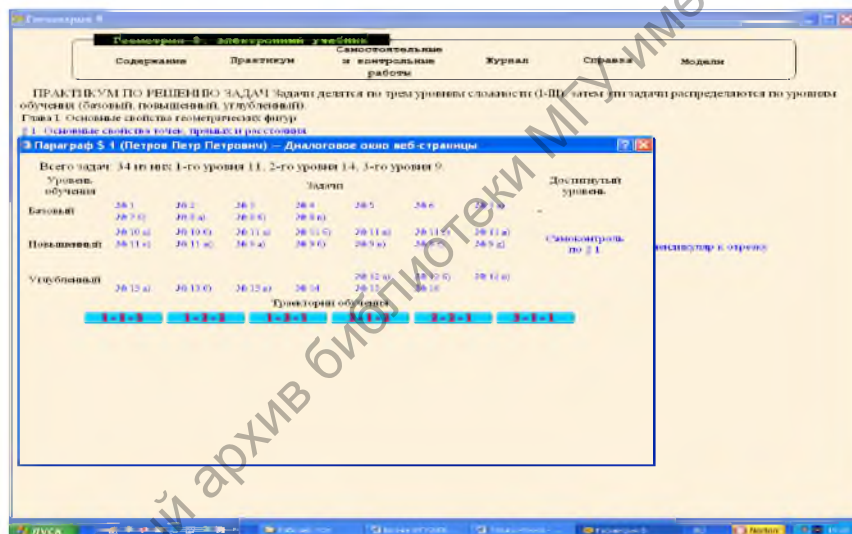


Рис. 1.7. Доска объявлений

ГЛАВА 2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНО-ИННОВАЦИОННОЙ СРЕДЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ НА УРОВНЕ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

2.1 Перспективно-инновационная образовательная среда как среда, порождаемая полидидактической технологией

2.1.1 Технология проектирования ПИ ИОС: общий подход на основе концепции ПИ ИОС и выбора полидидактической технологии

Технология проектирования ИОС призвана дать детальную картину процесса построения ИОС – на уровне ИОС в целом, ее локальных сред и микросред; обеспечить технологическую конкретизацию этого процесса, представить разработку ИОС в виде проекта, приближенно-го к практической реализации. На технологическом уровне ПИ ИОС представляется нами как среда, порождаемая полидидактической технологией, а технологическая модель ПИ ИОС как объединение моделей образовательных сред, порождаемых базовыми дидактическими технологиями (рис. 2.1). На различных отрезках реального учебного процесса та или иная технология выдвигается на первый план (происходит переключение с одной из них на другую). В итоге обеспечивается функционирование избранной полидидактической технологии. С учетом сформулированной концепции ПИ ИОС (гл. 1) к такой группе в данном исследовании отнесены четыре крупные образовательные технологии: традиционная технология в современном состоянии, технология креативного обучения, технология крупноблочного изложения учебного материала, компьютерная технология. Основные технологические приемы состоят в определении области применения различных технологий, в сбалансированном сочетании инновационных технологий с традиционной. Достижение этого баланса возможно эволюционным путем, на основе экспериментальной коррекционной работы. Объединение базовых технологий на основе принципа дополнительности приводит к образованию единой полидидактической технологии, способной обслуживать учебный процесс в различных формах его адаптации.

Следующий шаг в развитии полидидактической технологии состоит в реализации ее всеми компонентами учебно-методического комплекса.



Рис. 2.1. Полидидактическая технология как объединение базовых технологий

2.1.2 Технологическая модель проектирования ИОР с использованием концептуального, содержательного, структурного и технологического подоби

Параграф ИОР на любом носителе в этой части исследования – наиболее широкая ИОС, – локальная ИОС, состоящая из комплекса микросред. Логика СП к проектированию ИОР на технологическом уровне предполагает отражение в ИОР средовоориентированной полидидактической технологии, разработку соответствующих технологических способов и приемов проектирования локальных сред и микросред: целей, содержания, методов, средств и форм обучения.

Технологическая модель проектирования ИОР (рис. 2.2) конкретизирует теоретико-методическую модель проектирования ПИ ИОС, приведенную в 1-й гл. Главная особенность СП к технологии проектирования ИОР состоит в конкретизации применительно к ИОР признаков ПИ ИОС с помощью концептуального, содержательного, структурного и технологического подоби.



Рис. 2.2. Технологическая модель проектирования ИОР

Целостность и полнота дидактического процесса в ИОР может быть реализована в виде инвариантной структуры ИОР, в краткой технологичной форме с ориентацией на полидидактическую технологию, на интеграцию базовых и специальных технологий обучения, на обеспечение баланса инноваций и традиций.

2.1.3 Определение интегративных связей и областей преимущественного использования базовых технологий

Произведенный выбор базовых технологий вызван необходимостью рационализации и сбалансированности репродуктивной и креативной деятельности (табл. 2.1). С целью рационализации репродуктивной деятельности привлекается метод срезов, рационализация креативной деятельности обеспечивается технологией развивающего и креативного обучения. Компьютерной технологии и технологии крупноблочного изложения предназначена универсальная роль – повысить эффективность любой деятельности. Репродуктивную деятельность, присутствующую в каждой технологии, рекомендуется использовать преимущественно

при изучении теоретического материала и решении тренировочных задач; а развивающее и креативное обучение (на базовом уровне обучения) – при решении субъективно новых задач средней трудности.

Таблица 2.1

Интегративные связи и области применения базовых технологий обучения

Инновационные направления	Базовые технологии	Интегративные связи между базовыми технологиями	Области доминирования базовых технологий
Формирование навыков оперировать крупными порциями информации	Крупно-блочное изложение учебного материала	1) Преобладает репродуктивное изложение укрупненной информации – связь с традиционной технологией; 2) формируются навыки оперирования укрупненной информацией – связь с технологией креативного обучения; 3) применяется укрупнение в форме построения «малых теорий» – связь с технологией креативного обучения; 4) в задачном материале выделяются ключевые и типовые задачи, формируются обобщенные навыки переноса способов решения на остальные задачи – связь с технологией креативного обучения; 5) организуется процесс поиска решения задач – связь с технологией креативного обучения; 6) осуществляется поддержка технологии крупноблочного изложения компьютерными средствами – связь с компьютерной технологией.	1–3) Преимущественно при изложении <i>теоретического материала</i> ; 4–5) преимущественно при построении <i>задачного материала</i> ; 6) при изложении <i>любого учебного материала</i> .
Развитие креативных качеств личности	Креативное обучение	1) Поисковая деятельность демонстрируется в готовом виде (в виде образцов поисковой деятельности) – связь с традиционной технологией; 2) Поисковая деятельность сопряжена с укрупненной порцией – связь с крупноблочным изложением; 3) Процесс поиска (сообщается, или не сообщается в готовом виде) направляется с помощью компьютерных средств – связь с компьютерной технологией.	<i>Поиск решения задач</i> с выделением в этих целях креативного раздела – первого раздела в задачном материале каждого параграфа.
Развитие репродуктивных видов деятельности	Традиционная технология	1) Материал сообщается в готовом виде укрупненными порциями – связь с технологией крупноблочного изложения; 2) используются компьютерные средства поддержки репродуктивной деятельности – связь с компьютерной технологией; 3) сообщаются в готовом виде образцы поиска решения задач – связь с технологией развивающего и креативного обучения.	<i>Изучение теоретического материала, решение тренировочных задач.</i> В задачном материале выделяются разделы «Тренинг», «Самоконтроль».

Инновационные направления	Базовые технологии	Интегративные связи между базовыми технологиями	Области доминирования базовых технологий
Подготовка учащихся к жизни в условиях информационного общества	Компьютерная технология	1) В электронных средствах обучения материал подается репродуктивным методом, мелкими порциями, решение задач ведется на основе образцов, сообщаемых в готовом виде – связь с традиционной технологией; 2) материал подается укрупненными порциями – связь с технологией крупноблочного изложения; 3) показывается процесс построения теории и требуется воспроизведение этого процесса, решение задач ведется на основе поисковой деятельности – связь с технологией креативного обучения.	На всех этапах учебного процесса. При доведении объема применений компьютерных средств до 50%, они применяются фактически на каждом уроке.

2.1.4 Дополнение базовых технологий технологиями частного порядка

Полидидактическая технология, образованная указанными четырьмя базовыми технологиями, в целях ее усиления и конкретизации (в соответствии с концепцией ПИ ИОС) оснащается *частными технологиями, отвечающими специфике каждой базовой технологии*. Для компьютерного обучения, например, технологией комплексной интерактивной структуризации учебного материала, технологией использования обучающих и развивающих тестовых заданий, в форме которых в электронных средствах обучения представляется задачный материал. Технология крупноблочного изложения реализуется в данном исследовании с помощью комплексного применения: а) метода срезов; б) метода построения «малых теорий»; в) структуризации задач к каждому параграфу, начинающейся с ключевых, типовых задач; г) закрепления и повторения информации в укрупненном виде.

Значительный резерв в создании частных технологий развивающего обучения содержит подход, основанный на формировании обобщенных учебных (поведенческих и интеллектуальных) умений, на переводе этих умений во внутренний план.

2.2 Формирование целей обучения в контексте полидидактической технологии

2.2.1 Основной технологический прием постановки образовательных и креативных целей, отвечающий специфике полидидактической технологии

Основной прием. В разработке целей еще остается много противоречий. Встречаются затруднения при разграничении конечных целей и общих целей, операционных и технических целей и т.д. Имеет значение то, как структурированы цели обучения, в каком соотношении находятся компоненты содержания обучения, ориентированные на те или иные цели обучения. Недостатки в постановке целей обучения вызываются их отстраненностью от ученика, формализмом представления. Проблема состоит в том, каким образом эти проблемы могут быть разрешены в условиях полидидактической технологии. В п. 1.4.2 на основании трех признаков – содержание цели, степень ее диагностичности и иерархический уровень, на котором она находится, – выделено 30 типов целей. В рамках полидидактической технологии эти цели получают необходимую технологическую конкретизацию. Конкретный выбор полидидактической технологии, составляющих ее базисных технологий, безусловно, делает процесс разработки целей более определенным и конкретным, что и предполагается при технологическом подходе. В рамках полидидактической технологии создаются условия для совместного применения различных целей, их сочетания, возможного объединения. Правомерно также ставить вопрос об общем теоретико-методическом подходе к структурированию целей.

В качестве основного технологического приема постановки образовательных и креативных целей может служить достижение определенного «совмещенного» уровня усвоения знаний и креативных навыков:

уровня узнавания (узнавание математических объектов и отношений, определений, аксиом, теорем, математических методов, образцов поисковых действий);

уровня воспроизведения (воспроизведение терминологии, фактов, алгоритмов, математических методов доказательств теорем, решений задач, воспроизведение образцов поисковых действий);

уровня понимания (понимание понятий, фактов (аксиом, теорем), математических методов доказательств, непосредственное применение знаний, решение задач по образцу, применение поисковых действий по образцу);

уровня применения знаний в знакомой ситуации (выполнение поисковых действий и применение математических методов в знакомой ситуации, решение стандартных задач комплексного характера, при решении которых интегрируются знания из одной или различных однопредметных содержательных линий);

уровня применения знаний в незнакомой ситуации (выполнение поисковых действий в незнакомой ситуации, применение математических методов при решении нестандартных задач – задач на доказательство, задач, предполагающих исследование решения, задач с межпредметным содержанием и т.д.).

Конкретизация основного приема: учет иерархичности уровней усвоения знаний и опыта творческой деятельности в постановке методической цели. Планирование образовательных и креативных целей – это процесс, отражающий в себе переход от одних уровней усвоения к следующим более высоким уровням. Необходимым представляется выделение методических промежуточных и конечных целей на текущем отрезке учебного процесса (для отдельного урока, или группы уроков):

– *промежуточная методическая цель-1*: изучить понятия и их свойства, предусмотрев уровни узнавания, воспроизведения, понимания (уровень непосредственного применения знаний). Для достижения этой цели основное внимание уделяется изучению теоретического материала, решению задач на уровнях понимания и непосредственного применения знаний. Учащимся даются указания вида: «Прочитайте определения несколько раз», «Укажите определяемое понятие, родовой признак, видовые отличия», «Поясните определение на рисунке», «Повторите формулировки определений вслух, запомните их»;

– *промежуточная методическая цель-2*: ориентирует на закрепление теоретического материала на этих же уровнях, дополнив их уровнем решения стандартных задач, при этом учащимся сообщается, что «Эти задачи относятся к обязательному минимуму, которым надо овладеть всем»;

– *конечная методическая цель-3*: образовательные цели третьего и последующих уроков могут быть посвящены исключительно уровням применения знаний.

Другая конкретизация основного приема: прием совместной постановки образовательных и креативных целей на основе эталонного набора предметных знаний. По каждому годовому курсу в

эталоне выделяются *обязательные* теоретические знания (определения, теоремы, доказательства) и практические знания в виде набора, состоящего из 40-50 задач, с помощью которых выделяются основные геометрические ситуации для составителей задач, задается уровень сложности и трудности. Эталон в конкретной форме задает итоговые результаты обучения, делает общий подход к субъектной постановке образовательных целей более определенным и упорядоченным.

Презентация креативной цели при этом представляется в виде достижения определенного *уровня рефлексии* процесса поиска решения этих же задач.

2.2.3 Техника формулирования образовательной и креативной целей в методической и субъектной формах (табл. 2.2-2.3)

Таблица 2.2

Формулирование образовательных целей в методической и субъектной формах (в рамках локальных сред и микросред)

В методической форме	В субъектной форме – в виде непосредственных обращений к учащимся
Сформировать начальные представления учащихся о возникновении геометрии (<i>мировоззренческие знания</i>)	Известно, что геометрия прошла длинный, сложный и интересный путь развития. Вы, наверное, читали об этом, или слышали... Самый интересный вопрос: «А как она возникла?». Что вы думаете по этому поводу?
Ознакомить учащихся с методом от противного на примере доказательства первых геометрических теорем (<i>методологические знания</i>)	Метод от противного – один из распространенных методов, применяемых в науке. Часто он применяется и в школьном курсе геометрии. Возможно, вы встречались с ним? В чем он заключается? Что вы думаете по этому поводу?
Ознакомить учащихся с признаками равенства треугольников и их доказательствами (<i>теоретические знания</i>)	Равенство треугольников используется в школьном курсе геометрии особенно часто. Говорят даже о методе равных треугольников. Этот метод часто «выручает» при решении задач. Как охарактеризовать этот метод (ваши предложения...)?
Ознакомить учащихся с применением равных треугольников в геодезии (<i>практические знания</i>)	Мы уже неоднократно встречались с применением равных треугольников при изложении теории и решении задач. А применяются ли они в практической деятельности людей? Очень интересный вопрос. Какой ответ на этот вопрос вы бы дали?

Таблица 2.3

**Трансформация креативной методической цели
в субъектную цель**

Методическая форма цели	Субъектная форма цели – в виде непосредственных обращений к учащимся
1. Содержанием формулируемой развивающей цели может служить развитие того или иного качества ума: гибкости, критичности, оперативности, глубины ума, самостоятельности и широты мышления.	Как вы считаете: все ли случаи рассмотрены? Нельзя ли задачу решить иначе? Совершена ли ошибка в рассуждениях?
2. Важнейшими развивающими целями служат развитие поисково-исследовательских навыков, алгоритмических и эвристических качеств мышления: интуиции; способности к свертыванию и развертыванию мыслительных операций; способности переноса мыслительных операций на новые ситуации; способности к модификации мыслительных операций в новых ситуациях; способности к цельности восприятия, укрупнению информации, «бокового» мышления; генерированию идей, их «сцеплению», беглости речи.	Как догадаться до решения задачи? Какие вопросы вы сами себе поставите, помогающие вести поиск? Какой метод поиска вы выберете (синтетический, анализ <i>Пифа</i> , анализ <i>Евклида</i>)? Какой математический метод можно применить в данной ситуации? Составим план доказательства, какие ваши предложения?
3. Возможна постановка следующих развивающих целей. Развитие: наблюдательности, способности к целенаправленному экспериментированию; умений описать результаты эксперимента на математическом языке; интеллектуальных умений по выполнению анализа, синтеза, обобщения, сравнения, аналогии, конкретизации.	Как вы считаете: какую закономерность можно заметить? Сложно ли провести анализ решения задачи? Нельзя ли обобщить задачу?
4. Содержание развивающей цели может быть ориентировано на наиболее общие математические методы, такие как метод математического моделирования, аксиоматический метод и др.	Как данную физическую задачу сформулировать на математическом языке? Какие теоретические сведения достаточны для решения задачи?
5. Содержание развивающей цели (общего характера) может быть конкретизировано применительно к специфике изучаемого материала. В этой связи могут ставиться, например, цели по развитию числовой, алгебраической, геометрической, комбинаторной интуиции.	Нельзя ли найти закономерность в данной последовательности чисел? Какие геометрические фигуры можно увидеть на чертеже?

2.2.4 Технологический прием совмещения в одной формулировке цели обучения и указаний на средства ее достижения

Этот прием помогает при создании учебника отойти от формального провозглашения цели, построить каждый фрагмент учебного материала в точном соответствии с выбранной целью; главное, этот прием облегчает переход от методической цели к субъектной, обращенной непосредственно к ученику, сформулированной на понятном ему языке. Учебники также подсказывают нередко средства достижения развивающих целей. Например, в авторских учебниках геометрии задачи систематизируются не только по тематическому признаку, уровням сложности, но и по тем или иным учебным проблемам: «Сколько решений имеет задача?», «Все ли случаи рассмотрены при решении задачи?», «Какие дополнительные построения необходимо выполнить при решении следующей задачи?» и т.п. В итоге развивающие цели (формирование умений определять число решений задачи, количество случаев, подлежащих рассмотрению при решении этой задачи и т.д.) непосредственно связываются с конкретными задачами, которые выступают средством достижения этих целей.

2.2.5 Постановка воспитательных целей

Состав воспитательных целей. К числу основных воспитательных целей (цели формулируются в методической форме) относим: воспитание устойчивых креативных качеств личности; развитие активной жизненной позиции личности в процессе изучения математики (привлечение учащихся к построению учебного процесса, к формированию целей, установок, мотивов, познавательных интересов, оценок учебной деятельности); развитие общения школьников в различных формах коллективной работы на уроках математики; раскрытие роли математики в развитии интеллектуальных, эмоциональных, волевых и моральных качеств личности, воспитание эстетических ценностей в процессе изучения математики, воспитание сознательного отношения к изучению математики, ознакомление учащихся с профессиями, связанными с математикой; приобщение учащихся к общественно значимым ценностям в области математики (общие черты математической деятельности и отражение их в других видах деятельности, математическое моделирование, прикладные аспекты математики, взаимодействие основ математики и ее приложений).

В постановку воспитательной цели включаем следующие три составляющие: формулирование воспитательной цели (с учетом специфики изучаемого учебного материала), планирование средств ее реализации, установление обратной связи, позволяющей судить об эффективности реализации воспитательной цели (сравните со структурой постановки образовательной и креативной целей).

2.2.6 Критерии достижения цели

Остановимся на критериях достижения креативных целей. Отметим, что многие из критериев носят совокупный характер и применимы одновременно и к развивающим, и к образовательным целям. Например, беглость речи, свободное использование математической речи (устной, письменной), правильное использование математической и логической символики являются одновременно объективными показателями высокого уровня развития и наличия глубоких знаний. В этом случае уместно говорить о наличии высокой *культуры математической речи учащихся*, что служит признаком достижения определенного уровня креативности. *Культура выполнения геометрических чертежей* также является признаком достижения высоких уровней развития. *Проявление навыков к аналитико-синтетической деятельности* – один из наиболее важных критериев наличия высокого уровня креативности. В аналогичном смысле умение пользоваться любыми другими методами познания можно рассматривать как определенный признак (показатель) креативности учащихся. *Критериями креативности служат широта переноса знаний* на новые ситуации, умение решать задачи повышенной трудности, наличие стремления и способности самостоятельного изучения теоретического материала, умение пользоваться справочной литературой и т.д. Проявление учеником наблюдательности, догадки, находчивости, нестандартности мышления – также признаки устойчивой положительной динамики его развития.

В методическом плане необходимо учитывать взаимодействие целей друг с другом и учитывать, что показателем развития в определенной мере служит достигнутый уровень усвоения знаний (неслучайно 5-й уровень усвоения знаний называется творческим). Плохие знания, как правило, свидетельствуют, с одной стороны, о невысоком уровне математического развития, с другой стороны, они проявляют себя в качестве средства, сдерживающего дальнейшее развитие (при этом не ис-

ключается наличие более высокого уровня развития в других областях). Для практических целей обучения чаще всего достаточно ограничиться качественной оценкой уровня креативности: *начальный, средний, высокий уровень*. С ее помощью успешно можно вести мониторинг процесса развития учащихся, динамики перевода интеллектуальных умений и навыков во внутренний план, в устойчивые качества личности.

2.2.7 Общая технологическая модель формирования целей

Цель в субъектной форме должна быть тематически предельно конкретной, учитывать вид знаний и уровень усвоения, быть *мотивированной* (см. приведенные выше примеры). Необходимым условием восприятия цели субъектом является представление им средств достижения цели. Завершением процесса целеполагания служит убеждение субъекта в том, что цель достигнута.

Предлагается общая субъектноориентированная технологическая модель формирования цели (образовательной, креативной, воспитательной), предусматривающая создание целевой микросреды, вариативности цели (дробление, укрупнение, конкретизацию, видоизменение цели), позволяющие производить выбор, делать ученика соучастником выдвижения цели. В целевую среду включается мотивационный компонент, постановка цели в вопросно-проблемной форме, соотнесение цели с видом знания, тематическая конкретизация цели, соотнесение цели с планируемым уровнем усвоения знаний и креативных навыков, демонстрация средств достижения цели, последующее подтверждение достижения цели. Модель предполагает максимальную *конкретизацию каждой* цели, например, конкретизация креативной цели может быть такой: потренироваться в применении аналитических методов поиска решения таких-то задач. Постановка этой цели предполагает получение и определенную оценку *креативного продукта* (в нашем примере – оценку навыков применения аналитических методов). Конкретизация цели включает в себя краткую информацию об организации *креативного процесса* (поиск каких задач будет вестись, предварительное напоминание сути аналитических методов, сообщается, что при подведении итогов будет предложено дать самооценку показанного уровня креативности). При постановке цели обращается внимание на *стиль общения*: систематическое использование непосредственных обращений к учащимся, мотивация деятельности, проблемная форма постановки цели, стимулирование рефлексии.

2.3 Технологические модели проектирования образовательных сред, порождаемых базовыми дидактическими технологиями

Перспективно-инновационные признаки ИОС порождают соответствующие им образовательные среды: среда репродуктивной деятельности, среда креативной деятельности, среда крупноблочного изложения и т.д. Моделирование этих сред является технологической конкретизацией методологии проектирования ПИ ИОС и позволяет четче охарактеризовать соответствующие им дидактические технологии и полидидактическую технологию в целом. Выясним, каковы возможности реализации сформулированной идеи.

