

## ИННОВАЦИИ В ОБРАЗОВАНИИ

УДК 372.853

### УЧЕБНЫЙ ПРЕДМЕТ «ФИЗИКА» И ВОЗМОЖНОСТЬ ДОСТИЖЕНИЯ МЕТАПРЕДМЕТНОГО УРОВНЯ ЕГО УСВОЕНИЯ

© 2014 г.

*Е.В. Чурунов, И.В. Гребнев*

Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского

grebenev@phys.unn.ru

Поступила в редакцию 31.01.2014

Анализируется реальность достижения метапредметных результатов в обучении. Показана необходимость моделирования учебного процесса на основе контекста изучаемого предмета.

*Ключевые слова:* моделирование учебного процесса, метапредметное знание, принцип научности в обучении.

Достижение целей обучения в средней школе, поставленных новым образовательным стандартом (ФГОС), в конечном счете должно происходить в образовательном процессе школы, который носит предметный характер. Поэтому запланированные результаты могут быть достигнуты лишь усилиями учителей, являющихся специалистами в методиках преподавания и в совершенстве понимающих научные аспекты изучаемого предмета. Никакие развивающие и воспитательные цели вне процесса обучения основам наук не достигаются, ибо достигнуты они могут быть лишь в ходе деятельности учащихся, которая организуется в учебном процессе школы на материалах предметов и средствами методик их обучения. Точно так же и любое доказательство достижения цели формирования важнейших сторон личности учащихся осуществляется в результатах самостоятельной познавательной деятельности в предметной области, ибо если «уровень сформированности учебной деятельности прямо коррелирует с уровнем развития личности» [1, с. 20], то и требуемый уровень развития личности может быть достигнут и показан только в *предметной* учебной деятельности. В.Г. Разумовский при анализе результатов международного тестирования пришел к выводу, что лишь способность учащихся самостоятельно применять знания говорит о достижении в ходе учебного процесса конечного результата образования [2, с. 18]. В ситуации, когда не формируется практический компонент предметной деятельности, предметного мышления, нельзя говорить о формировании компетентностей, сколь бы актуальным и модным ни казалось это требова-

ние [3, с. 29], поскольку «компетентность, как объективная характеристика реальности, должно пройти через деятельность, чтобы стать компетентностью как характеристикой личности» [1, с. 21]. Достижение общих и предметных компетенций упирается во все то же неумение сформировать пресловутые знания, умения и навыки.

В названной статье В.Г. Разумовский приводит несколько типичных недостатков научной грамотности учащихся на примере физики и причины, их породившие. Все они вытекают из одного печального факта – в учебном процессе школы познавательная деятельность учащихся с материалом основ наук сведена к минимуму, методика обучения предмету превратилась в методику изложения и опроса. Поэтому к причинам снижения уровня подготовленности учащихся, называемым В.Г. Разумовским, – уменьшение числа часов, деградация материальной основы обучения, ориентация на ЕГЭ – следует добавить еще один важнейший аспект – существенное падение уровня дидактической и методической грамотности учителей. Разумеется, эта причина не изолирована, она возникла вместе и во взаимосвязи с названными выше, но именно в ней сегодня корень тех печальных результатов международного тестирования, что приведены в цитируемой статье [2].

Пагубным становится вал появляющихся новых учебников, трактующих все те же основы наук, добавляющих собственные ошибки. Как известно, любой учебник становится более или менее приемлемым после выявления всех ошибок разного сорта не ранее третьего издания, чего многие из новых не выдерживают. В.Г.

Разумовский, сам автор большой серии учебников, справедливо отмечает, что «при обилии новых учебников большинство школ работает по старым советским учебникам» [2, с. 20]. Это и понятно, переход к новым версиям изложения одного и того же научного содержания требует от учителя немалых усилий, далеко не всегда окупающихся в результатах учебной деятельности учащихся. Учителю принятая в старых учебниках логика изложения основ наук близка и понятна, она выдержала проверку временем и доказала свою эффективность, подкреплена существующей экспериментальной базой. В перманентной смене учебников, заменяющей методические достижения, есть только один «плюс» – удобно отчитаться в качестве «инновации», что перешли на новый учебник, не задумываясь о пользе такого перехода. Но ни в одном педагогическом эксперименте убедительного доказательства повышения уровня обученности учащихся вследствие введения именно нового варианта учебника не получено, во всяком случае, уровень научной, предметной подготовленности и методического мастерства учителя оказывает гораздо более серьезное влияние на конечный результат его деятельности, и недостатки в этом компоненте дискредитируют любой полезный методический «плюс» нового учебника. Только высокий уровень предметной, научной компетентности учителя гарантирует его методическое мастерство и обеспечит правильное конструирование им учебного процесса в ходе применения дидактических норм на конкретном предметном содержании [4, 5].