2.3.1 Образовательная среда, порождаемая традиционной технологией обучения (в контексте перспектив ее развития)

Концептуальное обоснование традиционная технология получила в ассоциативно-рефлекторной теории обучения, дидактических принципах, предложенных Я.А. Коменским (принципы научности, природосообразности, систематичности, доступности, прочности, сознательности, наглядности, связи теории с практикой, учета возрастных и индивидуальных особенностей). Недостатки традиционной технологии в ее классическом состоянии были отмечены в 1-й главе. *Признаками традиционной технологии в ее современном состоянии служит введение дифференциации обучения, элементов компьютеризации, проблемных методов обучения, поддержка (иногда декларативно) развивающих и воспитывающих целей обучения. Тем самым закладываются условия для усиления связи традиционной технологии с технологией креативного обучения, компьютерной технологией, технологией адаптированного обучения. С усилением указанных связей возможно изменение влияния традиционной технологии на УКМ: сокращение изложения учебного материала в готовом виде, сокращение репродуктивной деятельности, усиление субъектного подхода и т.д. С учетом этого, нами предлагается трехмерная координатная модель традиционной среды в ее современном состоянии (табл. 2.4, рис. 2.3). Состояние субъекта S в данный момент характеризуется координатами 3, 2 и 3: применением знаний и способов деятельности в знакомой ситуации; способностью воспроизводить информацию, сообщаемую в готовом виде; применением по образцу.*

Таблица 2.4

**Трехмерная координатная модель традиционной среды
в ее современном состоянии**

Оси X, Y, Z – порядковые, по которым откладываются нумерованные в направлении усложнения компоненты, соответствующие этим осям. По оси X откладываются значения компонентов 1-6 планируемого учебного процесса; по оси Y – значения компонентов 1-5 планируемых свойств личности; по оси Z – достигнутые на данный момент результаты 1-5 учебной деятельности субъекта; S – состояние субъекта в данной среде в текущий момент.						
X	Планируемый процесс обучения					
	1	2	3	4	5	6
	сообщение знаний и способов деятельности в готовом виде	применение знаний и способов деятельности по образцу	применение знаний и способов деятельности в знакомой ситуации	применение знаний и способов деятельности в новой ситуации	формирование опыта навыков творческой деятельности	рефлексия, коррекция
<i>Возможны различные сочетания элементов этих компонентов друг с другом при сохранении ведущего в данный момент вида деятельности</i>						
Y	Планируемые качества личности					
	(в данный момент наличие их может подтвердиться или не подтвердиться)					
	способность воспринимать информацию, сообщаемую в готовом виде	способность воспроизводить информацию, сообщаемую в готовом виде	способность к переносу на знакомые ситуации	способность к переносу на незнакомые ситуации	способность к рефлексии	—
Z	Достигнутые уровни усвоения знаний и развития					
	узнавание	воспроизведение	применение по образцу	применение в знакомой ситуации	применение в незнакомой ситуации	—

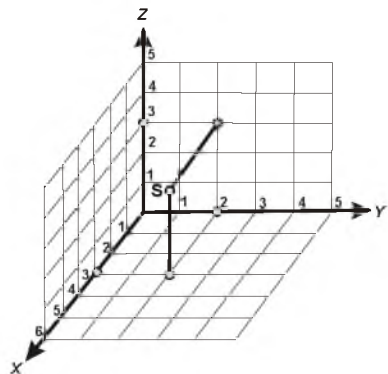


Рис. 2.3. Трехмерная координатная модель традиционной среды в современном состоянии

2.3.2 Образовательная среда, порождаемая технологией креативного обучения

Существуют серьезные затруднения в реализации технологического подхода к развитию учащихся. Остается не выясненным, в какой мере развитие поддается технологизации, каким образом задать конечные и промежуточные результаты развития, какими должны быть измерители и критерии развития в процессе изучения математики.

На данный момент отсутствует необходимый инструментарий, которым могли бы воспользоваться составители школьных учебников и учителя-предметники. Психологическим тестированием учитель математики заниматься не может (это удел других специалистов). Выход из этого положения состоит в возможной адаптации существующей в Республике Беларусь пятиуровневой системы знаний и десятибалльной системы их оценки к проблеме развития. Стержневая идея технологий развивающего обучения состоит в опережающем развитии мышления, которое становится как бы локомотивом, способным повести за собой умственное развитие ребенка в целом, обеспечивая его готовностью самостоятельно использовать свой творческий потенциал. Выведение мышления на новый уровень – всегда является креативным процессом. Различные технологии развивающего обучения по-разному строят креативный процесс. Креативное обучение, на наш взгляд, не должно исключать репродуктивную деятельность, а предполагать определенный ее баланс с творческой де-

тельностью. Креативное обучение, обычно ставит цель на длительную перспективу – добиться развития творческих качеств в устойчивые качества личности. Креативное мышление характеризуется такими особенностями: получением субъективно нового результата; способностью целенаправленно действовать в проблемных ситуациях, искать различные пути их разрешения; способностью оценивать возникающие затруднения и при необходимости переключаться на новый ход мысли, новый способ рассуждений; способностью (при отсутствии опыта решения новых задач) действовать самостоятельно без подсказки. Формирование обобщенных навыков умственной деятельности и навыков переноса их на новые ситуации также представляет собой креативный процесс и без создания соответствующей образовательной среды вряд ли он окажется возможным.

Основой для построения креативного обучения (в том числе и отражения его в учебнике) предлагается принять дидактическую модель креативной среды (табл. 2.5, рис. 2.4). Например, состояние субъекта $S(3, 4, 3)$ (см. рис. 2.3) характеризуется в данный момент первоначальным планированием поисковых действий по решению задач, анализом возможностей их реализации (вхождением в проблемную ситуацию-2); компетентностью; применением по образцу.

Таблица 2.5

Трехмерная координатная модель креативной среды

Оси X , Y , Z – порядковые, по которым откладываются нумерованные в направлении усложнения компоненты, соответствующие этим осям. По оси X откладываются значения компонентов планируемого креативного процесса, по оси Y – значения компонентов планируемых креативных свойств личности, по оси Z – достигнутый на данный момент результат креативной деятельности субъекта, S – состояние субъекта в креативной среде на данный момент.						
Планируемый процесс обучения						
X	1	2	3	4	5	6
	встреча с новым информационным сообщением, его анализ: какие задачи можно составить на его основе? (проблемная ситуация-1)	составление задачи (решение проблемной ситуации-1)	первоначальное планирование поисковых действий по решению задач. Анализ возможностей их реализации (проблемная ситуация-2)	основной этап поиска: выбор эвристических методов и средств реализации поисковых действий, (проблемная ситуация-3)	изложение найденного решения задачи (решение проблемных ситуаций 2-3)	рефлексия, коррекция, планы на будущее, возвращение к началу креативного процесса

Планируемые качества личности						
У	потребности, мотивы, воля	интуиция и воображение	дивергентное и конвергентное мышление	компетентность	обобщенные умственные действия	—
Достигнутые уровни усвоения знаний и развития						
Z	узнавание	воспроизведение	применение по образцу	применение в знакомой ситуации	применение в незнакомой ситуации	—

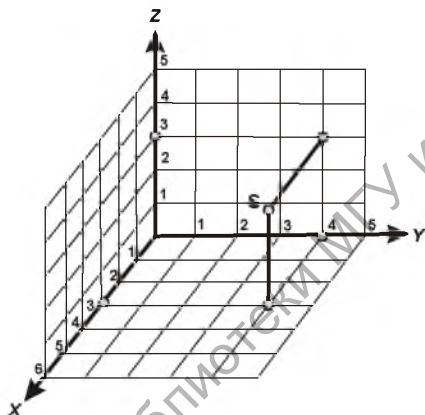


Рис. 2.4. Трехмерная координатная модель креативной среды

Креативный процесс может осуществляться в трех формах: а) в форме проблемного изложения (обучение поиску на образцах), б) с локальным привлечением помощи со стороны учителя и средств обучения, в) самостоятельно учеником.

Развитие при обучении математике связывалось, главным образом, с созданием классов с углубленным изучением, созданием соответствующих учебных курсов. Учащиеся базового уровня обучения, как правило, остаются в рамках репродуктивной деятельности, не стимулирующей развитие. СП ставит своей целью охват развивающим обучением подавляющей части учащихся. При этом основным средством развития выступает не столько сложность задач, сколько субъективная трудность и новизна их, субъективная новизна математических ситуаций. Акцент делается на использовании развивающего потенциала задач средней трудности. Основной тезис развивающего

обучения в теории Л.С. Выготского – «обучение, находящимся в зоне ближайшего развития субъекта» – связывается в нашем исследовании не с объективной сложностью задач, а с субъективной новизной, субъективными трудностями осуществления поисковой деятельности, с формированием навыков такой деятельности. Развитие сформулированной концепции на системной основе приводит к новой технологии обучения. *Использование доступного для всех учащихся учебного материала позволяет активизировать механизмы развития, сделать развивающее обучение доступным для широкой части учащихся.* Еще один подход к формированию массовой технологии развивающего обучения дает крупноблочное изложение учебного материала, если довести формирование навыков оперирования укрупненной информацией до *обобщенных навыков, способных к переносу на новые ситуации.* Высказанное положение допускает широкое поле применений: развивающее (креативное) обучение можно связать с формированием обобщенных навыков различных общих учебных и интеллектуальных умений. Таких вспомогательных технологий креативного обучения можно построить достаточно много. Уровни развития и креативности могут прогрессировать или деградировать, а потому они нуждаются в непрерывном подкреплении.

2.3.3 Образовательная среда, порожаемая технологией крупноблочного изложения учебного материала

Существуют различные подходы к укрупнению информации и соответствующие им подходы к обучению математике: обучение методом укрупненных упражнений – *П.М. Эрдниев*; опережающее изучение теоретического материала с использованием опорных конспектов – *В.Ф. Шаталов*; укрупненная подача информации в виде лекции, типизации задач, выделения ключевых задач по учебной теме, выделения соответствующих типов урока – *Р.Г. Хазанкин*; подача учебного материала крупными порциями, детальная практическая разработка системы уроков, реализующих эту установку – *А.А. Окунев* и др.

К укрупненному изложению можно отнести также изложение теоретического материала с демонстрацией процесса построения небольших фрагментов теории. Все эти подходы объединяет идея укрупненной подачи информации, выступающей в противовес тра-

диционному обучению, с его чрезмерным дроблением информации, раздельным изложением даже тесно связанных друг с другом понятий, с вынужденным многократным малоэффективным повторением. Технологические реализации укрупнения предполагают выделение области применения укрупнения, учитывая, что одна отдельно взятая технология не является универсальной. Разукрупнение часто является объективной необходимостью (например, сложную и трудную задачу часто целесообразно разбить на подзадачи). Механическое укрупнение без применения приемов обучения, помогающих учащимся воспринимать и сознательно оперировать укрупненной информацией, сопряжено с потерей доступности. Эффективность укрупненного изложения зависит также от того, в какой мере оно поддерживается учебником.

Метод срезов представляет собой новый вариант крупноблочного изложения учебного материала (табл. 2.6, рис. 2.5). Методический замысел метода срезов состоит в том, что он обеспечивает более быстрое «вхождение» учащихся в систему учебного материала и активное его усвоение. Процесс крупноблочного изложения учебного материала состоит из нескольких этапов, каждый из которых характеризует крупный фрагмент учебного материала в определенном отношении. Возможно задание группировок 1-4 в учебнике в готовом виде. Если их в учебнике нет, то потребуются несложная реконструкция его материала. На рисунке 2.5 приведена трехмерная дидактическая модель среды крупноблочного изложения учебного материала методом срезов, состоящая из 150 компонент. Состояние субъекта $S(3, 3, 3)$ в момент, показанный на рисунке, характеризуется выполнением 3-й перегруппировки учебного материала, в результате которой изложение темы или крупного ее фрагмента связывается с изучением *доказательств* фактов; планируется проявление способности структурировать укрупненную информацию; планируется также достижение уровня усвоения знаний и креативности – применение по образцу. Метод срезов допускает дополнение его приемами крупноблочного изложения других технологий (лекционным методом, уроком-зачетом, крупноблочным повторением учебного материала, типизацией задач, выделением ключевых задач по достаточно крупному фрагменту учебного материала, применением опорных конспектов, графических схем решения задач и др.).

Таблица 2.6

**Трехмерная координатная модель среды
крупноблочного изложения**

Оси X, Y, Z – порядковые, по которым откладываются нумерованные в направлении усложнения компоненты, соответствующие этим осям. По оси X откладываются значения компонентов планируемого процесса крупноблочного изложения учебного материала, по оси Y – значения компонентов планируемых свойств личности, по оси Z – достигнутый на данный момент результат деятельности субъекта, S – состояние субъекта в среде на данный момент.						
X	Планируемый процесс обучения					
	1	2	3	4	5	6
	обзор фрагмента с помощью графической схемы структуры учебного материала, просмотра содержания параграфа учебника.	1-я перегруппировка учебного материала, в результате которой изложение темы или ее крупного фрагмента начинается с определений понятий. Организуется закрепление и воспроизведение группы понятий.	2-я перегруппировка учебного материала: после определения второго крупного блока идут теоремы. Организуется закрепление и воспроизведение группы теорем.	3-я перегруппировка учебного материала: после блока теорем идет блок доказательств. Организуется в целях закрепления воспроизведение группы доказательств.	4-я перегруппировка учебного материала: на первый план выдвигается решение <i>ключевых задач</i> по данному фрагменту учебного материала. Организуется поиск решения.	решаются тренировочные задачи.
Планируемые качества личности						
Y	способность воспринимать укрупненную информацию	способность оперировать укрупненной информацией.	способность структурировать укрупненную информацию.	формирование навыков поиска ключевых задач.	перенос навыков поиска на решение тренировочных задач.	—
Достигнутые уровни усвоения знаний и развития						
Z	узнавание	воспроизведение	применение по образцу	применение в знакомой ситуации	применение в незнакомой ситуации	—

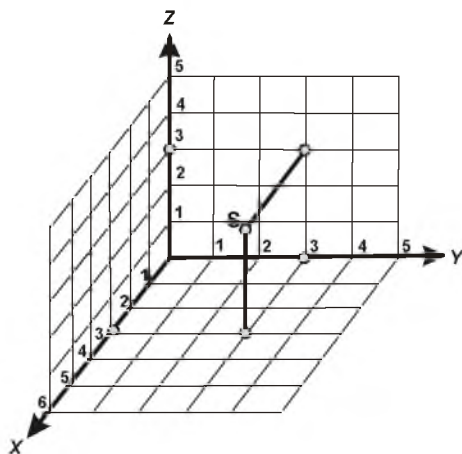


Рис. 2.5. Трехмерная дидактическая модель среды крупноблочного изложения учебного материала методом срезов

2.3.4 Образовательная среда, порождаемая компьютерной технологией

Образовательную среду, учебный процесс, технологию обучения, реализуемые с помощью информационно-компьютерных средств, назовем *компьютеризированными*.

Трехмерная дидактическая модель компьютеризированной образовательной среды представлена таблицей 2.7 и рисунком 2.6.

Состояние субъекта $S(3, 5, 3)$ в момент, показанный на рисунке 2.6, характеризуется действиями по интерактивной поддержке крупноблочного изложения учебного материала; запланированным проявлением способности использовать электронные средства для формирования навыков самоконтроля; достижением уровня усвоения знаний и креативности – уровня применения по образцу.

В заключение отметим, что на различных отрезках реального учебного процесса та или иная технология выдвигается на первый план (происходит переключение с одной из них на другую). В итоге обеспечивается функционирование избранной полидидактической технологии.

Таблица 2.7

**Трехмерная координатная модель
компьютеризированной образовательной среды**

Оси X, Y, Z – порядковые, по которым откладываются нумерованные в направлении усложнения компоненты, соответствующие этим осям. По оси X откладываются значения компонентов планируемого компьютеризированного учебного процесса, по оси Y – значения компонентов планируемых свойств личности, по оси Z – достигнутый на данный момент результат деятельности субъекта, S – состояние субъекта в среде на данный момент.						
X	Планируемый компьютеризированный процесс обучения					
	1	2	3	4	5	6
	интерак- тивная поддержка репродук- тивных видов дея- тельности	интерак- тивная поддержка креатив- ных видов деятель- ности	интерак- тивная поддержка крупно- блочного изложения учебного материала	организа- ция систе- матической помощи	организа- ция автома- тизированной обрат- ной связи на основе тестовых заданий	коррекция с учетом результатов контроля
Планируемые качества личности						
Y	способ- ность ис- пользовать электрон- ные сред- ства для повышения уровня репродук- тивной деятель- ности	способ- ность ис- пользовать электрон- ные сред- ства для повышения уровня креативной деятель- ности	способ- ность ис- пользовать электрон- ные сред- ства для повышения доступно- сти круп- ноблочного изложения учебного материала	способ- ность ис- пользовать электрон- ные сред- ства для интенси- фикации обучения	способ- ность ис- пользовать электрон- ные средства для фор- мирования навыков самокон- троля	—
Достигнутые уровни усвоения знаний и развития						
Z	узнавание	воспроиз- ведение	примене- ние по об- разцу	приме- нение в знакомой ситуации	примене- ние в не- знакомой ситуации	—

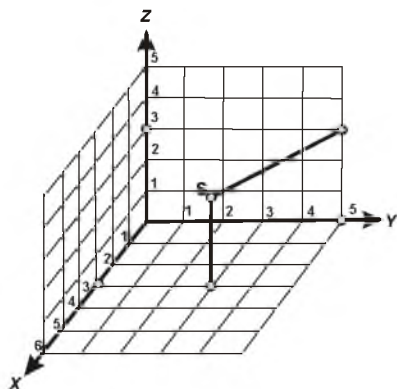


Рис. 2.6. Трехмерная модель компьютеризированной образовательной среды

2.4 Способы реализации технологии креативного обучения

2.4.1 Модели формирования навыков поисковой деятельности

Комплекс моделей поиска, с различной степенью отражения специфики учебной темы и конкретной задачи. Системообразующей в этом комплексе является универсальная модель поиска, не связанная со спецификой той или иной учебной темы. Универсальная модель при необходимости дополняется конкретизирующими моделями, последней из которых является разрешающая модель (рис. 2.7, табл. 2.11). Конкретизирующие модели связаны со спецификой учебной темы.

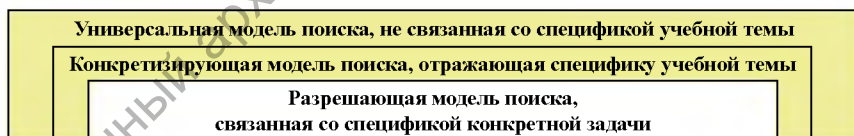


Рис. 2.7. Комплекс моделей поисковой деятельности

Разрешающая модель, как правило, связана со спецификой конкретной задачи. Разрешающей может стать любая модель, приводящая к нахождению решения задачи.

Универсальная модель формирования навыков поисковой деятельности, не связанная со спецификой учебной темы (модель-2, табл. 2.8). Интеллектуальные средства поиска решения задачи мы пред-

ставляем тремя составляющими: качеством знаний, опытом решения задач и эвристическими приемами поиска. В процессе изучения каждой новой темы ученик не овладевает в должной мере ни одной из этих составляющих (в силу дефицита учебного времени, излишнего разнообразия задач). Отсюда и следуют известные затруднения. Помощь, которая имеется в традиционных учебниках (в виде отдельных разрозненных указаний в разделе «Ответы и указания»), оказывается недостаточной.

Таблица 2.8

Модель-2: универсальная технологическая модель формирования навыков поисковой деятельности, не связанная со спецификой учебной темы

Типы моделей	Характеристика типа модели
Модель-2 1-го типа: ознакомление с образцами поисковой деятельности	Примеры поисковой деятельности решения задач в учебных пособиях. Ознакомление с базовыми методами поиска, характерными для математики: синтетическим методом, анализами Паппа и Евклида. Примеры конвергентного и дивергентного мышления. Демонстрация креативного поля задачи. Включение в учебные пособия обучающих микросистем задач, иллюстрирующих два взаимно обратных метода поиска: метод редукции – сведения исходной задачи к подзадачам и метод суперпозиции – обратный метод.
Модель-2 2-го типа: анализ текста задачи, чертежа, актуализация знаний	<i>Поставьте перед собой вопросы:</i> «Что дано в задаче, что еще дано? Что требуется найти (доказать)? Все ли данные и искомые показаны на чертеже? С какими определениями и теоремами связана данная задача? Помню ли я эти сведения? Нельзя ли воспользоваться каким-либо математическим методом?». Чем шире набор привлекаемых сведений, тем вероятнее нахождение способа решения или даже нескольких способов решений (установка на дивергентное мышление).
Модель-2 3-го типа: основные эвристические рекомендации и советы	<i>Поставьте перед собой вопросы:</i> «Нельзя ли применить анализ Паппа, анализ Евклида, синтетический метод поиска? Знаю ли я суть этих методов? Нельзя ли применить такой-то математический метод, результат такой-то задачи? Какое отношение в задаче можно принять в качестве основного? В целях облегчения поиска, возможно, полезно составить и решить 1-2 подзадачи. Какие?» Выскажите все идеи решения задачи, которые кажутся вам осуществимыми (установка на дивергентное мышление). Если трудно высказать несколько идей, то постарайтесь высказать хотя бы одну идею (установка на конвергентное мышление).
Модель-2 4-го типа: частные эвристические рекомендации, советы	<i>Какие конкретные советы вы бы сами себе посоветовали:</i> возможно, полезно провести медиану треугольника, раскрыть скобки в выражении и т.д. (установка на развитие конвергентного мышления в его традиционной форме).
Модель-2 5-го типа: формирование рефлексивных навыков	<i>Поставьте перед собой вопросы:</i> «Каков мой вклад в поиск решения задачи? Додумался ли я до плана ее решения? Сам ли я додумался до наиболее трудного шага решения? Могу ли я самостоятельно завершить решение задачи?».

Выход мы видим в разработке ИОР, снабженных обучающей экспертной системой, способной оказать ученику полноценную помощь. Приоритет отдаем методике, формирующей навыки самоорганизации, навыки самопомощи. Овладение интеллектуальными средствами решения задач связывается нами с совместным формированием группы базовых поведенческих и эвристических навыков, начальным моментом которого является стимулирование у учащихся стремления самостоятельно ставить соответствующие эвристические вопросы, относящиеся к анализу текста задачи (анализ в смысле расчленения целого на части); синтезу при выполнении чертежа (отражение на чертеже условий и требования задачи); актуализации теоретических сведений, необходимых для решения задачи (с каким определением, теоремой, математическим методом связана задача); применению общих методов поиска решения задачи (синтетического метода, анализов Паппа и Евклида, схемы определенного математического метода); применению частных приемов (выполнение дополнительного построения, преобразование выражения); формированию рефлексивных навыков, относящихся к поиску (на стадии «решение найдено, но еще не изложено»).

Конкретизированные модели поиска, связанные со спецификой учебной темы или конкретной задачи (табл. 2.9). Приведем модель на примере изучения комбинации треугольника и окружности.

Таблица 2.9

Технологические приемы разработки конкретизирующих моделей поиска

Модель поиска, связанная со спецификой учебной темы	1. Если в задаче говорится о центроиде треугольника, то проведите медианы; если о центре окружности, описанной около треугольника, – проведите серединные перпендикуляры к сторонам треугольника, радиус окружности; если о центре вписанной окружности – проведите биссектрисы треугольника, отметьте точки касания, проведите радиус окружности; если об ортоцентре треугольника – проведите высоты треугольника и т.д. 2. Обратите внимание на то, как удобнее оказалось выполнение чертежа: придерживаясь условий в последовательности, данной в задаче, или в другой последовательности. Возможно, это поможет выделить основное соотношение в задаче. 3. Нельзя ли построить прямоугольный треугольник, в который бы входил искомый радиус описанной (вписанной) окружности и некоторые данные элементы?
Разрешающая модель, связанная со спецификой группы задач (рис. 2.8-2.9)	1. Рис. 2.8-2.9 выполняются учеником под руководством учителя и сопровождаются словесными пояснениями. Ставится цель найти треугольник, в который входят данные и искомые элементы. Подобные рисунки и комментарий к ним могут приводиться в учебнике, что способствует представлению теоретических знаний в форме, удобной для решения задач. 2. Основные вопросы: «Какой прямоугольный треугольник вы бы выделили на нахождение искомого элемента? Признаки какого математического метода можно заметить по рисунку?»

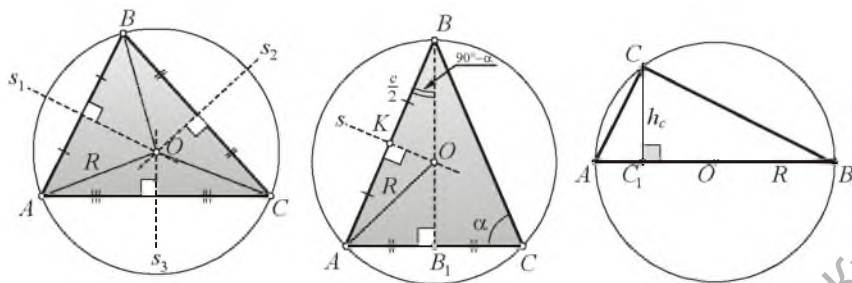


Рис. 2.8. Ситуации для описанной окружности

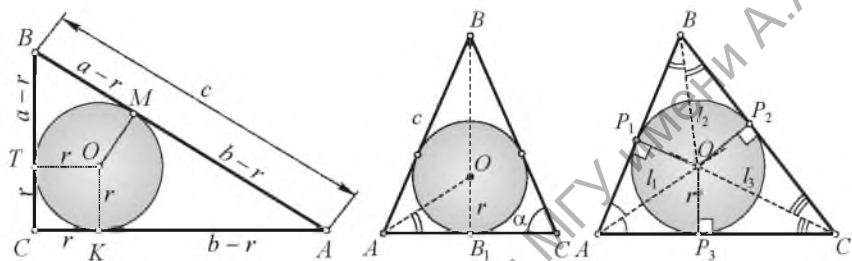


Рис. 2.9. Ситуации для вписанной окружности

2.4.2 Информационно-эвристическая типология проблемных ситуаций и задач и ее реализация в учебниках

Технологическими средствами организации креативного обучения служат: информационно-эвристическая типология проблемных ситуаций и задач; комплекс учебных моделей креативной деятельности, начиная от универсальной учебной модели формирования базовых поведенческих и интеллектуальных навыков поисковой деятельности и заканчивая разрешающей моделью. Таблицы 2.10-2.11 предоставляют 64 варианта работы над проблемной ситуацией и задачей и содержат в себе значительные возможности для реализации ситуативной методики, для регулирования меры помощи ученику, для использования этих таблиц с целью построения обоснованной систематизации задач.

Каждый из 16 типов задач формирует определенные навыки поисковой деятельности, поэтому необходима четкая система в их применении. С этой целью внутри одной крупной темы (главы учебника) возможно использование всех типов задач, а внутри параграфа –

3–4-х типов, представляя каждый тип группами задач (классами эквивалентности). Приведем модельные примеры технологии составления проблемных ситуаций и задач:

Проблемная ситуация 1.1: На рисунке дана комбинация равно-стороннего треугольника и описанной окружности. Требуется найти радиус этой окружности. Подберите условие задачи.

Проблемная ситуация 4.1: Как и выше, на рисунке предлагается комбинация равнобедренного треугольника и описанной окружности; ставится проблема: какую задачу можно составить по рисунку? (компоненты А-С не сообщаются); говорится: составьте задачу таким образом, чтобы можно было воспользоваться прямоугольным треугольником и теоремой Пифагора, показывается такой треугольник на рисунке (делаем компоненты М и Э известными).

Таблица 2.10

Информационно-эвристическая типология проблемных ситуаций

Организуется встреча учащихся с различными информационными сообщениями, приводящими к следующим типам проблемных ситуаций (X, Y, Z, U, V, W – обозначения неизвестных компонентов; для проблемных ситуаций хотя бы один из компонентов А (условие) и В (требование) всегда неизвестно):	
1 тип	неизвестен один компонент: 1.1. XBRCMЭ; 1.2. AYRCMЭ
2 тип	неизвестны два компонента: 2.1. XYRCMЭ; 2.2. XBZCMЭ; 2.3. XBRUMЭ; 2.4. XBRCVЭ; 2.5. XBRCMW; 2.6. AYZCMЭ; 2.7. AYRUMЭ; 2.8. AYRCVЭ; 2.9. AYRCMW
3 тип	неизвестны три компонента: 3.1. XYZCMЭ; 3.2. XYRUMЭ; 3.3. XYRCVЭ; 3.4. XYRCMW; 3.5. XBZUMЭ; 3.6. XBZCVЭ; 3.7. XBZCMW; 3.8. XBRUVЭ; 3.9. XBRUMW; 3.10. XBRCVW; 3.11. AYZUMЭ; 3.12. AYZCVЭ; 3.13. AYZCMW; 3.14. AYRUVЭ; 3.15. AYRUMW; 3.16. AYRCVW
4 тип	неизвестны четыре компонента: 4.1. XYZUMЭ; 4.2. XYZCVЭ; 4.3. XYZCMW; 4.4. XYRUVЭ; 4.5. XYRCVW; 4.6. XYRUMW; 4.7. AYZUVЭ; 4.8. AYRUVW; 4.9. AYZUMW; 4.10. AYZCVW; 4.11. XBZUVЭ; 4.12. XBRUVW; 4.13. XBZUMW; 4.14. XBZCVW
5 тип	неизвестны пять компонентов: 5.1. XYZUVЭ; 5.2. XYRZUV; 5.3. XYZCUV; 5.4. XYZUMV; 5.5. AXYZUV; 5.6. XBYZUV
6 тип	неизвестны все шесть компонентов: 6.1. XYZUVW – этот вид проблемных ситуаций предполагает творческую деятельность наивысшего уровня

Таблица 2.11

Информационно-эвристическая типология задач

Для задач компоненты А и В всегда известны (<i>А.В. Брушлинский</i>), Z, U, V, W – обозначения неизвестных компонентов (соответственно основного соотношения, теоретического базиса, математического метода, эвристических средств). Возможны следующие типы задач:	
1 тип	известны все компоненты информационно-эвристической структуры задачи: 1.1. ABRCMЭ – в этом случае задача носит характер тренировочного упражнения
2 тип	неизвестен один компонент: 2.1. ABZCMЭ; 2.2. ABRUMЭ; 2.3. ABRCVЭ; 2.4. ABRCMW
3 тип	неизвестны два компонента: 3.1. ABZUMЭ; 3.2. ABRUVЭ; 3.3. ABRCVW; 3.4. ABZCVЭ; 3.5. ABZCMW; 3.6. ABRUMW
4 тип	неизвестны три компонента: 4.1. ABZUVЭ; 4.2. ABRUVW; 4.3. ABZCVW; 4.4. ABZUMW
5 тип	неизвестны четыре компонента: 5.1. ABZUVW

Проблемная ситуация 5.2 (известно только основное отношение): Встреча с информационным сообщением организуется следующим образом. Сообщается, что в определенной последовательности расположены треугольники и кружки (рис. 2.10): вначале один треугольник, затем один кружок, потом опять один треугольник, но уже два кружка, затем снова один треугольник и уже три кружка и т.д. (треугольник берется каждый раз один, а количество кружков увеличивается на единицу). Допустим, что процесс записывания фигур продолжается как угодно далеко. Какие вопросы можно поставить в отношении данной последовательности?

ΔΟΔΟΟΔΟΟΔΟΔΟΟΟΔΟΟΟΟΟΔΟΟΟΟΟΔ.....

Рис. 2.10. Последовательность фигур из треугольников и кружков

Формирование перечня вопросов (в процессе коллективного обсуждения одни вопросы отклоняются, другие принимаются):

- Сколько записано всего треугольников и сколько кружков? (Вопрос отклоняется, так как конца у этой последовательности нет);
- Чего больше записано в любой достаточно большой конечной части этой последовательности, треугольников или кружков? (Вопрос правильный и дать ответ на него нетрудно: кружков больше);
- Какая фигура стоит на 30 месте? (Вопрос правильный. Ответить на него также нетрудно: на 30 месте стоит кружок. Для получения ответа достаточно немного продолжить приведенную выше последовательность);

– А можно узнать, какая фигура стоит на 100-м, на 990-м месте? (Вопрос правильный и намного интереснее предыдущего. Приписывание длинного «хвоста» фигур – довольно утомительное занятие. Естественно возникает проблема: «Нельзя ли ответить на поставленный вопрос без выписывания большого количества треугольников и кружков?»).

Проблемная ситуация 6.1 (в данном случае закон чередования фигур не сообщается). На рисунке 2.10 приводится последовательность фигур. Какие вопросы вы бы хотели поставить для данной последовательности?

Задача типа 1.1: После ознакомления с теоремой Пифагора учитель говорит учащимся: «Давайте посмотрим, как теорема Пифагора применяется при решении задачи: катеты прямоугольного треугольника равны 3 и 4. Найдите гипотенузу».

В этом случае все шесть компонент задачи известны: сообщены условие и требование задачи (А и В); сообщено основное отношение R , выражаемое теоремой Пифагора; одновременно с этим сообщен теоретический базис C – им является только что изученная теорема Пифагора; эвристические средства $\mathcal{E}$ также известны – достаточно данные значения катетов подставить в известную формулу.

Задача типа 2.1. Диагонали трапеции равны 3 и 4, сумма оснований равна 5. Докажите, что диагонали трапеции перпендикулярны.

Основное отношение R для этой задачи неизвестно (не сообщается, что надо одну диагональ сместить параллельным переносом, на расстояние, равное верхнему основанию, и получить прямоугольный треугольник со сторонами 3, 4 и 5; этот треугольник является основным отношением, связывающим условие и заключение задачи); остальные компоненты задачи сообщают, что можно воспользоваться теоремой, обратной теореме Пифагора, для этого необходимо построить новый треугольник, который оказался бы прямоугольным.

Задача типа 3.5. В течение двух уроков в классе решались задачи на треугольную призму и треугольную пирамиду. Сколько решено задач на треугольную призму и треугольную пирамиду отдельно, если общее количество ребер многогранников равно 39? Решите задачу арифметическим способом (возможны два ответа).

В данной задаче неизвестны основное отношение и эвристические средства; известны математический метод и теоретический базис.

Задача типа 2.1. К предыдущей задаче дополнительно приведем указание «Выясните, сколько получится многогранников, если допустить, что все они являются треугольными пирамидами».

В этом случае неизвестным является только основное отношение.

2.4.3 Изложение теоретического материала в учебниках методом построения «малых теорий» (модель-3)

Характеристика метода:

1) наращивание теории осуществляется в форме присоединения не отдельного факта, а группы фактов. Это означает, что учащиеся приучаются оперировать с укрупненной информацией, а используемый метод «малых теорий» является одним из методов (наряду с методом «срезов») крупноблочного изложения учебного материала;

2) крупноблочный подход начинает действовать уже на стадии перевода графической информации (информационного сообщения) на математический язык: из наглядных соображений формулируются предложения 1-4, которые еще логически не связаны друг с другом;

3) предложения 1-4 формулируют учащиеся, но учитель в нежесткой форме управляет этим процессом, организуя беседу с помощью вопросов: что можно сказать о сторонах данного треугольника? о его углах? о медиане, проведенной к стороне AC? Это дает возможность уже на этой стадии получить более удобную систематизацию предложений 1-4;

4) в технологическом плане обеспечивается наиболее простой и практичный вариант построения «малой теории»: мы не ставим цель перебирать по одному все предложения 1-4 и искать, из которого следуют остальные; ограничиваемся одним вариантом построения;

5) если бы из предложения 1 (в каком-либо другом примере) не следовали бы другие, то перебор предложений по одному также делать нецелесообразно. Удобнее к предложению 1 присоединить предложение 2 и выяснить, следуют ли из предложений 1-2 остальные предложения;

6) метод «малых теорий» располагает большими возможностями для развития креативных навыков учащихся и субъектно-субъектных отношений.

Технологический пример. I. Постановка субъектноориентированной цели. В учебнике обычно теория приводится в готовом виде, а как догадаться до такого построения? Можно ли самим строить хотя бы маленькие теории? Это, пожалуй, интереснее, чем заучивание готового материала. Как вы считаете? Все с этим согласны? Кажется, вы заинтересовались таким предложением. Попытаемся это сделать на примере построения теории треугольников определенного вида (рис. 2.11), ознакомимся с методом построения «малых теорий» на примере этих треугольников. Приглашаю вас к сотрудничеству.

II. Перевод графической информации (информационного сообщения) на математический язык. По рисунку 2.11 вместе с учащимися перечисляем ряд свойств треугольника ABC . В ШЭУ для этого используем динамичную демонстрацию, позволяющую варьировать несущественные свойства графического образа, а существенные – сделать главной фигурой восприятия:



- 1) $AB = BC$;
- 2) $\angle A = \angle C$;
- 3) медиана BD является биссектрисой $\triangle ABC$;
- 4) медиана BD является высотой $\triangle ABC$.

Рис. 2.11. Информационное сообщение

III. Пошаговое построение теории. Из четырех перечисленных утверждений выделим минимальное число таких, на основании которых можно доказать остальные. Выясним, можно ли на основании утверждения 1 доказать остальные.

1 шаг: $1 \Rightarrow 2$? Проведем медиану BD , получим два треугольника: $\triangle ABD$ и $\triangle CBD$. Эти треугольники равны по трем сторонам: $AB = BC$ (утверждение 1), BD – общая сторона этих треугольников, $AD = DC$ (так как BD – медиана, проведенная к стороне AC). Из равенства этих треугольников следует, что $\angle A = \angle C$ (утверждение 2). Итак, из утверждения 1 следует утверждение 2.

2 шаг: $1 \Rightarrow 3$? Из равенства треугольников ABD и CBD следует также, что $\angle ABD = \angle CBD$, т.е., что медиана BD является биссектрисой $\triangle ABC$. Итак, из утверждения 1 следует утверждение 3.

3 шаг: $1 \Rightarrow 4$? Из равенства треугольников ABD и CBD следует еще, что $\angle ADB = \angle CDB$. Так как эти углы смежные, то их сумма равна 180° . Поэтому $\angle ADB = \angle CDB = 180^\circ / 2 = 90^\circ$. Это означает, что $BD \perp AC$ и, значит, медиана BD является одновременно и высотой $\triangle ABC$. Итак, из утверждения 1 следует утверждение 4.

IV. Подведение итогов. Из утверждения 1 следуют утверждения 2-4. Учитывая особую роль утверждения 1 в построении теории данного треугольника, положим его в основу определения этого треугольника. В геометрии такой треугольник называется равнобедренным (сообщаем термин). В итоге приходим к следующему определению и доказанным выше теоремам.

Треугольник, имеющий две равные стороны, называется *равнобедренным*.

Теоремы: 1. В равнобедренном треугольнике углы при основании равны. 2. В равнобедренном треугольнике медиана, проведенная к основанию, является биссектрисой и высотой.

V. Воспроизведение и закрепление. Осуществляется воспроизведение учащимися: а) процесса построения «малой теории»; б) фрагмента теории в его законченном готовом виде.

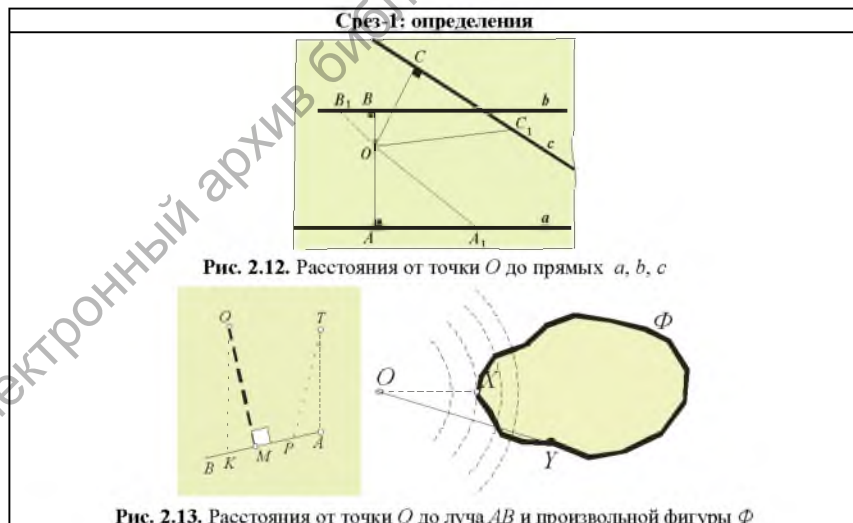
Характеристика модели-4 с точки зрения креативного обучения. Итак, что характерно для описанной модели? На ее примере можно видеть, как на небольшом по объему, доступном учебном материале можно формировать большое количество специфичных для геометрии креативных навыков: 1) цель ставилась в виде непосредственных обращений к учащимся, к постановке субъектной цели привлекались учащиеся, их положительная реакция на вопрос «Хотите...?» делает учащихся соучастниками выдвижения цели; 2) велось теоретическое объяснение не одного отдельного факта, а сразу некоторой совокупности фактов (крупноблочное изложение); 3) роль утверждения 1, как исходного для данного фрагмента теории, не сообщалась учащимся в готовом виде, учащиеся должны были установить это сами или вместе с учителем (учебником), отыскивая эту «аксиому». Они решали задачу, относящуюся не к одному какому-либо предложению, а ко всей совокупности предложений 1-4. При этом применялся метод проб, метод перебора, что составляет характерную черту генетического метода. Доказательства первоначально выступали не как средство окончательного логического оформления теории, а как средство поиска исходных предложений теории (аксиом), т.е. доказательства выполняли те функции, которые присущи генетическому методу. В целом, такая микросреда несет, прежде всего, *методологическую информацию*; 4) в итоге учебной деятельности приходим к определенному *теоретическому знанию* (фрагменту теории), состоящему из определения, двух теорем и доказательств этих теорем. В целях закрепления методологических навыков и навыков креативного подхода целесообразно, чтобы учащиеся воспроизводили процесс построения теории. Интериоризация творческих навыков во внутренний план также требует специальных упражнений и закрепления. Поэтому употребление терминов «методологические навыки», «навыки креативного подхода» здесь не является случайным. Нет каких-либо препятствий для введения этих инновационных идей в школьную практику.

2.5 Способы реализации метода срезов

Как отмечалось ранее, срезы в концентрированном виде отражают системные свойства параграфа, позволяют ученику войти в его систему более кратким путем. *Каждый срез представляет собой укрупненную порцию информации, что предполагает применение специальных методов и приемов, облегчающих восприятие и оперирование такими порциями.* Концентрация всех понятий параграфа в одном срезе обеспечивается специальными приемами визуализации: комплексным рисунком, единой схематичной записью группы определений (рис. 2.12-2.14); отдельным срезом представлено совместное введение группы теорем (рис. 2.15). Эти методические приемы позволяют создавать микросреды, обеспечивающие усвоение учебного материала на основе многократного сравнения, сопоставления, наглядной краткой записи, активного закрепления. Приведем модельный пример табличной организации срезов на примере темы «Расстояние» (табл. 2.12, а-б). Эти таблицы могут дополнять традиционное изложение учебного материала в учебнике. Частота применений их в учебнике зависит от того, в какой мере ставится цель формирования обобщенных навыков использования этих таблиц.

Таблица 2.12, а

Организация метода срезов
в виде комплекса таблично структурированных микросред
(на этапе первоначального изучения учебного материала)



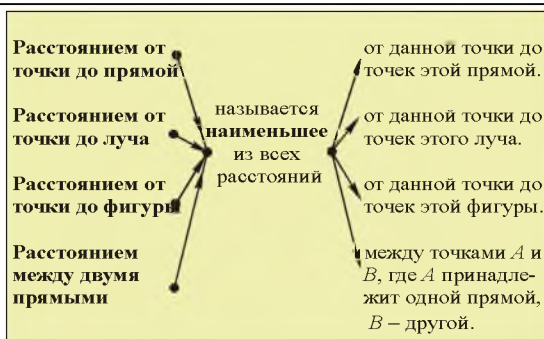


Рис. 2.14. Схематичная запись определений

Задание 1. Сформулируйте определения с помощью рисунка 2.14, затем без него.

Задание 2. Ответьте на вопросы 1-6. Являются ли расстояния:

- 1) OA и OA_1 (рис. 2.12) расстояниями от точки O до прямой a ?
- 2) OB и OB_1 (рис. 2.12) расстояниями от точки O до прямой b ?
- 3) OC и OC_1 (рис. 2.12) расстояниями от точки O до прямой c ?
- 4) Чему равно расстояние между параллельными прямыми a и b (рис. 2.12)?
- 5) OM , OK , TA и TP (рис. 2.13) расстояниями соответственно от точек O и T до луча AB ?
- 6) OX и OY (рис. 2.13) расстояниями от точки O до фигуры Φ ?

Срез-2: теоремы 1 и 2

	Теорема 1 $OA \perp a$, $O \notin a, A \in a$ OA – расстояние от точки O до прямой a	Теорема 2 $a \parallel b, OA \perp a, OA \perp b$, $O \in b, A \in a$ OA – расстояние между прямыми a и b
--	--	---

Рис. 2.15. К теоремам 1-2

Задание 3. Сравните словесные формулировки теорем 1 и 2 и их краткие записи.

Срез-3: доказательства теорем 1 и 2

Замысел доказательств: воспользуйтесь тем, что гипотенуза больше катета.

Задание 4. Проведите доказательства устно (рис. 2.15).

**Организация метода срезов
в виде комплекса таблично структурированных микросред
(на этапе первоначального закрепления учебного материала)**

Срез-1: определения

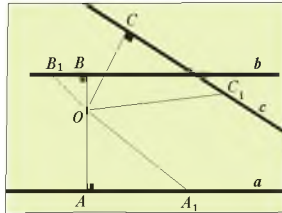


Рис. 2.12. Расстояния от точки O до прямых a, b, c

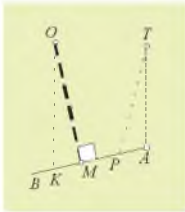


Рис. 2.13. Расстояния от точки O до луча AB и произвольной фигуры Φ

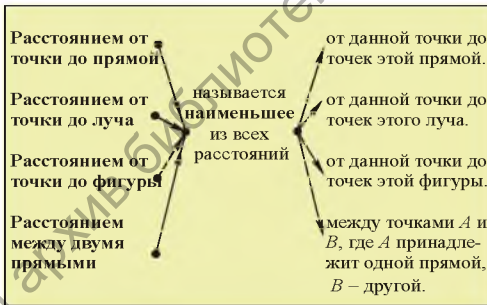


Рис. 2.14. Схематичная запись определений

Задание 1. Что общего в определениях, приведенных на рисунке 2.14?

Задание 2. Ответьте на вопросы 1-6. Почему:

- 1) расстояние OA является расстоянием от точки O до прямой a (рис. 2.12), а расстояние OA_1 не является расстоянием от точки O до прямой a ?
- 2) расстояние OB является расстоянием от точки O до прямой b (рис. 2.12), а расстояние OB_1 не является расстоянием от точки O до прямой b ?
- 3) на рис. 2.12 укажите расстояние от точки O до прямой c ;
- 4) длины какого отрезка равно расстояние между параллельными прямыми a и b (рис. 2.12)?
- 5) какое из расстояний OM , OK , TA и TP (рис. 2.13) является расстоянием от точки O до луча AB , от точки T до луча AB ?
- 6) почему OY (рис. 2.13) не является расстоянием от точки O до фигуры Φ ?

Задание 1. Что общего в определениях, приведенных на рисунке 2.14?

Задание 2. Ответьте на вопросы 1-6. Почему:

- 1) расстояние OA является расстоянием от точки O до прямой a (рис. 2.12), а расстояние OA_1 не является расстоянием от точки O до прямой a ?
- 2) расстояние OB является расстоянием от точки O до прямой b (рис. 2.12), а расстояние OB_1 не является расстоянием от точки O до прямой b ?
- 3) на рис. 2.12 укажите расстояние от точки O до прямой c ;
- 4) длине какого отрезка равно расстояние между параллельными прямыми a и b (рис. 2.12)?
- 5) какое из расстояний OM , OK , TA и TP (рис. 2.13) является расстоянием от точки O до луча AB , от точки T до луча AB ?
- 6) почему OY (рис. 2.13) не является расстоянием от точки O до фигуры Φ ?

Срез-2: теоремы 1 и 2

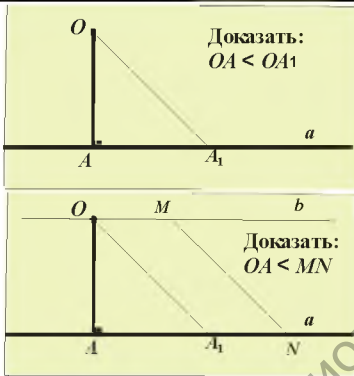


Рис. 2.15. К теоремам 1-2

Теорема 1

$OA \perp a$,
 $O \notin a, A \in a$

OA –
расстояние
от точки O
до прямой a

Теорема 2

$a \parallel b, OA \perp a$,
 $OA \perp b$,
 $O \notin b, A \in a$

OA – расстояние
между прямыми
 a и b

1. Расстояние от точки O до прямой a равно длине перпендикуляра OA , _____.

2. Расстояние между двумя параллельными прямыми a и b равно длине общего перпендикуляра OA _____.

Задание 3. Являются ли теоремы 1 и 2 взаимно обратными?

Срез-3: доказательства теорем 1 и 2

Замысел доказательств: воспользуйтесь тем, что гипотенуза больше катета. Что для этого нужно сделать?

Задание 4. Проведите доказательства устно, каждый своему соседу по парте (рис. 2.15).

2.6 Способы реализации компьютеризированной полидидактической технологии

2.6.1 Технологические приемы усиления функций базовых технологий с помощью компьютерной технологии

Объединение дидактических технологий не всегда сводится к раздельному или поочередному их применению. Образование полидидак-

тической технологии вызывает качественные изменения в каждой из объединяемых технологий: каждая из таких технологий проникает в остальные, несет на себе их «отпечаток». Конкретизируем это положение на примере компьютерной технологии обучения. Применение компьютерной технологии предполагает:

- соблюдение режима работы за компьютером, существующих временных норм, сокращение однообразных форм учебной деятельности, повышение доступности учебного материала;

- представление теоретического материала на электронной странице в соответствии с технологией крупноблочного изложения с элементами опережения в рамках локальной среды. Увеличение основного материала достигается за счет того, что вспомогательный материал помещается в окне для гиперссылок. Помещение заданий на конспективное представление информации (в виде анимированных таблиц, схем, графических изображений и т.п.), удобной для ее обозрения и запоминания. Изложение части информации в готовом виде (ориентация на репродуктивную деятельность – связь с традиционной технологией);

- применение интерактивной структуризации (частная технология – фрагмент разбит на отдельные нумерованные блоки, номера блоков (шагов) служат кнопками перехода от одного блока к другому);

- сообщение части информации с задержкой и предложение подумать над тем, каким является следующий шаг доказательства теоремы (стимулирование развивающего обучения). Начать изучение доказательства с закрытия окна с текстом, стимулируя возможность догадаться до него с помощью анимационного рисунка, демонстрирующего в пошаговом режиме процесс доказательства (развивающее и креативное обучение).

Как видно, одна технология содержит значительный потенциал для обогащения других технологий и сама несет на себе «следы» этих технологий.

2.6.2 Основные виды интерактивных анимационных моделей, встречающихся в практике конструирования ШЭУ

В практике создания электронных учебных материалов получили распространение следующие модели: 1) модели, обеспечивающие выбор способа решения задачи (например, способа построения сечения тел в программном средстве «Визуальная стереометрия» *И.А. Новик* и др., рис. 2.16); 2) модели, обеспечивающие поиск и формулирование конкретной математической закономерности в автоматическом режи-

ме анимации, обеспечивают начальный уровень интерактивности. Этот вид ИАМ реализован, например, в модели «Геометрическое место точек, расположенных внутри угла и равноудаленных от его сторон», разработанной учителем математики г. Глубокое Витебской области *И.С. Храповицким*. Активизация кнопки «Эксперимент» вызывает в автоматическом режиме анимацию, сопровождаемую числовым экспериментом (рис. 2.17), упрощающим обнаружение закономерности. Завершается анимация формулированием искомой закономерности; 3) модели, обеспечивающие поиск и формулирование математической закономерности, как в автоматическом, так и в ручном режиме анимации, ориентированы на отдельный элемент учебного материала (обеспечивают средний уровень интерактивности). Этот вид интерактивной модели реализован, например, в ЭУ *А.А. Хасанова*. Так в модели «Теорема Фалеса» (рис. 2.18) предусмотрены оба указанных режима анимации. Автоматический режим вызывается кнопкой «Видеокамера», ручной режим – кнопкой «Рука». Анимация сопровождается измерительным и числовым экспериментом, наглядно иллюстрирующим данную теорему; 4) модели, предусматривающие окно ввода условия задачи определенного, но все же узкого класса (почти высокий уровень интерактивности). В таких моделях (рис. 2.19) осуществляется ввод условия задачи, после чего программа выдает результат в графической форме. Этот вид интерактивной модели реализован в ШЭУ *Д.И. Мамонтова, Р.П. Ушакова*; 5) модели, предусматривающие окно ввода условия задачи и окно вывода ответа определенного достаточно широкого класса (высокий уровень интерактивности), могут предлагать выбор способа решения задачи. Этот вид интерактивной модели реализован в программном средстве «Живая геометрия», позволяющем строить график практически любой функции (на рис. 2.20 показан график функции $y = (\cos x - \sin x) / \operatorname{tg} x$); 6) модели, создаваемые за счет использования интерактивной доски, сопряженной с ШЭУ. Такого вида модели удобны для работы с текстом и графикой ШЭУ, которые в нем являются статичными. Использование интерактивной доски позволяет делать (поверх этих фрагментов ШЭУ) некоторые записи, подчеркивания, нумерацию структурных частей и т.д. Например, анализируется текст определения: определяемое понятие подчеркивается волнистой линией, родовое понятие – прямой линией, видовые отличия – пунктирной линией. Или в неструктурированном тексте доказательства выделяются и нумеруются его отдельные шаги, или на чертеже к доказательству теоремы нумерацией показывается последовательность рассуждений.

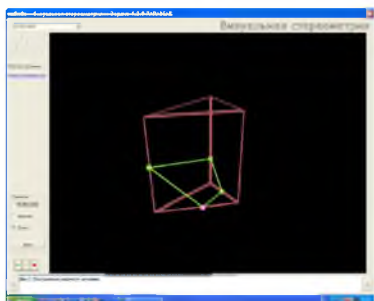


Рис. 2.16. Построение сечений в режиме анимации с выбором способа построения



Рис. 2.17. Поиск математической закономерности в режиме анимации

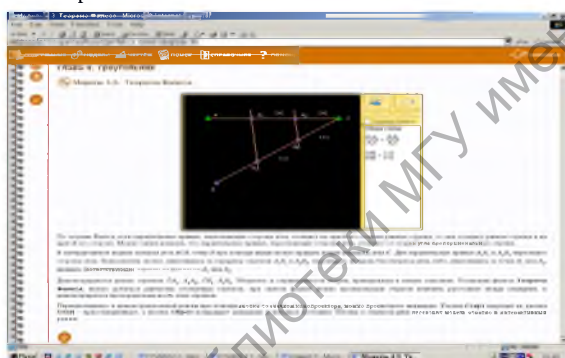


Рис. 2.18. Поиск математической закономерности в режиме анимации



Рис. 2.19. Модели построения графиков функций с вводом условия задачи (ШЭУ Д.И. Мамонтова и Р.П. Ушакова)

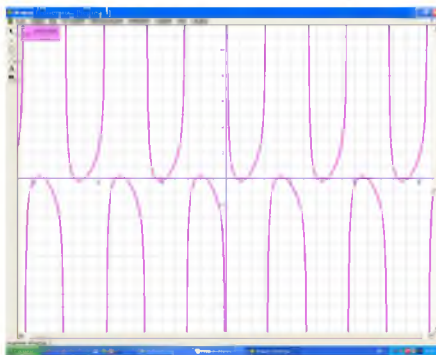


Рис. 2.20. Модели построения графиков функций с вводом условия задачи (электронное средство «Живая геометрия»)

2.6.3 Ориентация мультимедийного ШЭУ на полидидактическую технологию

Дидактические возможности мультимедиа. Использование мультимедиа в учебных пособиях дополняет вычислительные, логические и навигационные возможности МШЭУ способностью к образному, синтетическому описанию изучаемого объекта. По данным исследований института «Евролингвист», Голландия, большинство людей запоминает 5% услышанного и 20% увиденного, – но одновременное воздействие аудио- и видеосредств повышает запоминаемость до 40-50%. Разумеется, эти данные не носят абсолютного характера и относятся, на наш взгляд, к определенному качественному уровню указанных средств и методики их использования. По уровню творческих мотивов и степени воздействия на человека мультимедиа справедливо относят к новому виду *синтетического искусства*, отличительной особенностью которого является высокая информативность и интерактивность. Поэтому, в будущем следует ожидать широкого развития дидактической теории мультимедиа, учитывающей психофизиологические и эстетические законы восприятия и усвоения большого объема информации. МШЭУ не исключает традиционной формы обучения, предполагающей творческое общение с учителем. Вместе с этим, мультимедиа создаст новые позитивные факторы, значительный рост эффективности обучения за счет повышения качества самостоятельной работы ученика. Специалисты считают, что самую сложную систему автоматизированного управления было бы гораздо легче освоить в том случае, если она реализована на основе стандартного мультимедиа-интерфейса. В будущем, видимо, будут созданы эвристические алгоритмы мультимедиа высокого уровня, которые позволят не только человеку адаптироваться в компьютерной системе, но и компьютеру адаптироваться к уровню восприятия человека.

2.6.4 Приемы применения гипертекста в ШЭУ с целью усиления его дидактических функций

Комплексные приемы применения гипертекста при изложении основного учебного материала. Выделяются следующие основные приемы использования гиперссылок: 1) изменение при помощи гиперссылки представления информации в текущем кадре или странице; 2) вызов функции, непосредственно связанной с содержанием те-

кущего кадра или страницы; 3) переход к другому фрагменту текущей страницы; 4) вывод вторичного окна, содержащего более углубленную информацию; 5) переход к другому кадру, странице или фрагменту другой страницы (смена текущего кадра или страницы); 6) вызов учебных задач из соответствующего раздела МШЭУ (переход в режим работы, заложенный в этом разделе); 7) вызов внешнего приложения. Отмеченные приемы использования гиперссылки могут присутствовать как в основном, так и во вторичных окнах. Приемы 1-4 не инициируют смену текущего кадра или страницы. Прием 3 реализуется только в системах, основанных на страницах. Изменение текущего кадра или страницы предусматривают приемы 5 и 6. Прием 7 служит для вызова внешних приложений. Рассмотрим каждый прием:

1) *изменение представления информации в текущем кадре или странице*. Основной текст сопровождается дополнительным кратким пояснительным текстом (приводится напоминание формулировок определений, теорем, метода доказательства теоремы, способа решения задачи и т.д.). Этот пояснительный текст вызывается при помощи гиперссылки. Информация, имеющаяся в основном тексте, может представляться в нетекстовой форме (сопровождаться дополнительным рисунком, схемой, таблицей и т.д.). В виде гиперссылки может представляться краткая запись теоремы, представление доказательства теоремы в виде логико-структурной схемы, приведение в виде графической схемы алгоритма решения уравнения и т.д. При разработке электронной страницы особенно часто находит применение первый прием (табл. 2.13);

Таблица 2.13

Примеры 1-го приема применения гиперссылок

Ключевые слова (активные кнопки)	Информация, вызываемая гиперссылкой
1. Рис. 20	Рисунок
2. Стороны угла	Замечание: Стороны угла – лучи, а лучи являются неограниченными фигурами. Значит, и угол является неограниченной фигурой
3. Поиск доказательства	Приводится поиск доказательства к определенной теореме
4. Тест 3.1.	Обучающее тестовое задание

2) *вызов функции, непосредственно связанной с содержанием текущего кадра или страницы*. Например, вызов интерактивного режима в презентации основного текста, сопровождающей его графики, интерактивных моделей математических ситуаций;

3) *переход к другому фрагменту текущей страницы.* С помощью кнопок осуществляется переход по линейной цепочке: определения – теоремы – доказательства – образцы решения задач. Доказательство теоремы и решение задачи также может быть представлено в виде отдельных шагов, каждый из которых вызывается отдельной кнопкой, или по желанию ученика более крупными порциями, или сразу целиком. Немаловажным является учет соображений удобства размещения информации в основном окне. Прежде всего, имеется в виду информация, для размещения которой требуется значительная площадь. Эти соображения могут касаться не только пояснительных текстов, но и основного текста. Возьмем, к примеру, доказательства геометрических теорем. Обращение к доказательствам не является случайным, именно они больше всего занимают места на дисплее компьютера. Иногда доказательство теоремы не умещается на одной электронной странице. Возможные способы его размещения: перенести часть доказательства на следующую страницу; использовать «прокрутку» и рассмотреть доказательство по частям на одной странице; с помощью кнопки «Доказательство» вызвать это доказательство в виде гипертекста на всю страницу (чаще всего площади всей страницы оказывается достаточным для его размещения). Последний прием довольно часто используется в ШЭУ, он обеспечивает более тесную ассоциативную связь между элементами учебного материала, содействует размещению данного материала целиком (без прокрутки) на площади одной электронной страницы;

4) *вывод вторичного окна.* Актуализация знаний, необходимых при изложении основного содержания текущей страницы (напоминание определения, аксиомы, теоремы) осуществляется с помощью первичной гиперссылки. При необходимости вторичное окно также может содержать гиперссылку. Например, во вторичном окне представлена информация: при доказательстве данной теоремы воспользуйтесь первым и третьим признаками равенства треугольников. Слова «первым признаком равенства треугольников» и «третьим признаком равенства треугольников» выделены тоже как гиперссылки. Если ученик воспользуется этими гиперссылками (ученик сам решает, следует ли ему делать это), то ему будет представлена дополнительная информация в виде формулировок этих признаков и соответствующих рисунков;

5) *переход к другому кадру, странице или фрагменту другой страницы.* Этот переход может быть организован различным образом: либо кнопками, вызывающими переход к следующей странице, либо об-

ращением к содержанию (оглавлению) учебника, либо гиперссылкой, обеспечивающий прямой переход к необходимому фрагменту, находящемуся на некоторой странице;

б) *вызов учебных задач* из соответствующего раздела ШЭУ (переход в режим работы, заложенный в этом разделе). При крупноблочном изложении рекомендуется опережающее изучение теоретического материала, затем обращение к разделу «Практикум по решению задач»;

7) *вызов внешнего приложения* (клипа, кино-видеофильма и т.д.).

Соотношение гипертекста и линейного текста. Оптимальное содержание и количество гиперссылок определяется дидактическими целями и задачами изучения каждого конкретного фрагмента учебного материала. Необходимо, чтобы гиперссылки не являлись результатом случайного подбора, не хаотично следовали в произвольном порядке. Наиболее распространенные примеры гиперссылок по содержанию приведены в таблице 2.14. С помощью гипертекста могут представляться фрагменты основного текста, снабженные справками, пояснениями, анимациями, моделями с активными точками, вычислительными моделями, видеоизображениями, звуком.

Таблица 2.14

Виды гиперссылок по содержанию

Виды гиперссылок	Примеры ссылок по теме «Четырехугольники»
1. Определение понятия, являющегося родовым для понятий учебной темы	Вызов ранее рассмотренного определения четырехугольника
2. Определение ключевых определяемых понятий	Вызов ранее рассмотренных определений параллелограмма, прямоугольника, трапеции
3. Определение понятий, определяемых при помощи ключевых	Вызов ранее рассмотренных определений ромба, квадрата, равнобедренной трапеции, прямоугольной трапеции
4. Теоремы, относящиеся к ключевым понятиям	Вызов ранее рассмотренных свойств и признаков параллелограмма и прямоугольника
5. Теоремы, относящиеся к понятиям, определяемым через ключевые	Вызов ранее рассмотренных свойств и признаков ромба, квадрата, равнобедренной трапеции, прямоугольной трапеции

Необходимо учитывать, что количество мелких ссылок по формально-логическим связям, без смыслового контекста не гарантирует понимание уже первой ссылки, а тогда последующее их нагромождение делается бесполезным. Это положение относится и к ссылкам на использование эвристических приемов.

Раздел «Практикум по решению задач» целиком строится на основе гипертекста. С помощью гиперссылок вызывается текст задачи, рисунок, краткая запись задачи, необходимая помощь в виде эвристических рекомендаций, ответы в тестовой форме. Гиперссылки служат основой для построения диалога.

Приемы усиления креативной функции гипертекста. Как уже отмечалось, представление учебного материала в гипертекстовой форме существенно изменяет его структуру и расширяет обучающие возможности электронного текста. В дидактическом отношении существенно отметить, что гиперссылки являются активными элементами, т.е. ученик может, взаимодействуя с ними (например, с помощью манипулятора «мышь»), перейти к другим источникам информации, ознакомиться с ними, а затем вернуться к исходному учебному тексту. Возможно, что вызванный дополнительный источник информации содержит вторичную гиперссылку. При необходимости ученик может воспользоваться и этой гиперссылкой, получив при этом более полную информацию. Гиперссылки при этом оперативно и своевременно актуализируют знания, помогают вспомнить ранее изученный материал, делают изучаемый материал более связанным с предыдущим материалом и потому более понятным, дают возможность получить более углубленную и полную информацию, относящуюся к изучаемому элементу основного текста. Традиционно гиперссылки носят формально-логический характер, что снижает их эффективность. В МШЭУ гиперссылками должны быть не только формальные формулировки (определения, аксиомы, теоремы), но и эвристические советы, подсказки, методы и приемы, помогающие организовать управление поисковой деятельностью.

Приемы усиления восприятия и доступности информации. В настоящее время в мировой практике наиболее перспективным способом организации разнородной информации признана гипермедийная технология. Главными ее достоинствами являются, с одной стороны, ориентация на создание информационной среды, объективно и многопланово отражающей практически любую предметную область, с другой – возможность адекватного представления всей взаимосвязи различных аспектов.

Основной тезис: информацию, идущую от разных источников, необходимо согласовывать по содержанию и по времени представления, добиваться, чтобы воздействие различных источников информации не ослабляло друг друга, а, напротив, как можно больше усиливало воспри-

ятие. Для этого требуется синхронизация информации, параллельное представление информации, идущей от различных источников. Опыт показывает, что текст, синхронно (поэлементно) сопровождаемый геометрическим рисунком, воспринимается намного лучше. Аналогично, графический образ, сочетаемый с приемами наложения фонового изображения, анимации, звукового и активного речевого сопровождения (например, реальный и виртуальный ученики совместно вслух читают текст, ведут диалог), способен вызвать дополнительный усиливающий эффект восприятия.

Приемы разграничения основного и пояснительного текстов.

Присутствие большого количества пояснений и справочной информации (в дополнительной, сопровождающей форме) крайне затрудняет восприятие информации в традиционном учебнике. С помощью гиперссылок проводится разграничение основного и вспомогательного учебного материала, основной учебный материал выдвигается на первый план, предстает как главная фигура восприятия. Ученик может сам решать, учитывать (не учитывать) дополнительную информацию.

Приемы обеспечения диалога и адаптации. Нелинейная форма организации учебного материала представляет его элементы в виде системы явно указанных возможных переходов, связей между ними. Такой подход позволяет, как отмечают большинство исследователей, в максимальной степени приблизить процессы передачи знаний и поисковой деятельности к естественному общению и обеспечить адаптивность траектории обучения.

Приемы усиления функции самоуправления. Ученику предоставляется возможность самостоятельного сочетания линейного и нелинейного пути изучения электронного учебного текста, выбора наиболее удобной для него траектории изучения материала (из числа предоставляемых). Возникает законный вопрос: «Как ученику узнать, какая траектория для него является более удобной?». Траектория складывается из отдельных частей. Например, воспользоваться ли гиперссылкой, вызывающей то или иное определение, безусловно, ученик может решить самостоятельно. Такой выбор траектории обучения посилен каждому ученику. Ученику может быть предоставлена возможность выбора траектории обучения и на стратегическом уровне: фиксируя результаты обучения ученика, МШЭУ может показывать ему уровень обучения, на котором он находится и возможную перспективу продвижения. В этих целях мы рекомендуем не ограничиваться указани-

ями на основные уровни обучения, а использовать более подробную номенклатуру уровней обучения. Соответствующая таблица учебных достижений учащихся может быть помещена в начале каждого параграфа раздела «Практикум по решению задач» (табл. 2.15). Критерием перехода с одного уровня обучения на другой может выступать заранее задаваемое количество правильно решенных задач (это количество сообщается учащимся). Таблица показывает ученику, какие усилия необходимо приложить для того, чтобы достигнуть более высокого уровня. Ученик имеет возможность в определенной степени перемещаться по собственной индивидуальной траектории обучения, повторить ее целиком или частично. Задачи могут решаться последовательно, начиная от первой, а могут решаться по вертикальному срезу, выбирая вначале ключевые задачи базового и повышенного уровней. В последнем случае «доска объявлений» может показать одновременное достижение двух каких-либо промежуточных уровней, относящихся к базовому и повышенному уровням.

Таблица 2.15

Автоматическая оценка текущих учебных достижений ученика в ШЭУ

Задачи к данному параграфу	Кол-во решенных задач (%)	Достигнутый уровень
Задачи базового уровня: № 1-к	10-30	стартовый базовый
	40-60	средний базовый
	70-80	почти базовый
	100	базовый
Задачи повышенного уровня: № k-n	10-30	стартовый повышенный
	40-60	средний повышенный
	70-80	почти повышенный
	100	повышенный

2.6.5 Проектирование креативного диалога

Интерактивность обучения наиболее полное воплощение находит именно в МШЭУ. МШЭУ (особенно интеллектуального уровня) наилучшим образом обеспечивает интерактивный диалог и суггестивную обратную связь. Неотъемлемой составной частью диалога является реакция ШЭУ на действия ученика. Суггестивная обратная связь осуществляет контроль и коррекцию действий ученика, позволяет выдавать рекомендации по совершенствованию учебной работы, осуществлять в любой момент доступ к помощи и справочной информации. Наиболее высокий уровень интерактивности обучения обеспечивается

в интеллектуальной обучающей системе – автоматизированной обучающей системе, снабженной интеллектуальным интерфейсом, позволяющим ученику в процессе обучения вести диалог, отвечать на вопросы и выполнять задания на естественном языке.

Оптимальное использование средств компьютерной визуализации учебной информации обеспечивается согласованным применением возможностей современных средств отображения информации: компьютеров, мультимедиапроекторов, средств виртуальной реальности, новейших средств программного обеспечения.

Всестороннее развитие учащихся при работе с МШЭУ обеспечивается формированием гибкости мышления, разнообразных его стилей: наглядно-образного, алгоритмического, рефлексивного, теоретического, способности к рациональным и вариативным решениям, в том числе – умений по обработке информации на основе использования систем обработки данных, информационно-поисковых систем, баз данных и т.д. Системность, полнота, целостность, структурно-функциональная связность учебного материала, непрерывность дидактического цикла обучения – все эти качества в МШЭУ обеспечиваются на более высоком уровне.

Приемы усиления интерактивности анимаций текста и графики. Анимация – создание иллюзии движения объекта на экране дисплея. В основе анимации лежит быстрая смена последовательно смещаемых относительно друг друга образов. Существует несколько способов анимации, реализуемых в различных системах программирования: на экране быстро рисуются и стираются последовательные фазы движения; фазы заранее рисуются в виде полноэкранных кадров и запоминаются в памяти компьютера, чтобы затем последовательно отобразиться на экране; в развитых системах применяются средства анимации, для которых достаточно задать изображение объекта, его начальное и конечное положения. Качество анимации зависит от скорости смены кадров. Чем выше скорость, тем лучше впечатление непрерывности движения.

Текст и графика могут быть двух видов: в традиционном статичном и в анимированном виде. Приемы анимации текста можно разделить на две группы: анимационные эффекты внешнего плана, не отражающие структурную и семантическую составляющие текста; анимационные эффекты, подчеркивающие структуру и смысловую сторону информационного объекта. Примером анимации текста 1-го вида является предъявление заголовка темы в трех последовательных стадиях: внача-

ле в статичном виде, затем буквы хаотично рассыпаются и на заключительной стадии анимации вновь складываются в исходный заголовок. Такая анимация рассчитана только на внешний эффект и вряд ли может играть заметную роль в школьном учебнике. Примером анимации текста 2-го вида является предъявление текста в трех последовательных стадиях: вначале в статичной (основной, исходной) форме; затем размеры букв увеличиваются, создавая при этом эффект «наезда» на читателя, эта стадия некоторое время фиксируется, давая возможность еще раз прочитать текст; заключительная стадия анимации – возвращение текста к исходной форме. Понятно, что эта анимация в дидактическом отношении более значимая, нежели первая. Выделение фрагмента текста из общей массы помогает сфокусировать внимание учащихся именно на выделенном фрагменте. Этот прием может использоваться для структуризации и выделения текста определений, аксиом и теорем.

Полезным приемом анимации текста является демонстрация последовательного подкладывания фона на различные его части. Например, на первоначальной стадии анимации текст определения представляется в обычном статичном виде, на второй стадии осуществляется последовательное подкладывание цветового фона: под определяемый термин подкладывается более насыщенный фон, под родовое понятие – менее насыщенный фон, под видовой признак – еще менее насыщенный фон. Заключительная стадия анимации возвращает текст к исходной форме. Положительно, что этот прием стимулирует двух-трехкратное чтение текста (вначале в статичной, затем в анимированной, снова в статичной форме). Особенно ценно то, что он обращает внимание ученика на структуру определения. Аналогичный прием анимации очень удобен для выделения в тексте теоремы, ее условия и заключения.

Интересный прием анимации текста возможен и при изложении текста доказательства теоремы. На 1-й стадии анимации доказательство предъявляется в статичной форме с пошаговой нумерованной записью, в такой форме проводится первоначальное ознакомление с доказательством. На 2-й стадии анимации на этапе закрепления приводится тестовое задание, в котором воспроизводится исходный текст доказательства, затем текст 2-3-х шагов доказательства отделяется, целостность строк не нарушается, строки перемешиваются и размещаются столбцом. На 3-й стадии анимации требуется восстановить доказательство: каждый шаг доказательства поставить на свое место (тестовое задание на соответствие).

Анимация текста может имитировать ручную запись ученика в обычной тетради. С помощью виртуальной ручки проводятся записи. Это не только разнообразит форму предъявления текста, но и показывает естественный процесс его последовательного наращивания. Как и для текста, приемы анимации графики можно разделить на две группы: анимационные эффекты внешнего плана, не отражающие структурную и семантическую составляющие информации; анимационные эффекты, подчеркивающие структуру и смысловую сторону информационного объекта. При разработке анимированной графики необходимо точно определиться с ее дидактической функцией в каждом конкретном случае. Недостаточное внимание к анимационной графике приводит к тому, что электронные страницы выглядят довольно однообразно, а хорошо подобранная и умело представленная графика делает ЭУ, как минимум, более привлекательным. Существуют ограничения в использовании графики. Они связаны с опасностью загромождения ЭУ изображениями, в том числе и фоновыми, навязчивой анимацией, зачастую не связанной непосредственно с основным учебным содержанием, его смыслом. Необходимо также иметь в виду, что с технической точки зрения изображения требуют значительно большего объема информации, чем простой текст, поэтому может возникнуть информационная перегрузка, особенно при использовании сетевых технологий с каналами недостаточной пропускной способности. Сказанное выше подчеркивает необходимость сочетания статичных и анимационных изображений. Суть этого приема поясним на примере 3-го признака равенства треугольников и доказательстве этого признака (рис. 2.21): 1) ознакомление учащихся с 3-м признаком равенства треугольников начинается с демонстрации статичного рисунка; 2) далее приводится визуальное подтверждение справедливости этого признака. Для этого используется следующая анимация: от 1-го треугольника отслаивается треугольник, показывается его перемещение и совмещение со 2-м; 3) затем в анимационном режиме выполняется построение 3-го треугольника, равного 1-му; 4) наконец, в анимационном режиме строится отрезок C_1C_2 .

Прием использования трехмерных анимированных изображений при изучении планиметрии. Конкретный пример – обращение в планиметрии к трехмерным объектам (рис. 2.22, пример задачи на построение прямой, проходящей через данную точку перпендикулярно данной прямой). Более сложным является трехмерное моделирование рассуждений (логико-структурных схем доказательств, решений задач). Возможная трехмерная модель рассуждений в общем виде приведена на рисунке 2.23.

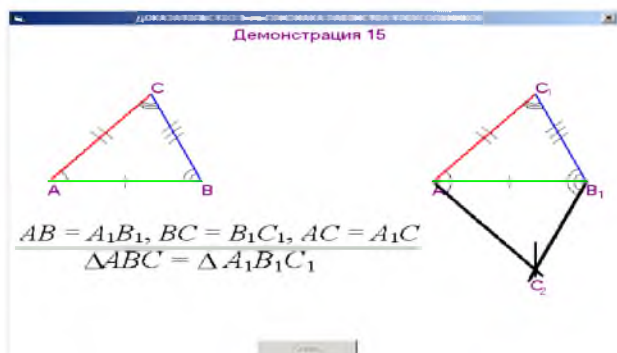


Рис. 2.21. Прием сочетания статичных и анимационных изображений

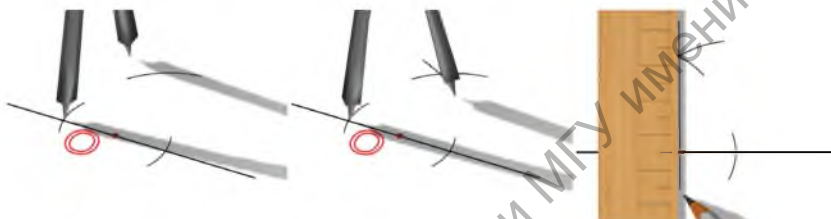


Рис. 2.22. Трехмерные анимированные изображения в курсе планиметрии

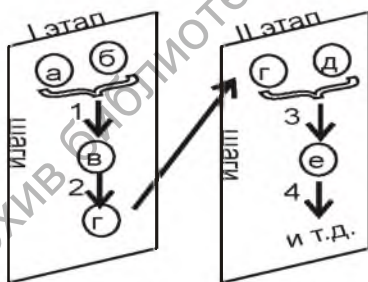


Рис. 2.23. Трехмерная модель рассуждений

Моделирование креативного диалога в ШЭУ. Введем вначале некоторые понятия. Интерактивная вычислительная система – вычислительная система, в которой пользователь может вести диалог с ЭВМ с терминала. Любой персональный компьютер является интерактивной вычислительной системой. Интерактивный режим – то же, что диалоговый режим. При участии в диалоге опытного пользователя диалог управляется преимущественно человеком, в противном случае, управление берет на себя компьютер.

Интерактивность в электронных средствах обучения может рассматриваться с различных точек зрения. С этой точки зрения возможны следующие виды программ:

1) программы, обеспечивающие три вида интерактивности: а) непосредственное взаимодействие учащихся с компьютером в обучающих компьютерных программах предусмотрено в полном объеме; б) это взаимодействие осуществляется лишь частично; в) взаимодействие происходит в основном только через учителя. Программы вида б) ориентированы преимущественно на усвоение новых понятий, многие из них также работают в режиме, близком к программированному обучению с разветвленной программой. В этих программах обучение строится в форме диалога, однако этот диалог ведется на основе формального преобразования ответа обучаемого и создает лишь видимость общения;

2) программы с менее жестким управлением, часть обучающих функций возлагается на учащегося. К таким программам относятся игровые и имитационные;

3) программы, обеспечивающие автоматический поиск информации и включающие интеллектуальные системы обработки текста;

4) программы, обеспечивающие обучение, при котором, говоря словами С. Пейперта, «не компьютер программирует учащегося, а, наоборот, учащийся программирует компьютер».

Мы исходим из того, что научно обоснованная классификация обучающих программ должна быть многоуровневой, учитывающей следующие признаки: 1) охватываются или не охватываются все дидактические функции, необходимые для изучения фрагмента учебного материала. Если не все, то какие именно функции выполняются компьютером (демонстрация требуемой деятельности, управление решением задач, закрепление усвоенного материала, контроль и т.д.); 2) допускается или не допускается непосредственное взаимодействие ученика с обучающей программой. Допускается диалог или нет. Кто выполняет ведущую роль в этом диалоге, обучающая программа или ученик, или они равноправны. Кто первый задает вопросы? 3) предполагается или не предполагается погружение в процесс выполнения задания, когда учащийся сразу может видеть результат каждого из своих промежуточных действий. Учитываются или не учитываются индивидуальные особенности ученика, обеспечивается ли рефлексивное управление, адаптация обучения.

Интерактивные анимационные модели (ИАМ) – модели с прямым (автоматическим или ручным) управлением. Они программируют участие ученика в изучении математической ситуации, хорошо концентрируют внимание ученика на главном, предусматривают диалог с учеником. Эти модели наиболее целесообразны при изучении учебного материала, обладающего большой новизной, содержащего непривычные учащимся способы рассуждений, способы решения задач.

В дидактическом плане наиболее существенными являются следующие признаки интерактивных анимационных моделей: предусматривают ли они диалог с учеником, каков уровень этого диалога, возможно ли семантическое распознавание ответов учащихся (ИАМ с искусственным интеллектом). Обеспечивается ли интерактивность, выполняемая в ручном или автоматическом режиме; указывается ли, к какому звену дидактического цикла обучения относится ИАМ; указывается ли соотношение ИАМ, обслуживающих различные звенья дидактического цикла; относится ли ИАМ к единичному объекту информации или классу объектов. Содержится окно для ввода информации учеником или не содержится; ИАМ выполняет только иллюстративную роль по отношению ранее предъявленной информации или когнитивную роль – новая информация вводится на основе ИАМ; ИАМ обеспечивает определенное сочетание информационной технологии с другими технологиями обучения или не обеспечивает; использует метод интерактивной структуризации информационного объекта или не использует.

Пять уровней интерактивности: начальный уровень – сводится к частичному управлению автоматическим отображением информационного объекта, его воспроизведением (изменение масштаба изображения, его протяжка, прерывание, возобновление, изменение темпа демонстрации, переход к началу, концу демонстрации); *средний уровень* – предполагает использование анимации в автоматическом режиме, что способствует усилению когнитивных качеств ИАМ; связан с единичными информационными объектами; *почти высокий уровень* – анимация осуществляется в автоматическом и ручном режимах, ИАМ относится к определенному сравнительно узкому классу однородных информационных объектов, предполагает ввод и изменение условия задачи, диалог; *высокий уровень* – анимация осуществляется в автоматическом и ручном режимах, ИАМ относится к определенному достаточно широкому классу однородных информационных объектов, выполняет исследовательскую когнитивную функцию, предполагает диалог высокого уровня (например, на

основе семантического распознавания сообщений); *самый высокий уровень* – анимация осуществляется в автоматическом и ручном режимах, ИАМ относится к определенному информационному объекту, обладает высокими эвристическими качествами, с ее помощью учащиеся могут догадаться до сложных нестандартных доказательств (измерительные и вычислительные эксперименты здесь неприменимы).

Дидактические функции ИАМ, реализуемой в автоматическом или ручном режиме анимации. ИАМ помогает ученику осмыслить: в самом начале познавательного процесса информационный объект в целом, что способствует укрупнению знаний, реализации метода срезов (современной технологии крупноблочного изложения учебного материала); структуру информационного объекта, каждый его компонент, что способствует реализации метода комплексной интерактивной структуризации учебного материала.

2.6.6 Интеллектуализация обучающих компьютерных программ

Модели 5-6: мультимедийные модели креативного диалога при изучении доказательств. Технологии искусственного интеллекта открывают возможность создания ШЭУ нового поколения. Решающее значение в этом плане имеют разработки в области инженерии знаний, связанные с организацией знаний в базу и созданием экспертных систем. Главными элементами инженерии знаний считается использование операций типа: обобщение, генерация гипотез для индуктивных выводов, подготовка новых программ самими компьютерными программами и т.п. Значительный пласт отечественных исследований проведен в 60-х годах прошлого столетия в связи с разработкой теоретических вопросов алгоритмизации и программирования обучения. Работы в этом направлении намного опередили технические возможности машинной реализации идей алгоритмизации и программирования. В Республике Беларусь проведены серьезные исследования и практические разработки по созданию систем искусственного интеллекта, способные привести к созданию электронных средств обучения нового поколения.

Наиболее сложным для моделирования является креативный диалог, который помогает ученику обнаружить доказательство теоремы или решение задачи. Многие доказательства в математике являются нестандартными. Поэтому существует потребность в наделении модели

креативного диалога эвристическими качествами, которые бы помогали ученикам догадываться до доказательства до того, как осуществляется изложение его текста в «готовом виде».

Выделим следующие компоненты модели креативного диалога: заголовок модели – им чаще всего служит название параграфа; кнопки для запуска работы модели, ввода информации; окна для вывода информации, одни окна будут содержать постоянную информацию, в других окнах информация будет изменяться.

Все компоненты модели в ШЭУ геометрии размещаются в имеющихся структурных компонентах электронной страницы. Например, запуск модели осуществляется с помощью кнопки «3D демонстрация», после чего начинается показ видеоролика с графической анимацией. Кнопка «3D демонстрация» помещается перед кнопкой «Доказательство» в окне «Основной текст». Видеоролик показывается в окне «Графика»; средством обеспечения необходимых эвристических качеств модели служит демонстрация в автоматическом режиме анимированного структурированного графического образа, которое представляет собой визуальную подсказку доказательства; модель предполагает использование эвристической программы определенного интеллектуального уровня, делающей возможной организацию диалога на основе семантического распознавания сообщения.

При недостаточном уровне интеллектуализации программы дидактические качества диалога могут быть улучшены (см. табл. 2.16) путем объединения и последовательного использования нескольких вариантов диалога, каждый из которых по-своему акцентирует внимание учащихся на главном. Если одного диалога оказывается недостаточно для осознания доказательства на визуальном уровне, полезно обратиться ко второму, возможно, и к третьему диалогу.

Таблица 2.16

Модель-4: дидактическая модель креативного диалога при изучении геометрических доказательств

Наименование кнопки, располож. в окне «Осн. текст»	Вид окна сообщения	Режим: статичный/анимационный	Содержание окна сообщения	Ожидаемое состояние ученика
1. «Краткая запись теоремы»	Окно для гиперссылок	Статичный	Структурированная, символическая запись теоремы	Теорема понята
2. «Замысел доказательства»	Окно для гиперссылок	Статичный	Краткая формулировка замысла 1-2 предложениями	Замысел док-ва понят

Окончание таблицы 2.16

Наименование кнопки, располож. в окне «Осн. текст»	Вид окна сообщения	Режим: статичный/анимационный	Содержание окна сообщения	Ожидаемое состояние ученика
3. «3D демонстрация» – первое обращение	Окно для графики (с изменяющейся графикой)	Автоматическая анимация графики	Специальным образом структурированная анимация, сопровождаемая эвристическими примечаниями (гиперссылками, комментариями учителя, коллективными комментариями учащихся, цветовыми выделениями)	Догадка, осознание общего хода док-ва (до обращения к тексту док-ва)
4. «3D демонстрация» – второе обращение	Окно для графики	Автоматическая анимация графики	Повторение предыдущей демонстрации	Уточнение догадки на визуальном уровне
5. «3D демонстрация» – третье обращение	Окно для графики	Автоматическая анимация графики	Эвристический диалог начинается ШЭУ. На структурированной графике пронумерованы шаги док-ва и возле каждого шага, начиная с первого, поочередно возникает вопросительный знак. При недостаточности интеллектуальных средств ответы ученика следуют в устной форме. К диалогу может подключиться учитель, другие уч-ся, усиливая тем самым интерактивные возможности программы. Диалог направляется 2-3 вопросами	Развитие и закрепление догадки, уточнение общего плана док-ва, основных его шагов (до обращения к тексту док-ва)
6. «Доказательство» – первое обращение к тексту	Окно «Основной текст»	По своему желанию ученик выбирает один из трех режимов ручной анимации	Текст док-ва, вызываемый целиком или по частям	Сверка своих предположений с вызываемым по частям текстом док-ва
7. «Доказательство» – второе обращение к тексту	Окно «Основной текст»	Режим ручной анимации	Текст док-ва, вызываемый целиком.	Осознание структуры док-ва до завершения его изучения
8. Открытие доказательства состоялось. После этого осуществляется закрепление найденного доказательства. Для этого доказательство вызывается одноименной кнопкой в окне «Основной текст» в режиме пошагового наращивая				

Как видно, предложенная модель предполагает неоднократное обращение к графической анимации, к тексту доказательства, что обеспечивает активную проработку изучаемого материала. Акцент делается на стимулирование развития креативных качеств личности.

Технология разработки модели креативного диалога с привлечением визуальных средств. Рассмотрим конкретизацию модели креативного диалога на примере изучения доказательства признака параллельности прямых в курсе планиметрии. Прежде всего, необходимо определить содержание различных окон ввода и вывода информации. Окна 1-2 (табл. 2.17) содержат постоянную информацию (краткая запись теоремы, замысел доказательства). 3-е окно (рис. 2.24) предназначено для интерактивной анимации, совершаемой в автоматическом режиме (обеспечивающий визуальную подсказку и обзор доказательства в целом). 4-е окно (табл. 2.18) посвящено креативному диалогу, цель которого состоит в том, чтобы осмыслить визуальную подсказку, закрепить и уточнить представление о доказательстве, полученном на визуальном уровне. Диалог может быть построен на основе выбора различного соотношения общих и конкретных вопросов. В обычном ШЭУ диалог происходит, как правило, в рамках заранее заготовленных вопросов и ответов и не допускает импровизации. Интеллектуальная система способна воспринимать вопрос ученика в его естественной постановке, в том виде, в каком он его ввел в окно диалога. Ученик может получить ответ в таком виде, в котором его «придумает» машина.

Таблица 2.17

Содержание окна для гиперссылок

Краткая запись теоремы: $\angle 1 = \angle 2 \Rightarrow AC \parallel BD$	Замысел доказательства. Метод от противного: допустим, что $AC \nparallel BD$. К какому противоречию можно прийти?
--	---

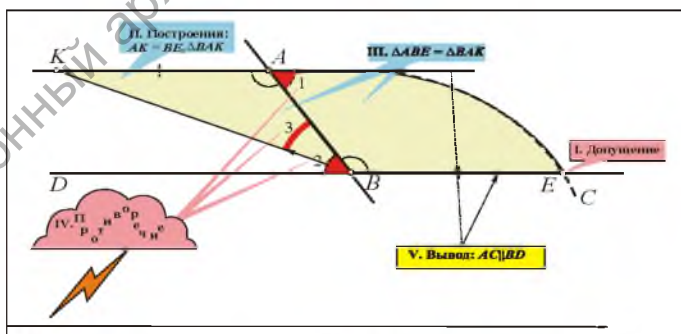


Рис. 2.24. Визуализация доказательства в автоматическом режиме анимации

Модель-5: содержание окна «Графика»
на стадии креативного диалога с визуализацией доказательства

Цель диалога	Вопросы	Предполагаемые устные ответы учащихся (в индивидуальной или коллективной форме)
1. Визуальное обнаружение док-ва	Как вы думаете, почему треугольники ABE и BAK окрашивались одинаковым (зеленым) цветом? Какие элементы этих треугольников еще выделялись одинаковым цветом? Что это означает? Что означает, что $\angle ABK$ и $\angle ABD$ окрашиваются красным цветом?	Так выделены треугольники, которые для доказательства имеют решающее значение. Цветом подсказывается, что желательно вывести как можно больше свойств этих треугольников. Углы 1, 2 и 3. Эти углы равны. Это предупреждение о том, что получено противоречие. Оно состоит....
2. Обоснование эвристических суждений	Какой отрезок раньше строится, отрезок BK или отрезок AK? Что вначале доказывается, равенство $\angle BAE = \angle ABK$, или равенство $\triangle ABE = \triangle BAK$? На основании чего углы 2 и 3 равны углу 1? На основании какого признака $\triangle ABE = \triangle BAK$? К какому выводу можно прийти на основании того, что $\triangle ABE = \triangle BAK$? В чем состоит противоречие? Возможно ли равенство: $\angle ABK = \angle ABD$?	AK. $\triangle ABE = \triangle BAK$. $\angle 2 = \angle 1$ – по условию, $\angle 3 = \angle 1$ – на основании равенства $\triangle ABE = \triangle BAK$. Первого. $\angle BAE = \angle ABK$. Невозможно.

Приведем возможные варианты креативного диалога. Особенность приводимого ниже креативного диалога – акцент в них делается на семантические стороны доказательства: Почему такие-то элементы фигур окрашены одинаковым цветом? Что означает, что такие-то элементы фигур выделены красным цветом? и т.д. В приводимых вариантах диалог начинает МШЭУ. Если один диалог окажется недостаточным для обнаружения общей «картины» доказательства, то ученик может обратиться ко второму. В результате догадка ученика сработала, общий ход доказательства обнаружен, возможно, осталось уточнить некоторые его детали. С этой целью вслед за диалогом идет

еще раз визуальное-графическое предъявление доказательства, но уже с его дискретным пошаговым наращиванием (рис. 2.25). Текст доказательства предъявляется на этапе закрепления найденного доказательства. Вопросы обозначаются всплывающим вопросительным знаком на структурированной графике возле номера рассматриваемого шага доказательства, в словесной «расшифровке» этих вопросов принимает участие учитель.

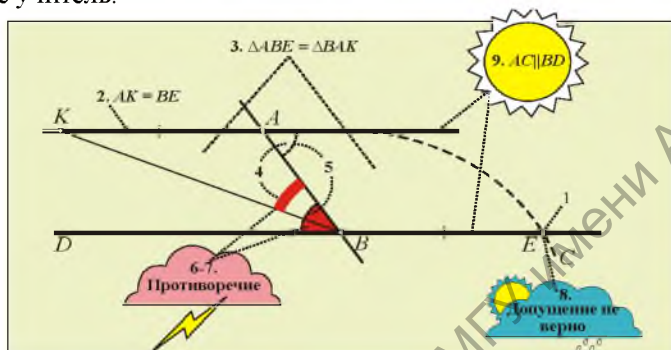


Рис. 2.25. Визуализация доказательства в ручном режиме анимации

При программной разработке модели с интеллектуальными качествами необходимо учитывать следующие базисные положения: любая программа имеет дело с некоторой *формальной системой*, наряду с которой часто рассматривается ее *интерпретация или модель*; эвристики, относящиеся к самой формальной системе, называются *синтаксическими*; эвристики, относящиеся к модели формальной системы, называются *семантическими*; эвристики, исключающие некоторые области поиска как бесперспективные, называются *ограничивающими*; эвристики, указывающие приоритетные направления поиска, называются *направляющими*; если эвристика исключает из рассмотрения только такие области поиска, для которых имеется полная гарантия того, что искомые элементы в них не содержатся, то такая эвристика называется *абсолютной*; если эвристика исключает из рассмотрения только такие области поиска, для которых имеется лишь некоторая вероятность того, что искомые элементы в них не содержатся, то такая эвристика называется *относительной*.

Интересные возможности компьютерной графики в организации эвристических процессов, к сожалению, не реализованные в теории и практике обучения, приведены *А.А. Зенкиным*. В программе *Гелерн-*

тера используются две ограничительные эвристики: чертеж, т.е. координатная модель геометрической задачи – ограничивающая семантическая эвристика. Если при этом точность измерений на чертеже не слишком высока, чтобы истинные утверждения не были признаны ложными из-за погрешности вычислений, то чертеж представляет собой абсолютную семантическую эвристику; синтаксические симметрии – относительные синтаксические эвристики, исключаяющие «зацикливание» процесса поиска.

Модель-6: визуальная модель поиска в пространстве состояний

Основные направления машинной реализации поиска решения задач превосходно разработаны **Н. Нильсоном**. К ним относятся: представление задачи в пространстве состояний (описание состояния, операторы, целевое состояние, запись в виде графов); методы поиска в пространстве состояний (поиск на графе, методы полного перебора, метод перебора в глубину, оптимизация алгоритма перебора), сведение задачи к подзадачам (описание задач, операторы сведения задачи к подзадачам, описания элементарных задач, «И/ИЛИ» графы, ключевые операторы); доказательство теорем в исчислении предикатов (исчисление предикатов как язык решения задач, синтаксис, семантика, переменные и кванторы). Однако прямой перенос идей «машинного решения задач» (к тому же при отсутствии реального их машинного «воплощения») в традиционную методику обучения оказался невозможным. Сказалось, прежде всего, отставание необходимого программного и аппаратного обеспечения. В настоящее время ситуация существенно изменилась: создание инновационного ЭУ невозможно без использования хотя бы простейших подходов теории искусственного интеллекта.

Один из таких подходов, как уже было отмечено, связывает поиск решения задачи с поиском в пространстве состояний в наглядной графовой форме. В процессе машинного решения нестандартной задачи существенны два составных элемента: представление (описание) задачи и поиск решения. Представление задачи включает ее перевод на язык математики, на язык компьютерной программы. От способа представления задачи зависит и поиск ее решения. Более удачное представление способствует сокращению объема поиска, менее удачное может значительно увеличить объем поиска, усложнить процесс решения. Поиск в одном случае может служить нахождению всех решений (выявлению креативного поля задачи), в другом – одного из решений (наиболее короткого, рационального, достаточно хорошего, любого), в третьем –

установлению возможности или невозможности решения. Рассмотрим на примере подход к решению задач, который характеризуется представлением задачи в пространстве состояний.

С представлением задачи в пространстве состояний связаны следующие понятия: а) состояние (начальное состояние, целевое состояние), описание состояния; б) операторы, преобразующие одно состояние в другое; в) пространство состояний; г) пространство поиска (перебора).

Множество состояний, неявно заданное начальным состоянием и всевозможными операторами, называется *пространством состояний*. Поиск решения состоит в явном построении части пространства состояний, называемой *пространством поиска* или перебора. Чем более рационален метод поиска, тем меньше пространство поиска. Различают два вида поиска: метод слепого и целенаправленного перебора.

Наглядно процесс поиска в пространстве состояний удобно представить графом (рис. 2.26). Одно состояние преобразуется в другое при помощи определенных разовых приемов, однозначно установленных правил – *операторов*. Применяя операторы, мы преобразуем каждую предыдущую (родительскую) вершину в последующую (дочернюю) вершину до получения целевой вершины, если это возможно. Применение к данной вершине всех допустимых операторов, в результате чего получаются дочерние вершины, назовем раскрытием этой вершины. Последовательность операторов, ведущая от начального состояния к целевому, образует *решающую последовательность*. Раскрывая каждый раз последнюю из образовавшихся вершин, мы применили метод перебора в глубину. Перебор в глубину и полный перебор есть *методы слепого перебора*. При этом мы применяем операторы, не анализируя дочерние вершины с точки зрения их близости к цели. В противоположность слепому перебору существует *метод упорядоченного перебора*, когда применяются элементы эвристики: при раскрытии той или иной вершины мы анализируем, какая следующая вершина наиболее перспективна.

Задача [83]. Докажите тождество $\frac{1}{\cos x} - \sin x \operatorname{tg} x = \cos x$ (рис. 2.26).

Начальное состояние: $\frac{1}{\cos x} - \sin x \operatorname{tg} x$. **Целевое состояние:** $\cos x$.

Набор операторов: $\frac{a}{b} - \frac{c}{d} = \frac{ad - bc}{bd}$, $a \cdot a = a^2$, $\frac{ab}{b} = a$, $\operatorname{tg} x = \frac{\sin x}{\cos x}$, $\cos^2 x + \sin^2 x = 1$.

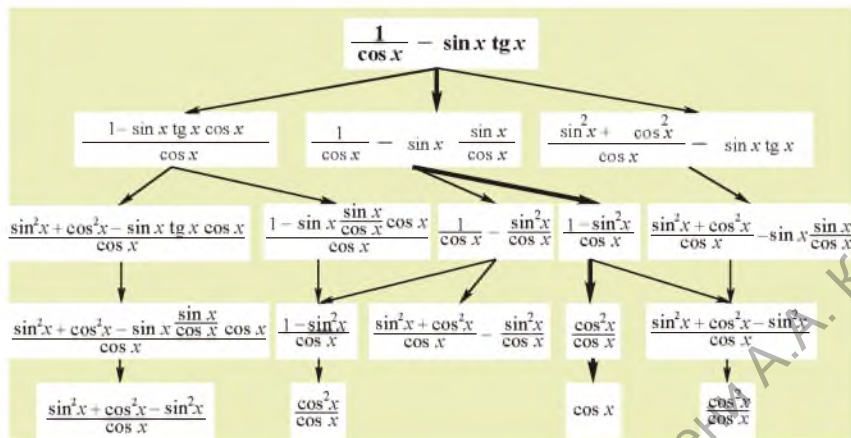


Рис. 2.26. Визуализация поиска в пространстве состояний

Отметим дидактические особенности поиска решения задач в пространстве состояний. Ручная организация поиска в пространстве состояний громоздка и малоперспективна. Поэтому жизнеспособность данной идеи напрямую зависит от возможностей ее машинной реализации. При условии возможности машинной реализации, ценность этого подхода также может быть различной: обеспечивает ли ЭВМ поиск для отдельно взятой задачи, или для достаточно широкого класса задач. Поиск второго вида возможен, если интеллектуальная составляющая программы является достаточно универсальной и позволяет работать программе при замене исходного выражения и набора операторов другим выражением и набором операторов.

Основной тезис: в дидактическом плане существует большая потребность в интеллектуальной системе ШЭУ, дающей не готовое решение, а визуальную демонстрацию процесса его поиска в пространстве состояний в графовой наглядно-геометрической форме. Приведенный выше пример поиска решения задачи в пространстве состояний характерен тем, что, по существу, не требует жесткого выбора определенной последовательности применения операторов. Решение задачи можно начать с применения любого указанного оператора. Сама задача не является трудной для ученика и может быть решена им устно. При естественном (немашинном) поиске решения задачи часто самым трудным моментом является выбор начала решения. Поэтому демонстрация учащимся машинного поиска решения задачи предпочтительна на та-

ких задачах, которые вызывают определенные затруднения учащихся. Дидактические особенности поиска решения задачи зависят также от того, сколько способов решений имеет задача (с учетом изученного на данный момент теоретического материала). Как вести поиск решения в «стесненных» условиях, когда задача имеет единственный способ решения? Какие тупиковые маршруты следует обозначать? Без этого вместо демонстрации поиска будем иметь просто демонстрацию различных способов решения (что мы видим в предыдущем примере). Следует ли всегда подбирать количество операторов, достаточное для решения задачи? Последняя ситуация является особенно поучительной и приближенной к естественному процессу поиска. В данном конкретном примере направление поиска может быть определено с помощью *семантической направляющей эвристики*, которой пользуется каждый учитель-профессионал в работе с учениками. В таких случаях учитель обычно в начале решения задачи говорит ученикам: «В правой части равенства стоит $\cos x$. Это подсказывает, что в левой части в первую очередь надо стремиться избавиться от $\operatorname{tg} x$ и $\sin x$, а $\cos x$ пока не трогать». Этой эвристики в данном случае достаточно для организации поиска методом упорядоченного перебора. Ее можно подключить к поиску, располагая операторы в другой последовательности. Перестановку операторов ученик мог бы выполнить самостоятельно, при обеспечении необходимой интерактивности программного средства. При отсутствии достаточной интеллектуальной системы семантические подсказки можно предлагать в виде «ручной вычислительной машины», показанной на рисунке 2.27. Стратегию поиска решения задачи целесообразно строить так, чтобы более трудные и рационализирующие выборы приходились на начало поиска, а последующие шаги выполнялись с более кратким списком операторов и «остаточным» количеством возможностей. Программы поиска решения задач по своим дидактическим функциям должны быть разнообразными: демонстрационные (демонстрирующих запрограммированный поиск в той или иной визуальной форме); программы, допускающие изменение списка операторов; программы, подсказывающие поиск, но не предъявляющие его в завершенном виде на начальном или промежуточном этапе решения задачи учеником; программы, позволяющие ученику сверить свой собственный поиск с машинным поиском. С учетом высказанных положений, предложим модель поиска решения задач в пространстве состояний (модель-6), компонентами которой являются: а) введение

начального состояния, целевого состояния и набора операторов; б) запуск поискового режима и визуального его представления для каждого шага одного уровня; в) интерактивное самоуправление поиском – ученик может остановить процесс поиска на любом его шаге, с тем, чтобы ознакомиться с результатами поиска и оценить их перспективность; г) интерактивное конструирование процесса поиска – ученик может изменить набор операторов (или последовательность их применения) и проследить, каким образом это изменение влияет на процесс поиска; д) демонстрация общей картины поиска в пространстве состояний – итог всего поиска, высвечивание каждого маршрута поиска, особо выделяется маршрут, приводящий к более простому решению (для этого используются различные анимационные приемы).

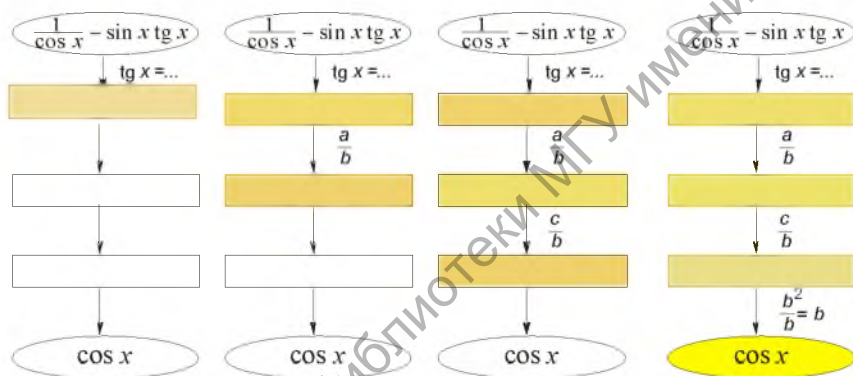


Рис. 2.27. Управление поиском с помощью «ручной вычислительной машины»

2.7 Отбор и структурирование учебного материала

2.7.1 Технологические способы проектирования теоретического материала

В дидактике проблема построения содержания образования разрабатывалась многими исследователями (*В.В. Краевский, Ю.К. Бабанский, Б.С. Гершунский, В.С. Леднев, И.Я. Лернер, А.П. Сманцер* и др.). Один из последних аналитических обзоров представлен *О.Е. Лисейчиковым*. Для средней школы особо подчеркивается роль таких принципов по-

строения содержания образования: соответствие содержания общим целям современного образования, фундаментальность содержания образования, практическая направленность, относительная завершенность содержания образования на различных ступенях образования и др. Эти принципы не теряют своей актуальности при разработке технологии проектирования содержания образования в контексте ПИ ИОС.

Традиционные и новые темы с позиции фундаментальности содержания образования. Все темы, удовлетворяющие принципу фундаментальности, включить в школьный курс не представляется возможным (особенно в условиях недостаточной дифференциации обучения). Возникает серьезная проблема их выбора. На уровне технологии предпочтении могут получить те из них, которые получили достаточную методическую обработку и стали доступными (например, векторы, осевая и центральная симметрии, параллельный перенос в планиметрии). Другое направление связано с более кратким и простым построением теоретического материала, снимающим проблему перегрузки. Предметное содержание строится на основе синтеза двух противоположностей: оно должно быть минимальным и в тоже время необходимым и достаточным для обеспечения целостной структуры геометрии. *Минимальность теоретического материала* понимается нами как обеспечение целостности «логического каркаса» учебного курса минимальным количеством понятий и фактов. Избыточные по отношению к логическому каркасу факты рекомендуем отнести к задачному материалу. Действующая в данный момент программа по математике для средней школы исключила элементы аналитической геометрии, векторы и геометрические преобразования, вернув школьный курс геометрии к древнегреческой математике. На наш взгляд, развитие школьного курса геометрии при любых обстоятельствах необходимо смещать в будущее (как и весь ход развития цивилизации), в сторону усиления фундаментальности содержания и не питать только идеями давно прошедших эпох. Такого рода «попятное движение» не вписывается в историческую тенденцию развития данной проблемы (**Н.В. Метельский**), не учитывает выводы современных дискуссий на страницах журнала «Матэматыка: проблемы выкладки» и «Математика в школе». Необходимо продолжить поиски способов включения новых тем в школьный курс. В обозримой перспективе традиционный материал, безусловно, останется основным. Этот материал представлен в подавляющей массе школьных учебных пособий. Координаты, векторы, геометрические преобразования, элементы

математического анализа – «новые темы» (в методике преподавания математики с уже «столетним стажем»), обогащающие мировоззренческое, методологическое, теоретическое и практическое содержания школьной геометрии, способствующие устранению разрыва между школьным курсом и математической наукой, между школьным и вузовским курсами. В развитие этого направления большой вклад внесли Всероссийские съезды учителей математики (1913-1914 гг.), известные математики и педагоги: **Ф. Клейн, А.Н. Колмогоров, А.И. Фетисов** и др. Об усилении связи школьного и вузовского курсов говорят и современные ученые: **В.И. Берник, В.М. Котов, Л.И. Майсена, О.И. Мельников** и др. Разные варианты изложения этих тем представлены в современных «пореформенных» учебниках, обеспечены учебно-методическими пособиями для учителя. Традиционные и новые темы получили необходимую методическую обработку в учебных курсах «Методика преподавания математики в средней школе» для студентов.

Возвращение новых тем, на наш взгляд, неизбежно. Ему будет способствовать принятое в данный момент решение об увеличении количества часов на математику (до 5 ч. на базовом уровне), углублении профильной дифференциации в старших классах. Остроту проблемы могло бы снять наличие двух самостоятельных уровней обучения, применение более гибких форм связи новых тем с традиционными.

Возможно применение следующей технологии: а) уточнение области применения координат, векторов и геометрических преобразований в едином комплексе математических методов в контексте рационального построения курса геометрии в целом при сохранении его традиционной основы; б) распределенное, совместное изложение геометрических преобразований и традиционных тем в курсе планиметрии, обеспечивающее их тесную взаимную связь; в) ограничение рассмотрения геометрических преобразований планиметрическим вариантом – в целях разгрузки стереометрии; г) краткое изложение элементов аналитической геометрии на плоскости в курсе алгебры (как предусматривалось предыдущими программами) – в целях разгрузки планиметрии; д) распределенное изложение координат и векторов между курсами алгебры и геометрии, делая в геометрии акцент на их применение; е) апробация других перспективных идей в элективных курсах, на факультативных занятиях (элементов линейного программирования, комбинаторики, вероятности, математической статистики, теории изображений фигур, фрактальной геометрии).

О строгости изложения. Полная строгость в школьном курсе математики невозможна уже по причине отсутствия в нем теории действительного числа. Уровень строгости, причем неоднозначно, определяется в соответствии с дидактическими принципами научности и доступности. Своеобразным показателем разных подходов в отношении строгости служит отношение к использованию элементов аксиоматики в школьном курсе. Крайний подход в пользу аксиоматического метода, идейно «индуцированный» работами Бурбаки (Ж. Дьедонне, Г. Шоке и др.), оказался дидактически не оправданным. Другой крайний подход отрицает любую возможность ознакомления учащихся с аксиоматическим методом (адептом этого подхода можно назвать М. Клайна). В духе этого подхода иногда учебники логически не обозначают начало систематического курса в 7 кл., полностью игнорируют идеи аксиоматического метода. Методическое «сканирование» учебника геометрии **А.П. Киселева** в современных условиях, когда для школьного курса предложены различные варианты простых систем аксиом, вряд ли оправдано. Кроме того, дети забывают пропедевтический материал в 5-6 кл. и в 7 кл. не могут вспомнить что такое угол, какие углы называются смежными и т.д. Снижение четкости изложения ухудшает качество знаний учащихся: многое из того, что учащимся было доступно ранее, становится недоступным.

О нарушении принципов научности и доступности говорят и современные авторы (**Е.А. Барабанов, И.И. Воронович, В.И. Каскевич, С.А. Мазаник**). Одним из примеров может служить введение понятия угла, смежных и вертикальных углов и самых первых геометрических теорем, относящихся к этим углам. Авторы ряда учебников, отступая от традиционного определения (вводя угол как часть плоскости, ограниченной двумя лучами, выходящими из одной точки), не замечают необходимость изменения традиционных определений смежных и вертикальных углов, традиционных формулировок теоремы о сумме смежных углов и равенстве вертикальных углов, которые при таком определении угла оказываются несправедливыми. Ошибка становится системной, она сказывается при введении центрального угла окружности, угла многоугольника, угла между прямыми, между прямой и плоскостью, двумя плоскостями, двумя векторами, угла поворота в теории геометрических преобразований. Или такой пример. Треугольник часто определяется как часть плоскости (вместе с внутренней областью). При «доказательстве наложением» признаков равенства треугольников показывается совпадение сторон, углов, вершин треугольника, но ничего не упоминается о

внутренних областях. Зачем тогда нужно было усложнять определение треугольника? Встречается неоправданное усложнение определения трапеции, относящее к трапеции и параллелограмм («трапер» – по выражению *Е.Е. Семенова*, отметившего неудобство такого объединения). Вместо традиционных признаков и свойств параллелограмма (особенно в многочисленных задачах) надо в каждом случае оговаривать, что речь идет о «параллелограммах, не являющихся трапецией».

Еще один пример: в учебнике уравнение $\frac{x-x_1}{x_2-x_1} = \frac{y-y_1}{y_2-y_1}$ прямой, проходящей через две точки $A(x_1; y_1)$ и $B(x_2; y_2)$, дается без условий его существования. На уроке начинающая учительница, решая задание «Записать уравнение прямой, проходящей через точки $A(5; 9)$ и $B(5; 11)$ », приводит такое «решение»:

$$\frac{x-5}{5-5} = \frac{y-9}{1-9}, \frac{x-5}{0} = \frac{y-9}{-8}, \frac{x-5}{0} = \frac{y-9}{-8}, 2(x-5) = 0(y-9), 2(x-5) = 0, x-5 = 0.$$

Перечень подобных примеров может быть продолжен. Больше всего на снижение уровня строгости сказалось сокращение количества часов на математику: многие теоремы, которые традиционно приводились в учебниках с доказательствами, стали приводиться без доказательств, те же доказательства, которые имеются в учебнике, часто опускаются учителем; в учебниках алгебры до 70-90% приводимых доказательств сопровождаются примечанием «для желающих».

Технологические способы обеспечения целостности предметного содержания. Основы научной теории являются главным ориентиром и определяют стратегию отбора учебного материала. Сложность отбора порождается своего рода «потерей» единственности основ геометрии, так как в процессе развития математики были сформированы различные в концептуальном отношении варианты ее построения на традиционно-синтетической, теоретико-множественной, векторной основе, на основе геометрических преобразований и др.

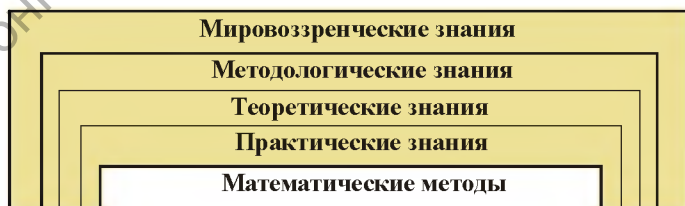


Рис. 2.28. Структура знаний, представляемых в учебном комплексе

Предметно-содержательный аспект полноты: четырехслойное представление содержания в виде мировоззренческих, методологических, теоретических и практических знаний. Мировоззренческие сведения могут представляться в виде комментариев о том, что собой представляет каждый вид знаний, где и как такие знания применяются, входят в состав других знаний, составляют их общий фон (рис. 2.28). Основное назначение мировоззренческих и методологических сведений состоит в снижении формального подхода, усилении смыслового контекста учебного материала. *К мировоззренческим знаниям* относятся знания о предмете математики, особенностях ее построения, о математической деятельности, об источниках возникновения, о связи математики с человеческой практикой и др. Диапазон конкретизаций здесь достаточно широк, – начиная от определения математики, и заканчивая выяснением вопросов о том, какую роль в построении геометрии играет конкретная аксиома, определение, теорема, доказательство. Актуальным остается вопрос *об отражении в УМК методологических знаний* (в частности, логических): понятий об аксиомах, определениях, теоремах, обратных теоремах, доказательстве (синтетическом, аналитическом, методе от противного), необходимых и достаточных условиях. Формирование этих понятий требует постепенности, неоднократного обращения к ним в различных классах, начиная с 7 кл. Обращение к этим понятиям необходимо не только с целью уточнения методологических средств построения математики, но и для осознанного применения методов поиска решения задач. *Синтетический метод* поиска состоит в выводе необходимых условий из условия задачи, *анализ Платона* – в подборе достаточных условий для требования задачи, *анализ Евклида* – в выводе необходимых условий из требования задачи. Введение этих понятий в 7 кл. может базироваться на пропедевтическом материале 5-6 кл.

Модельный пример структурирования различных видов знаний (на примере равенства треугольников, 7 кл.). *Теоретические знания, представляемые в контексте мировоззренческих и методологических знаний:* определение равных треугольников; 1-й признак равенства треугольников (как аксиома); понятие о методе равных треугольников и его роли в школьном курсе – центральный компонент теории, с помощью которого теоретические знания вкладываются в контекст мировоззренческих и методологических знаний; первое применение метода равных треугольников: доказательства 2 и 3-го признаков, последующие при-

менения метода равных треугольников при доказательстве признаков равенства прямоугольных треугольников – методологические знания в действии.

Практические знания, представляемые в контексте методологических знаний: расширение представлений о методе равных треугольников в процессе ознакомления с дополнительными признаками, отмеченными в заданный материал (например, для произвольных треугольников: по двум сторонам и медиане, выходящим из одной вершины; для прямоугольных треугольников: по катету и медиане, проведенной к другому катету); применение метода равных треугольников при решении задач; применение метода равных треугольников при изложении других тем. Такое структурирование обеспечивает раннее введение мировоззренческих и методологических знаний в рамках каждой учебной темы, усиливает проявление предметно-содержательного подобия, способствует наращиванию и обобщению навыков применения математического метода, созданию инвариантного каркаса учебного курса.

Математические методы – основа отбора и систематизации учебного материала, построения локальных сред и микросред с помощью предметно-содержательного подобия. В качестве общего стержня систематизации различных знаний предлагается выбрать математические методы (см. рис. 2.3). *Математический метод* (на уровне учебного курса) рассматривается нами как метод изложения учебного материала и решения задач, как максимально концентрированное выражение теории, приобретающей мобильную форму, удобную для применений в различных ситуациях. Знание математических методов формирует представление о том, как строится математическая теория, как решаются математические задачи, это относится к мировоззренческим знаниям. Сведения о математических методах и особенностях их применения – собственно методологические знания; сведения о математических методах представляют концентрированное выражение теории, поэтому являются теоретическим знанием; сведения о специфике применений математических методов при решении задач – существенная часть практических знаний. Как отметил **В.П. Кохановский**, эффективность каждого метода научного познания обусловлена содержательностью, глубиной и фундаментальностью теории, которая *сжимается в метод*. В дидактическом плане подобное сжатие ценно тем, что представляет информацию в компактном, укрупненном виде и благодаря этому позволяет рассматривать нам сведения о математическом методе

в качестве элемента технологии укрупненного изложения учебного материала. В предыдущей главе, как следствие субъектно-объектного подхода, была установлена целесообразность включения математических методов в структуру задачи и процесса поиска ее решения, в состав компетенций учащихся. *Наделение математических методов указанными функциями предполагает необходимость включения их в учебники в виде специальных локальных сред, а также, необходимость более детального исследования их места в структуре учебника.*

Прием раннего введения и избирательного применения математических методов с целью упрощения учебного курса. Наиболее объемной частью теоретического материала является система доказательств теорем. Поэтому рационализацию теоретического материала мы связываем, в первую очередь, с рациональным построением системы доказательств. Упрощение доказательств (наиболее трудоемкой части теории) возможно на основе *выборочного применения математических методов*. Возможное распределение математических методов в курсе геометрии представлено в таблице 2.19. Существенным при этом является то, какие математические методы используются в доказательствах. Известно, что в математике нет универсального математического метода, который способен дать простые доказательства всех без исключения теорем. Оптимальным было бы иметь необходимые математические методы в начале курса, чтобы в последующем изложении применять их выборочно, обеспечивая простоту, строгость и доступность каждого доказательства. В таком «идеализированном» виде осуществить данный замысел невозможно. Практически речь может идти об ограниченном наборе математических методов, вводимом в первый год обучения геометрии и пополняемом в последующем обучении. *При этом необходимо выделить ведущий метод и вспомогательные методы.* Материал, аккумулирующий сведения о математических методах, представляет собой отдельную локальную ИОС. В ИОР рекомендуется выделять специальные параграфы (или их пункты), посвященные математическим методам. Раннее введение математических методов, их совместное или избирательное применение служит средством, позволяющим более рационально построить каждую содержательную линию. Наличие тесных связей между содержательными линиями, раннее введение методов создают благоприятные условия реализации предметно-содержательного подобия различных сред, ситуативной методики – для выборочного применения методов в целях рационализации учебного курса.

Таблица 2.19

**Конкретизация технологии применения математических методов:
этапы введения математических методов в курсе геометрии**

Класс	Наименование математического метода	Ведущие методы
7	Метод равных треугольников	+
	Методы алгебры в курсе геометрии (метод уравнений)	+
	Вычислительный метод с использованием теоремы Пифагора	+
8	Метод площадей	
	Координатный метод	
	Векторный метод	
	Тригонометрический метод	+
	Метод геометрических мест точек	
	Метод подобия (пропедевтический уровень)	+
9	Метод геометрических преобразований	
	Метод подобия (основной уровень)	+
10	Стереометрические обобщения предыдущих методов	
11	Методы математического анализа (производная)	

Рационализация доказательств *узловых теорем* курса планиметрии: существенным упрощением являются доказательства теоремы Пифагора и обобщенной теоремы Фалеса методом площадей; на их основе – доказательства теорем, относящихся к подобию треугольников и элементам тригонометрии; доказательства свойств движений и векторов с помощью метода равных треугольников и метода координат. Отдельные доказательства являются локальными средами; достижение наибольшей простоты доказательств *узловых теорем* – локальных сред – основа для упрощения среды теоретического материала в целом. Эти доказательства способны образовать инвариантный каркас, обеспечивающий устойчивость среды теоретического материала. *Структура параграфа* при этом определяется следующим образом: определение равных треугольников, понятие о методе равных треугольников, 1-й признак равенства треугольников (принимается в качестве аксиомы), 2-3-й признаки равенства треугольников и их доказательства. Это позволяет связать доказательства 2-го и 3-го признаков общей идеей метода равных треугольников, повысить доступность достаточно трудоемкого учебного материала.

Прием взаимной трансформации методов обучения и методов изложения учебного материала. Каждый метод обучения может быть соответствующим образом отражен в ИОР. Например, репродуктивные методы – в виде изложения теории в готовом виде, продуктивные методы – в виде проблемного изложения, частично-поискового изложения

и исследовательского методов изложения учебного материала. Уравнивание значимости репродуктивных и продуктивных методов обучения и изложения учебного материала рассматривается в данной работе как основное средство повышения креативности обучения. В креативном разделе задачника, предвещающем тренинг, рекомендуется приводить поиск решения задач, используя в этих целях раздельное, либо совмещенное изложение поиска и решения.

Укрупненное изложение содержательных линий как средство интеграции. Разбросанное, дробное изложение родственных вопросов в учебнике – один из серьезных недостатков, мешающих формированию системы знаний у школьников. Избежать его можно, излагая родственные вопросы в одном месте учебника, достаточно крупными блоками. *Важная закономерность:* одним из средств обеспечения надежности функционирования информационной системы, надежности передачи информации в условиях помех является передача ее укрупненными порциями (закон *Шеннона*). Стратегическое направление: блочное формирование учебного материала обеспечивается перестройкой логической системы курса, обеспечивающей сближение родственного материала, его совместное, параллельное изложение.

Первые шаги в этом направлении могут быть предприняты уже при формировании системы аксиом. В качестве аксиомы принят 1-й признак равенства треугольников (по двум сторонам и углу между ними). С помощью этой аксиомы доказывается 2-й признак (по стороне и двум прилежащим углам). Для доказательства 3-го признака (по трем сторонам) вводится равнобедренный треугольник и рассматривается одно его свойство: равенство углов при основании. Заметим, что остальные вопросы, связанные с равнобедренным треугольником, отнесены в специальную главу «Треугольники». Это повышает систематичность изложения как аксиом и первых следствий из них, так и последующее изложение теории треугольника. Вместе с этим, введение всех трех признаков равенства треугольников в первой главе создает оптимальные условия для использования традиционно-синтетического метода в дальнейшем построении курса. В итоге признаки равенства треугольников изучаются компактно, в одном месте курса и с их помощью упрощается изучение свойств равнобедренного треугольника. Метод равных треугольников становится ведущим при изложении признаков и свойств параллельных прямых, доказательстве теоремы о единственности перпендикулярной прямой, теорем Фалеса и Пифагора, свойств

равнобедренного и равностороннего треугольников, признаков равенства прямоугольных треугольников и т.д. Геометрия треугольника в результате излагается единым блоком, без включения разнородного материала.

Существенным является введение аксиом площади в конце 7-го кл. В итоге знакомство со всеми исходными понятиями происходит на протяжении одного учебного года. Формируется тем самым цельная перспектива в развитии данного курса в последующие годы обучения. В качестве первых следствий из аксиом площади приводятся формулы площади прямоугольника и прямоугольного треугольника. Принятие за аксиому формулы площади квадрата (такая практика является довольно распространенной) позволило весьма просто доказать ключевую формулу – формулу площади прямоугольника. Вывод указанных формул – определенный шаг в формировании аналитических методов геометрии. На этой основе вводится теорема Пифагора и обратная ей теорема.

Наличие в 7-м кл. теоремы Пифагора – одной из центральных теорем всего курса – существенно меняет ситуацию. Эта теорема дает мощный аналитический метод, имеющий большие применения при изложении теории и решении задач (заметим, что традиционно позднее введение теоремы Пифагора – после тригонометрии или подобия снижает роль этой теоремы, так как появляются более мощные вычислительные методы). Сказанное свидетельствует о том, что уже в 7-м кл. заложены широкие возможности для выборочного применения различных математических методов с целью рационального построения всего курса.

Учитывая фундаментальность понятий параллельности и перпендикулярности прямых, рекомендуется не распылять соответствующие им вопросы, а выделить специальную 2-ю по счету главу «Перпендикулярные и параллельные прямые». Целесообразность выделения этой главы подчеркивается фундаментальностью ее содержания: единственность перпендикулярной прямой, серединный перпендикуляр к отрезку, признаки параллельности прямых, свойства параллельных прямых, связь между перпендикулярностью и параллельностью прямых, теорема Фалеса. Примером достижения большей локальной систематичности может служить рассмотрение теоремы о единственности перпендикулярной прямой в одном месте курса. Выделение главы «Перпендикулярные и параллельные прямые» позволило сделать более однородным содержание главы «Треугольники».

Выделению инвариантного, устойчивого каркаса учебного курса способствует обеспечение структурного подобия при построении каждого параграфа учебной темы (например, выделением инвариантных блоков в теоретическом материале: блок определений, блок теорем, блок доказательств; в задачном отделе – креативный блок, блок тренировочных задач, задач для самоконтроля).

Прием визуальной, многослойной структуризации учебного материала. Этот прием предполагает рассмотрение структуризации в контексте средового подхода как достаточно широкого поля для повышения эвристических и интерактивных качеств учебного материала. Возможности многослойной структуризации нетрудно выявить в сравнении ее с традиционной неструктурированной формой изложения учебного материала. *Многослойная структуризация, как метод визуализации логических рассуждений*, состоит в том, что текст доказательства (в рамках теоретических знаний) структурируется в виде отдельных шагов, нумеруемых арабскими цифрами (первый слой структуризации). Одновременно, с целью выделения методологических знаний, текст нумеруется римскими цифрами, при этом выделяются уже не шаги, а крупные этапы доказательства, отражающие схему математического метода (второй слой структуризации). Третий слой структуризации представлен структурированным рисунком, на котором показывается предыдущая нумерация последовательности рассуждений. В мультимедийном ШЭУ третий слой может быть дополнительно усилен четвертым «слоем» – цветовыми и звуковыми синхронными сопровождениями структурированного рисунка (например, в доказательствах методом от противного элементы рисунка, относящиеся к допущению, изображаться постоянно одним цветом, относящиеся к противоречию – другим, к выводу – третьим). При этом интерактивность обеспечивается предоставлением возможности ученику вызывать учебный материал отдельными шагами, отдельными фрагментами, или сразу целиком (интерактивность тем самым оказывается тесно связанной с ситуативной методикой). В ШЭУ полезно предусмотреть операцию исключения и возобновления нумерации. Это даст возможность провести закрепление доказательства в различных формах: с использованием имеющейся нумерации шагов, путем ее исключения и возобновления. Систематическое применение многослойной структуризации – один из способов обеспечения структурного подобия, инвариантного каркаса учебного курса.

2.7.2 Технологические способы отбора и систематизации задачного материала

Система обучающих и развивающих тестовых заданий как локальная ИОС. Задачный раздел учебника рассматривается в данной работе как локальная образовательная среда, отдельная задача (отдельное тестовое задание) – как образовательная микросреда. В ШЭУ открывается возможность автоматизированного управления процессом решения задач, что приводит к необходимости представления задач в тестовой форме. Наиболее краткое определение теста дано **В.П. Беспалько**: *тест – это задание на выполнение деятельности и эталон ответа или решения: $T = З + Э$.* Особенно оправданным является использование учебных тестовых заданий в ЭУ Традиционно тесты рассматриваются как средство измерения учебных достижений, или психических свойств и состояний испытуемых (именно это имеют в виду, когда говорят о тестировании). В меньшей мере – как предмет и средство обучения. Обучающие тестовые задания и тесты для измерения знаний (тем более, психических качеств) существенно отличаются друг от друга уже по цели. В первую очередь отличия проявляются в отношении традиционного «измерительного» признака. В обучающих тестовых заданиях этот признак присутствует, но не является ведущим. Если говорить о тестах на измерение, то, как и любое измерение, оно является приближенным и проводится с определенной (варьируемой) точностью, задаваемой целью измерения, контекстом изучаемой проблемы, практическими потребностями. Необходимо иметь также в виду, что любое обычное, не тестовое, учебное задание в той или иной степени выполняет измерительную функцию. Специфика ЭУ, как средства обучения, стимулирует внимание к обучающей стороне тестов, которая, по нашему мнению, остается еще недостаточно изученной. *В ШЭУ задачи предъявляются в тестовой форме, прежде всего, с целью обучения, а попутно проводимое фиксирование результатов выполняет диагностическую функцию – уточнить модель и профиль ученика, его траекторию обучения, повысить оперативность управления процессом обучения (меру и характер помощи).* В этом случае говорят об обучающих тестах, тестах-тренажерах, тестах на закрепление и повторение изученного учебного материала, тестах развивающего характера и т.д. Учитывая сказанное, в данной работе проводится разграничение понятий «обучающее тестовое задание» и «тест», последнее употребляется в тех случаях, когда речь идет об измерении определенного качества.

Выполняется закономерность: большинство методических особенностей математических задач остаются инвариантными относительно той или иной формы их представления: традиционной или тестовой. Поэтому все классификации математических задач (дидактического, предметно-содержательного, информационно-эвристического плана), все, что имеется прогрессивного в методике обучения учащихся решению задач, может быть перенесено и на обучающие математические тестовые задания. Например, как и в отношении математических задач в их традиционной форме постановки, можно говорить о тестовых заданиях алгоритмического и неалгоритмического типа, об определенных, неопределенных или переопределенных тестовых заданиях, о тестовых заданиях с дидактической, познавательной, развивающей функцией, о тестовых заданиях на воспроизведение и применение знаний и т.д.

В данной технологии методика использования обучающих тестовых заданий строится на основе единства обучающей, диагностической и контролирующей их функций. Система тестовых заданий рассматривается как локальная образовательная среда, отдельное тестовое задание – как образовательная микросреда. Классификация тестовых заданий обучающего характера связывается с формированием того или иного уровня усвоения знаний. При выполнении обучающих тестовых заданий учащимся оказывается необходимая помощь, обеспечивается широкий доступ к информационно-справочным материалам ШЭУ. Если в традиционном учебнике далеко не все задачи приводятся с ответом или указанием, то в ШЭУ каждое обучающее тестовое задание имеет эталон ответа и большинство тестовых заданий подкрепляется помощью. *Доступность обеспечивается тем, что помощь осуществляется в полной мере и часто носит многоразовый характер.* Обучающие тестовые задания рассматриваются в данном исследовании как оптимальное направление использования тестов.

Классификация обучающих тестовых заданий. Многоаспектность тестовых заданий позволяет проводить их классификации по разным основаниям. По признаку формируемого уровня усвоения знаний выделим следующие типы обучающих тестовых заданий: тестовые задания на первичное закрепление знаний, на применение знаний по образцу, на применение знаний в ситуациях, близких к исходной ситуации, на применение знаний в новых ситуациях.

В зависимости от структуры рассматриваются два типа обучающих тестовых заданий, в которые объединяются шесть видов (тестовые за-

дания открытого типа – тесты на дополнение и свободное изложение, тестовые задания закрытого типа – тесты альтернативных ответов, множественного выбора, на восстановление соответствия, восстановление последовательности). Особенно ценными являются обучающие тестовые задания на свободное конструирование ответа. Эти тесты дают максимум возможностей для проявления творчества. Возможное направление применения таких тестов – ЦТ в Республике Беларусь. ШЭУ нового поколения способен обеспечить полный дидактический цикл: предъявление задачи, оказание помощи в поиске решения задачи (ученик вводит в компьютер начальную или более продвинутую часть решения задачи, компьютер анализирует первые шаги решения и уже на этой стадии выдает необходимые рекомендации), оценка правильности решения.

Приемы организации непрерывного текущего самоконтроля на основании модели ученика. Основные требования, относящиеся к тестам для контроля и оценки знаний, могут оказаться полезными при разработке требований к обучающим тестовым заданиям. Такими понятиями являются, прежде всего, валидность и надежность теста. *Непрерывность самоконтроля* на основе формирования модели ученика обеспечивается, если самоконтроль проводится в каждом звене дидактического цикла: *1-2 звенья* – первичное изучение и закрепление теоретического материала: в автоматическом режиме фиксируются и демонстрируются ученику показатели работы с теоретическим материалом (время, затраченное на его изучение; число повторных чтений текста; число обращений к справочному отделу; число обращений к предыдущему материалу); *3 звено* – креативное обучение применению теоретических знаний: решаются задачи первого, второго и частично третьего уровня сложности, фиксируются и показываются ученику результаты тестового контроля, проводимого ЭУ в автоматическом режиме, или по запросу ученика; *4-5 звенья* – проводится тренинг по решению задач 1-2 уровней сложности: фиксируется количество решенных задач; выполняются задания 1-2 уровней, специально предлагаемые для самоконтроля; *6-7 звенья* – третичное применение полученных теоретических знаний: возрастает удельный вес задач третьего уровня сложности. Срезы для самоконтроля проводятся непосредственно перед завершением изучения параграфа (в автоматическом режиме по инициативе ЭУ, запросу ученика, запросу учителя); наконец, в завершение изучения параграфа в автоматическом режиме проводится заключительный, рубежный самоконтроль.

В предложенной методике существенно, что срезы для самоконтроля (5-7 звенья), проводимые к каждому параграфу, не содержат новых заданий и могут повторяться самим учеником неоднократно. Оценка учебных достижений проводится по заданиям, которые на данный момент выполнены в процессе классной и домашней работы. Программа подбирает задания по принципу случайных величин. В один срез (для обеспечения его содержательной валидности и надежности) мы предлагаем включать четыре задания первого уровня сложности, четыре задания второго уровня сложности и три задания третьего уровня сложности. Такой самоконтроль может выноситься в качестве 1-2-х домашних заданий, перед письменной контрольной работой. Срез может оцениваться в баллах по рейтинговой системе, которые затем переводятся в 10-ти балльную систему. Результаты самоконтроля по решению учителя могут заноситься в классный журнал успеваемости. Если ученик по той или иной причине ранее не решал некоторую задачу, которая решалась с остальными учащимися, или забыл решение, то он может выполнить ее решение в процессе выполнения среза по самоконтролю, что будет зачтено программой. Таким образом, в целях самоконтроля могут быть использованы тестовые задания, которые ранее выполнялись с целью обучения. Примечательно, что контроль носит открытый характер, стимулирует ученика выполнять самоконтроль, при этом снижается уровень стресса (в контроль включаются задания, которые уже решены, или, по крайней мере, должны быть решены).

Обучающие тестовые задания как средство построения диалога «учащийся – ШЭУ». Как было отмечено, отдельное тестовое задание представляет собой определенную образовательную микросреду. Выше было показано, что в ШЭУ обучающие тестовые задания являются важным средством управления познавательной деятельностью учащихся. Психолого-дидактические проблемы построения диалога в рамках ШЭУ весьма многообразны. К ним относятся: принципы построения диалога «учащийся – ШЭУ»; организация процесса общения; лингвистические аспекты (выбор языка общения, построение текста сообщения, его форма, размер и т.д.); модальность общения (тип предъявления информации и ответов обучаемых); содержательные аспекты общения.

Необходимо учитывать, что компьютером моделируется не просто общение, а педагогическое общение, при котором, как подчеркивают многие специалисты, должны создаваться благоприятные условия для развития мотивации учения, мотивации творческого креативного ха-

рактера учебной деятельности, условия для правильного формирования личности школьника.

Отметим особенности построения диалога в различных разделах ШЭУ:

– *Раздел ШЭУ «Учебник-теория»:* по ходу изложения теоретического материала предлагаются самые простые тестовые задания на узнавание и воспроизведение только что прочитанных формулировок – это тестовые задания «на воодушевление», помогающие более внимательному прочтению текста, осознанному его восприятию. По структурной организации это, прежде всего, тестовые задания на соответствие и тестовые задания с альтернативными ответами. Стандартная рекомендация в случае ошибки – вернуться к соответствующему фрагменту теоретического материала, еще раз прочитать его, постараться понять и добиться правильного выполнения тестового задания.

– *Раздел «Практикум по решению задач»:* линию тестовых заданий на «воодушевление» продолжают тестовые задания первого и частично второго уровня сложности, обладающие субъективной новизной. Диалог строится в режиме формирования навыков поисковой деятельности по решению задач; далее следуют тренировочные тестовые задания второго и частично третьего уровней сложности. Диалог строится по следующей схеме: тестовое задание предлагается в виде теста с выборочным ответом. Если ответ неправильный, то ученику в предположительной форме сообщается, в чем может заключаться ошибка и предлагается ее исправить. Если затруднение не снимается, дается более подробное пояснение. Если и оно не помогает – приводится готовое решение (необходимо учитывать, что слишком затянутый диалог положительных эмоций у ученика не вызывает). Если ШЭУ не располагает необходимыми интеллектуальными средствами анализа ответа ученика, то диалог имитируется на уровне заранее заготовленных рекомендаций. Эти рекомендации вначале общего плана (в виде определенных эвристических правил), затем они приобретают конкретный характер (проверьте правильность такого-то шага, или вычисления).

Приемы комплексного учета ведущих классификационных признаков тестовых заданий. Классы эквивалентности на множестве задач. В данном исследовании мы исходим из того, что каждая задача многогранна по своим дидактическим признакам. Существует большое количество различных классификаций задач. Они помогают акцентировать внимание на таких признаках задачи, которые в опреде-

ленной учебной ситуации считаются наиболее важными. Комплексный учет различных классификаций одинаково важен как для построения системы задач, так и для определения места и роли отдельно взятой задачи в этой системе. Такой учет естественным образом вытекает из общих установок средового подхода. В данном исследовании задачи рекомендуется систематизировать одновременно по нескольким признакам: тематическому, по сходству внутриматематических ситуаций (этот признак усиливает предыдущий), уровням сложности и трудности, уровням усвоения знаний и учебным проблемам. Отношения «обладание задач общим признаком р», «принадлежность задач общему уровню», «подчиненность задач общей проблеме» являются отношениями эквивалентности, а соответствующие им наборы задач – классами эквивалентности. Систематизация задач при этом сводится к определению в каждой учебной теме, какие классы эквивалентности следует организовать, какова должна быть количественная наполняемость этих классов. Основная закономерность: с помощью учебных проблем можно активизировать любой классификационный признак задачи. В целях укрепления дидактической системы задач использовались специально подобранные циклы задач. В один цикл объединялись задачи, связанные с одной и той же математической ситуацией (обеспечивающие ее всестороннее рассмотрение и типизацию), со сходными математическими ситуациями. Некоторые из таких циклов ограничиваются рамками одной учебной темы, задачи другого цикла могут размещаться в нескольких учебных темах. Наличие «сквозных» циклов естественным образом выделяет основные содержательные линии курса, помогает переносить знания, умения и навыки на новые ситуации. Наряду со сквозными циклами, необходимы и *микросистемы задач*, состоящие из 3-4 задач, и построенные по эвристическому принципу – первые задачи подводят к решению последующих задач этого цикла. Построение системы задач на основе микросистем значительно повышает доступность задач, доступность в наиболее трудной для учащихся части учебного курса. Комплексный подход к классификации задач (табл. 2.20): указывается учебная тема, производится деление задач по характеру деятельности, уровню сложности и трудности задач, по выдвигаемой учебной проблеме. При нумерации задач помимо цифровой используется буквенная нумерация, с помощью которой под один цифровой номер группируются сходные задачи, образующие отдельную микросреду.

Для организации дифференцированного обучения задачи целесообразно систематизировать по уровням сложности и трудности. Сложность задачи характеризуется обычно количеством шагов, из которых состоит ее решение (А.Н. Колмогоров сложность объекта непосредственно связывает с алгоритмическим подходом: сложность объекта y относительно объекта x определяется длиной программы получения y из x).

Таблица 2.20

Приемы выделения классификационных признаков задачного материала (с ориентацией на обеспечение полноты дидактического процесса)

Задачный материал к параграфу учебника	Основание классификации
1. Приведение тематического заголовка.	Тематическое (1-е основание)
2. Обозначение проблемной ситуации в виде общего заголовка, помещаемого к определенной группе задач: «Какие сведения необходимы для решения следующих задач?», «Каким методом необходимо воспользоваться» и т.д.	Учебная проблема (2-е основание)
3. Креативный раздел в задачнике: ключевые задачи, выступающие средством развития креативных навыков (с обязательной организацией поиска решения).	Дидактическая функция организации креативного обучения (3-е основание)
4. Тренировочные задачи (на основе репродуктивной деятельности), указание уровня сложности и трудности задач: «1-й уровень», «2-й уровень».	Дидактическая функция организации формирования навыков (4-е основание)
5. Задачи для самоконтроля, указание уровня сложности и трудности задач: «1-й уровень», «2-й уровень».	Дидактическая функция организации самоконтроля (5-е основание)
6. Решение задач 1-2 уровней и частично 3-го уровня сложности в целях коррекции результатов самоконтроля.	Дидактическая функция организации самокоррекции (6-е основание)
7. Задания для рубежного (внешнего) контроля.	Функция организации рубежного контроля (7-е основание)

Распределение задач по уровню трудности возможно на основе информационно-эвристической типологии (табл. 2.10-2.11) и использования количественной оценки трудности задачи.

Трудность задачи для субъекта определяется нами как величина

$$t = n/N,$$

где N – число шагов, из которых состоит решение задачи, n – число шагов, до которых ученик не смог додуматься. Эта формула может использоваться для измерения трудности микросистемы задач, построен-

ной на основе редукции или суперпозиции (в данном случае N – число подзадач, из которых состоит микросистема, n – число подзадач, до решения которых ученик не смог додуматься). Оценку трудности задачи для группы учащихся можно было бы определить как среднее арифметическое трудностей задачи для субъектов, входящих в эту группу. Такое определение допустимо, но оно неудобно для практического использования. В практических целях возможна более грубая, но удобная оценка. Например, t для группы может определяться как отношение количества учащихся, решивших задачу, ко всему количеству учащихся в данной группе. На основе такой оценки можно протестировать правильность распределения задач по уровням усвоения знаний, приводимой, например, в проверочной или контрольной работе, исключить возможность отнесения одинаковых по трудности задач к различным уровням усвоения. Отметим еще, что само понятие «трудность задачи» обычно относится к числу субъективных понятий. Оно зависит не только от математических особенностей задачи, но и от личностных характеристик субъекта (от уровня компетенций, его заинтересованности, склонности к трудолюбию).

2.7.3 Способы рационализации объема учебного материала

Способы рационализации объема учебника на основе учета главных особенностей принятой полидидактической технологии обучения. Сокращение учебного материала, неизбежное при уменьшении количества часов, не должно приводить к разрушению логической системы, к представлению его в виде набора изолированных элементов. Сохранение целостности логической системы обеспечивается, прежде всего, сохранением «логического каркаса», сохранением узловых геометрических теорем. Теоретический материал обладает широкой объяснительной и креативной функциями, позволяет на «малом» теоретическом материале решать «многие» содержательные задачи и формировать «максимум» креативных навыков. Индивидуальные образовательные траектории целесообразно строить в основном на задачном материале. Внутри одного уровня обучения эти траектории, на наш взгляд, могут отличаться не столько объемом учебного материала, сколько глубиной и способом его проработки. Если эти траектории изобразить графически в виде дерева, то у них будет большая общая часть – ствол дерева – и

индивидуальная часть – небольшие ответвления. Технология обучения может подсказать, какие элементы содержания требуют сокращения, а какие, напротив, расширения. При разработке учебника необходимо полнее учитывать, каким образом ШЭУ будет использоваться на уроке (для организации фронтальной, групповой, индивидуальной работы), каким образом соотестаться с традиционным учебником, когда учебник оказывается «повторительным» к уроку, когда он закрепляет, развивает, дополняет, когда опережает урок. Данный прием рационализации объема учебника исходит из того, что учебник является многофункциональным. Это позволяет рационально подойти к определению его объема.

Способы обеспечения целостности и минимальности теоретического материала с целью нормализации его объема: 1) *выбор компактной системы аксиом*, обеспечивающей переход к основной части курса наиболее кратким путем. Этот способ особенно полезен для школьного курса геометрии, в котором обозначается та или иная группа аксиом; 2) *построение логико-математической системы учебника с минимальным привлечением вспомогательного материала*. Вначале строится логический каркас математической системы, строятся доказательства узловых предложений курса, отбираются необходимые понятия и факты, которые позволяют выстроить этот каркас, обосновать узловые предложения. Остальной математический материал по отношению к этому каркасу является избыточным и к основному учебному материалу не относится; 3) *минимальное привлечение вспомогательного учебного материала* может быть обеспечено применением в доказательствах общих математических методов. Это дает возможность использовать в доказательствах ограниченное количество одних и тех же предложений; 4) *избирательное применение математических методов* способно существенно рационализировать систему доказательств курса. Возможность выбора математических методов позволяет в каждом конкретном случае применить тот из них, который дает наиболее простое доказательство. Система доказательств в целом становится более краткой, простой и однородной; 5) *планирование ограниченного количества заучиваемых доказательств*. Доказательства, которые не относятся к узловым теоремам курса, целесообразно изучать на ознакомительном уровне. Такие доказательства разбираются с учащимися на уроке, но в последующий контроль не включаются.

Способы обеспечения целостности и ограничения разнообразия системы задач с целью нормализации объема школьного учеб-

ника. Целостность системы задач означает, что она включает в себя все элементы содержания образования: знания, способы деятельности, все вопросы учебной программы; все процессуальные элементы, необходимые для усвоения предметного содержания. Целостность системы задач по связям означает, что в ней есть связи всех основных типов: формально-логические, содержательно-логические, структурно-функциональные, генетические, межпредметные связи. *Минимальность обязательной части задач* связывается с той частью задач, которая предназначена для фронтальной работы, этими задачами охватываются все учащиеся. Минимальность обязательной части задач может быть обеспечена неравномерным снабжением задачным материалом различных в образовательном отношении элементов теоретического материала. Узловые предложения теории мы рекомендуем снабжать большим количеством задач, второстепенный материал – значительно меньшим количеством.

К проблеме построения системы задач относится недостаточно изученное до сих пор *соотношение в учебнике стандартных и нестандартных задач*. На начальных уровнях знаний (узнавание, воспроизведение, применение знаний по образцу) должны преобладать стандартные задачи в учебнике, для более высоких уровней (применение знаний в знакомой ситуации, в новой ситуации) – нестандартные. *В учебнике целесообразно использовать прием типизации задач – перевода нестандартной задачи в стандартную задачу*. Это возможно, если учесть, что грань различия между этими задачами часто бывает условной. Нестандартная задача «в чистом виде» – это задача, существующая в единственном экземпляре и не имеющая общего способа решения. Практически таких задач не существует. Для любой задачи можно составить серию задач, относящихся к однотипной математической ситуации: подготовительные задачи, подзадачи, задачи-следствия, обратные задачи, задачи-обобщения, задачи-конкретизации и т.п. С помощью этих приемов осуществляется типизация данной математической ситуации. Способы решения данной серии задач, как правило, обладают значительным сходством. В итоге исходная «нестандартная задача» приобретает черты стандартной, сокращается излишнее разнообразие задач.

Способы регулирования разнообразия микросред на задачном материале. Основным признаком учебного материала, обеспечивающего высокий уровень понимания, является возможность его усвоения на основе сочетания креативной и тренировочной деятельности. Улучшению

понимания способствует разделение задач на *ключевые задачи*, представляющие многообразие задач данного параграфа, и *тренировочные задачи*, развивающие навыки, заложенные при решении ключевых задач. Первые задачи решаются на основе поисковой деятельности, вторые – на основе репродуктивной деятельности. Составление тренировочных задач предполагает типизацию математических ситуаций, сокращение разнообразия задач, использование пропедевтических задач в тех случаях, которые вызваны объективной необходимостью, организацию системы задач в виде совокупности микросред, состоящих из 1-2-х подзадач основной задачи, основной задачи и задачи на применение основной задачи. *Типизации должны подвергаться в первую очередь не отдельные задачи, а микросреды*, объединяющие группы задач, отражающие идею укрупнения. Приведем модельный пример типизации микросред в теме «Четырехугольники» (8 кл.).

Микросреда-1. Точки M , N и P – середины соответственно сторон треугольника BC , AC и AB .

а) Установите вид четырехугольника $MNPB$; всегда ли этот четырехугольник является параллелограммом?

б) При каком условии он окажется: ромбом, прямоугольником, квадратом?

в) Найдите площадь четырехугольника $MNPB$, если площадь данного треугольника равна S .

Микросреда-2. Точки M , N , P и K – середины соответственно сторон AB , BC , CD и DA четырехугольника.

а) Установите вид четырехугольника $MNPK$; всегда ли этот четырехугольник является параллелограммом?

б) При каком условии четырехугольник окажется: ромбом, прямоугольником, квадратом?

в) Найдите площадь четырехугольника $MNPK$, если площадь данного четырехугольника равна S .

Микросреда-3. Точки M , N , P и K – середины соответственно сторон AB , BC , CD и DA трапеции.

а) Установите вид четырехугольника $MNPK$; всегда ли этот четырехугольник является параллелограммом?

б) При каком условии четырехугольник окажется: ромбом, прямоугольником, квадратом?

в) Найдите площадь четырехугольника $MNPK$, если площадь данной трапеции равна S .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Главным научным результатом данного исследования является впервые разработанные теоретико-методические основы проектирования перспективно-инновационной ИОС геометрической подготовки учащихся на уровне общего среднего образования.

1. Наиболее крупным результатом служат разработанные методологические основы проектирования перспективно-инновационной ИОС геометрической подготовки учащихся. Сформирована развернутая концепция перспективно-инновационной ИОС, ориентированная на процесс ее проектирования. Разработан средовый подход в качестве основного теоретического метода проектирования перспективно-инновационной ИОС, характеризуемый признаками: а) целью и результатом применения которого является разработка теоретической модели ИОС и модели ее проектирования; б) средством реализации которого являются взаимно обратные переносы признаков инновационной ИОС на ее компоненты с использованием различных видов самоподобия – фракталов. Трансферу подвергаются, прежде всего, инновационные признаки, выделенные в концепции ИОС с точностью до концептуального, содержательного, структурного, технологического и методического подобия. Рекомендовано постепенное сокращение репродуктивной деятельности ученика, снижая поэтапно удельный вес ее до 50%; в аналогичных соотношениях увеличиваются продуктивные виды деятельности. Сохранена преемственность с традиционным обучением; в) ориентирован на создание устойчивой ИОС: обеспечено подобие между ИОС в целом и ее компонентами, что создает инвариантный каркас ИОС, ее устойчивое функционирование.

Разработаны принципы проектирования ИОС: принципы психолого-педагогической и предметной научности, а также интегративные принципы формирования ИОС. В качестве ведущего выделен принцип средового подхода. Уточнен критерий инновационности ИОС. Количественным критерием инновационности проектируемой ИОС рекомендовано считать наличие 15-25% новизны; критерий инноваций определяется соотношением репродуктивной и креативной деятельности учащихся; для устойчивого функционирования инноваций рекомендуется сбалансированное применение их с противоположными признаками (доводя постепенно удельный вес применений тех и других до 50%).

В систематизированном виде выделены признаки школьного учебника с ориентацией на процесс его проектирования. Учебник: а) представлен как система локальных ИОС, реализующих инновационную полидидактическую технологию; б) ориентирован на стимулирование мотивации, самоуправления, самообучения, самоконтроля; в) представляет свою макроструктуру с позиции многокомпонентной ИОС.

2. Созданы технологические основы проектирования ИОС геометрической подготовки учащихся.

С позиции понятия образовательной среды проанализировано понятие «общая теория дидактических технологий». Выделены две группы технологических процедур конструирования полидидактических технологий: одна группа обеспечивает выбор базовых технологий, объединяемых в полидидактическую технологию и обеспечивающих в своей совокупности полноту выполнения дидактических функций; другая – служит средством ограничения, определения области применения каждой базовой технологии.

Впервые разработаны трехмерные координатные модели образовательных сред, соответствующих традиционной технологии в ее современном состоянии, технологии креативного обучения, технологии крупноблочного изложения учебного материала и технологии компьютерного обучения. На технологическом уровне модель ПИ ИОС представлена как объединение моделей образовательных сред, порождаемых базовыми технологиями.

Самостоятельной частью технологии проектирования перспективно-инновационной ИОС служат разработанные технологические приемы отбора и систематизации теоретического и задачного материала в учебном комплексе по геометрии. Приемы ориентированы на обеспечение фундаментальности, полноты и унификации содержания, реализацию интегративного подхода. Технологические приемы обеспечивают включение математических методов в структуру предметного содержания, определен состав математических методов, предусмотрена очередность введения математических методов, раннее введение первых методов, избирательное применение математических методов. Предложены новые технологические приемы систематизации задач. Рекомендовано задачи группировать блоками: первый блок – ключевые задачи, решаемые на основе образцов поиска решения; второй блок – тренировочные задачи, к поиску решения которых активно привлекаются учащиеся; третий блок – тренировочные задачи, решаемые на основе приобретенных навыков поиска (без непосредственного его проведения); четвертый блок – задачи для самоконтроля и внешнего контроля. Разработаны технологические приемы систематизации задач на основе методов суперпозиции и редукции.

3. Определена фрактальная структура учебного курса (представлена наглядно в виде фрактального дерева), обеспечивающая включение инноваций в инвариантный каркас ПИ ИОС (рис. 2.29). Ствол дерева – теоретико-методическая основа ПИ ИОС, крупные ветви – учебные темы, менее крупные ветви – параграфы темы, самые тонкие ветви – микросреды параграфа. Традиционная ИОС может быть изображена таким же деревом, но основа ее совсем другая.

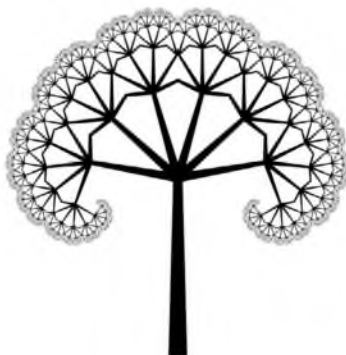


Рис. 2.29. Фрактальная структура учебного курса в ПИ ИОС

ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА ПО ТЕМЕ МОНОГРАФИИ

Монографии

1. *Рогановская, Е. Н.* Электронный школьный учебник: Теория и практика создания (на примере курса математики) : в 2 ч. – Ч. 1. Методология и технология конструирования : монография / Е. Н. Рогановская. – Могилев : МГУ им. А. А. Кулешова, 2005. – 176 с.

2. *Рогановская, Е. Н.* Электронный школьный учебник: Теория и практика создания (на примере курса математики) : в 2 ч. – Ч. 2. Методика конструирования : монография / Е. Н. Рогановская. – Могилев: МГУ им. А. А. Кулешова, 2006. – 224 с.

3. *Рогановская, Е. Н.* Теория и методика применения школьного электронного учебника математики в учебном процессе : монография / Е. Н. Рогановская. – Могилев: МГУ им. А. А. Кулешова, 2009. – 184 с.

4. *Рогановская, Е. Н.* Средовоориентированный подход к дидактическому проектированию и применению информационно-образовательных ресурсов в процессе геометрической подготовки учащихся : монография / Е. Н. Рогановская. – Могилев: МГУ им. А. А. Кулешова, 2011. – 316 с.

Главы в международных коллективных монографиях

5. *Рогановская, Е. Н.* Методология дидактического проектирования и применения инновационной информационно-образовательной среды : коллект. международная монография «Опыт и перспективы использования информационных технологий в образовании» / Е. Н. Рогановская, Е. В. Жилина, М. В. Кручинин [и др.] ; под общ. ред. Н. В. Лалетина; Сиб. федер. ун-т; Краснояр. гос. пед. ун-т им. В. П. Астафьева [и др.]. – Красноярск : ООО «Центр информатизации», ЦНИ «Монография», 2013. – С. 51–96. – 236 с.

6. *Рогановская, Е. Н.* Креативная среда обучения: проблема доступности и массовости: коллект. международная монография «Использование инновационных технологий в образовательном процессе» / Е. Н. Рогановская, Л. Н. Порядина, П. В. Никитин [и др.] ; под общ. ред. Н. В. Лалетина; Сиб. федер. ун-т; Краснояр. гос. пед. ун-т им. В. П. Астафьева [и др.]. – Красноярск : «Центр информатизации», ЦНИ «Монография», 2014. – С. 81–120. – 212 с.

Статьи в научно-педагогических журналах

7. *Рогановская, Е. Н.* Системно-интеграционный подход в обучении математике в средней школе / Е. Н. Рогановская // Веснік МДУ імя А. А. Куляшова. – 2001. – № 1 (8). – С. 145-154.

8. *Рогановская, Е. Н.* Принципы обучения в вузовском курсе методики преподавания математики / Е. Н. Рогановская // Веснік МДУ імя А. А. Куляшова. – Могилев. – 2003. – № 4(16). – С. 202-212.

9. *Рогановский, Н. М.* О новом издании учебника геометрии для углубленного изучения: 8 кл. / Н. М. Рогановский, Е. Н. Рогановская, О. И. Тавгень // Матэматыка: праблемы выкладання. – Минск. – 2006. – № 5. – С. 23-31.

10. *Рогановский, Н. М.* Школьный электронный учебник математики: технология разработки и использования / Н. М. Рогановский, Е. Н. Рогановская, О. И. Тавгень // Матэматыка: праблемы выкладання. – Минск. – 2007. – № 2. – С. 37-47.

11. *Рогановский, Н. М.* Школьный электронный учебник математики: обучающие, развивающие и контролирующие тестовые задания / Н. М. Рогановский, Е. Н. Рогановская, О. И. Тавгень // Матэматыка: праблемы выкладання. – Минск. – 2007. – № 5. – С. 13-23.

12. *Рогановский, Н. М.* О новом издании учебника геометрии для углубленного изучения: 9 кл. / Н. М. Рогановский, Е. Н. Рогановская, О. И. Тавгень // Матэматыка: праблемы выкладання. – Минск. – 2007. – № 4. – С. 12-25.

13. *Рогановская, Е. Н.* Теоретические вопросы построения электронного учебника: методика построения модели и профиля обучаемого / Е. Н. Рогановская // Инновации в образовании. – Москва. – 2008. – № 5. – С. 42-52.

14. *Рогановский, Н. М.* К теории школьного электронного учебника математики: разработка прототипа обучающей экспертной системы / Н. М. Рогановский, Е. Н. Рогановская // Веснік МДУ імя А. А. Куляшова, 2008. – № 4(31). – С. 255-231.

15. *Рогановская, Е. Н.* Школьный электронный учебник: ключевые понятия и дидактические требования / Е. Н. Рогановская // Народная асвета. – Минск. – 2008. – № 10. – С. 20-24.

16. *Рогановская, Е. Н.* Школьный электронный учебник геометрии: концептуальные вопросы построения и применения / Е. Н. Рогановская [и др.] // Информатизация образования. – Минск. – 2008. – № 1. – С. 7-22.

17. *Рогановская, Е. Н.* Школьный электронный учебник геометрии: вопросы построения и применения графики / Е. Н. Рогановская [и др.] // Информатизация образования. – Минск. – 2008. – № 2. – С. 19-32.

18. *Рогановский, Н. М.* Методические приемы использования школьного электронного учебника математики при изучении теоретического материала / Н. М. Рогановский [и др.] // Матэматыка: праблемы выкладання. – Минск. – 2008. – № 2. – С. 17-30.

19. *Рогановский, Н. М.* Научно-методические особенности учебника геометрии для углубленного изучения: 10 кл. / Н. М. Рогановский, Е. Н. Рогановская, О. И. Тавгень // Матэматыка: праблемы выкладання. – Минск. – 2008. – № 3. – С. 3-15.

20. *Рогановский, Н. М.* Дидактическое управление поиском решения задач / Н. М. Рогановский, Е. Н. Рогановская, В. А. Антонов // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Педагогіка, психологія і соціологія. – Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2009. – С. 67-75.

21. Roganovsky, N. A Model for a Student's Self Control Search Activity 2011 / N. Roganovsky, Y. Roganovskaya, V. Antonov // REGIONALS ZINĀJUMS. REGIONAL REVIEW. PĒTĪJUMU MATERIĀLI. RESEARCH PAPERS. 2011. – Nr. 2011. 6 (2010). – Daugavpils universitātes: akadēmiskais apgāds «Saule», 2010. – S. 67-72.

22. *Рогановская, Е. Н.* Компьютеризированная образовательная среда: теоретические и практические аспекты ее формирования / Е. Н. Рогановская // Народная асвета. – Минск. – 2010. – № 5. – С. 8-11.

23. *Рогановская, Е. Н.* Школьный электронный учебник: технология построения и применения / Е. Н. Рогановская // Народная асвета. – Минск: 2010. – № 12. – С. 41-45.

24. *Рогановский, Н. М.* Программа факультативного курса «Школьная геометрия: многообразие идей и методов: 7-11 кл.» / Н. М. Рогановский, Е. Н. Рогановская, О. И. Тавгень. – Матэматыка: праблемы выкладання. – Минск: 2010. – № 5. – С. 48-64.

25. *Рогановский, Н. М.* Об изложении темы «Объемы тел» на факультативных занятиях / Н. М. Рогановский, Е. Н. Рогановская, О. И. Тавгень // Матэматыка: праблемы выкладання. – Минск: 2010. – № 3. – С. 44-52.

26. *Рогановская, Е. Н.* Информационная образовательная среда: перспективные направления развития школьного образования / Е. Н. Рогановская // Веснік Магілёўскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя А. А. Куляшова. Серыя С. Псіхалага-педагагічныя навукі. – 2011. – № 37. – С. 4-11.

27. *Рогановская, Е. Н.* Средовоориентированный подход к проектированию информационно-образовательных ресурсов / Е. Н. Рогановская // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 2011. – № 2 (62). – С. 106-112.

28. *Рогановская, Е. Н.* Теоретические вопросы проектирования информационно-образовательной среды геометрической подготовки учащихся / Е. Н. Рогановская // Веснік Мазырскага дзяржаўнага педагагічнага ўніверсітэта імя І. П. Шамякіна. – 2011. – № 1 (30). – С. 51-56.

29. *Рогановская, Е. Н.* Урок математики в компьютерном классе. Персонализация обучения / Е. Н. Рогановская // Народная асвета. – Минск: 2011. – № 3. – С. 40-42.

30. *Рогановская, Е. Н.* Информационно-образовательная среда и средовоориентированный подход: позиция методиста / Е. Н. Рогановская // Информатизация образования. – Минск. – 2011. – № 2. – С. 62-75.

31. *Рогановская, Е. Н.* Информационно-образовательная среда и средовоориентированный подход: позиция методиста / Е. Н. Рогановская // Информатизация образования. – Минск. – 2011. – № 3. – С. 3-20.

32. *Рогановская, Е. Н.* Интерактивная методика решения задач с помощью школьного электронного учебника: возможности построения урока в рамках полидидактической технологии обучения / Е. Н. Рогановская // Народная асвета. – Минск. – 2012. – № 1. – С. 26-28.

33. *Рогановская, Е. Н.* Современные подходы к обучению математике в контексте проектирования и использования информационно-образовательной среды / Е. Н. Рогановская // Матэматыка: праблемы выкладання. – Минск. – 2012. – № 5. – С. 35-48.

34. *Рогановский, Н. М.* Методические особенности представления геометрических задач в электронных средствах обучения / Н. М. Рогановский, Е. Н. Рогановская, С. С. Новапінская. – Матэматыка: праблемы выкладання. – Минск. – 2014. – № 1. – С. 14-21.

35. *Рогановский, Н. М.* Оптимизация математической подготовки учащихся на основе компетентностного подхода / Н. М. Рогановский, Е. Н. Рогановская // Матэматыка: праблемы выкладання. – Минск. – 2015. – № 1. – С. 8-17.

Электронный учебник

36. Программно-методический комплекс «Геометрия 8 класс: поддержка учебника Н. М. Рогановского» (разработан в рамках республиканской программы «Информатизация системы образования» по заказу Главного информационно-аналитического центра Министерства образования Республики Беларусь. – Минск, 2006, госрегистрация 200645114, дата регистрации 16.11.2006).

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
----------------	---

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНО-ИННОВАЦИОННОЙ СРЕДЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ НА УРОВНЕ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	7
--	----------

1.1 Концепция перспективно-инновационной среды геометрической подготовки учащихся на уровне общего среднего образования	7
1.2 Средовый подход к проектированию модели перспективно- инновационной среды геометрической подготовки учащихся	36
1.3 Принципы проектирования перспективно-инновационной среды геометрической подготовки учащихся	50
1.4 Полидидактическая технология как дидактическая основа проектирования перспективно-инновационной среды геометрической подготовки учащихся	62
1.5 Интеграция подходов к проектированию технологии обучения и информационно-образовательных ресурсов нового поколения. Технологичность учебника	78
1.6 Комплексная теоретико-методическая модель креативной деятельности в контексте развития перспективно-инновационной среды геометрической подготовки учащихся	94
1.7 Дидактический прототип экспертной системы в контексте развития перспективно-инновационной образовательной среды	100

ГЛАВА 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНО-ИННОВАЦИОННОЙ СРЕДЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ НА УРОВНЕ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	103
---	------------

2.1 Перспективно-инновационная образовательная среда как среда, порождаемая полидидактической технологией	103
2.2 Формирование целей обучения в контексте полидидактической технологии	108

2.3 Технологические модели проектирования образовательных сред, порождаемых базовыми дидактическими технологиями	115
2.4 Способы реализации технологии креативного обучения.....	125
2.5 Способы реализации метода срезов.....	135
2.6 Способы реализации компьютеризированной полидидактической технологии.....	138
2.7 Отбор и структурирование учебного материала	165
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	188
ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА ПО ТЕМЕ МОНОГРАФИИ.....	190