При своем создании любой объект интеллектуальной деятельности, учебный процесс в том числе, проходит этап моделирования, представления будущего объекта в виде системы знаков, уравнений, мысленного образа как совокупности элементов и связей, образующих систему, отвечающую заданным целям. Именно эта моделирующая деятельность и является основой собственного педагогического творчества учителя. В.В. Краевский рассматривал её как завершённую деятельность, включающую в себя моделирование абстрактного педагогического процесса, проектирование его типичного варианта и конструирование реального учебного процесса в ходе его реализации [6]. Первоначальный этап деятельности по конструированию учебного процесса, конкретного урока состоит в определении нормативных представлений о главных его характеристиках, получении их в *теоретическом моделировании*. Рассматривая структуру профессиональной деятельности преподавателя физики, мы в качестве важнейшего компонента, критерия профессионализма учи-

теля, определяем его умение смоделировать собственный эффективный учебный процесс для вариативной, непредсказуемой педагогической ситуации, типичной для современной школы.

Эта логика в стандартной ситуации недавней единой школы могла быть просто логикой подхода, известного из вузовского курса методики, оправдавшего себя многолетним успешным применением. На смену этой единой логике приходит свобода педагогического творчества. Однако эта конструктивная деятельность существенно отличается от произвола и желания применить ту или иную инновацию. Самостоятельная работа учителя по моделированию учебного процесса требует от него разнообразных и глубоких знаний и умений (компетенций) в различных областях. Прежде всего, это научная, предметная подготовка, умение использовать дидактический аппарат и владение инструментарием методики обучения физике. Для преподавания физики как учебного предмета, изучающего прежде всего основы науки, изоморфной копии соответствующей науки [7], немаловажное значение имеет следование объективной логике раскрытия изучаемого научного содержания. Мы предлагаем следующую трактовку принципа научности: *структура усваиваемого учащимися физического знания определяет основные характеристики конструируемого процесса обучения – цели, методы обучения, обеспечивая обоснованность моделирующей, проектировочной и конструктивной деятельности учителя* [4]. Вся методическая деятельность учителя определяется логикой раскрытия им основ физики, основана на понимании (или непонимании) существа изучаемого раздела физической науки, учебной копии физической теории (а не содержания текста учебника). Не может определяться методическая деятельность учителя и желанием не отстать от методической моды.

Для описания *дидактической в своей основе, но предметно, контекстно зависимой моделирующей и конструктивной деятельности учителя*, обладающего должным уровнем профессионализма, важна связь «содержание => цель => результат» (рис.). Если цель урока *самостоятельно* формулируется учителем в ходе *собственной логической деятельности*, то сделать это можно лишь в терминах деятельности учащихся, глаголах совершенного вида: «будут знать, смогут решить, определяют величину, получают закон», поскольку лишь в этой деятельности будет выражен полученный результат учебной работы. Лишь эта формулировка допускает проверку достижения цели и коррекцию конструкции урока – рефлексию участников процесса

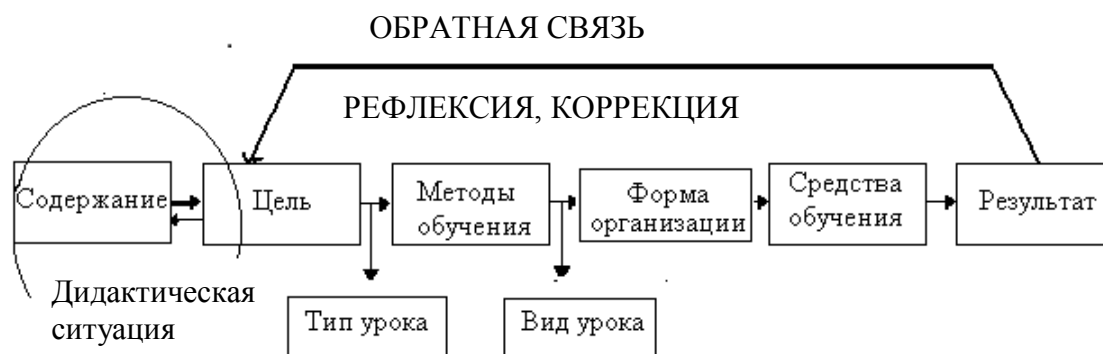


Рис. Алгоритм конструирования учебного процесса

обучения, обратную связь. Эта цель по самому смыслу не может быть контекстно независима, предшествовать содержанию. В полном анализе дидактической ситуации и в процессе составления модели урока содержание предмета, научные основы темы и урока – лишь один из её компонентов, но весьма важный и едва ли не главный. Попытки поставить и реализовать цели урока, не связанные объективно с содержанием изучаемой науки, приводят к неверному выбору следующих элементов модели – методов и средств обучения, что неизбежно не дает возможность получить требуемый результат, понимаемый нами как приращение в знаниях и умениях учащихся, достигнутый в их собственной познавательной деятельности на материале учебного предмета.

Специфика современного этапа реальной школьной жизни состоит в том, что первым началось внедрение «педагогических технологий», требование разработки каждым учителем педагогических инноваций, на смену пришло формирование предметных компетенций, теперь все ищут пути достижения метапредметности. Ни один из свалившихся на головы бедных учителей терминов им не был знаком и не был по-настоящему понят даже теми, кто требовал срочного внедрения. Мы целиком согласны со следующей характеристикой этих нововведений: «Достаточно сходные, а часто тождественные идеи подаются с помощью вновь сконструированного экзотического понятийного аппарата, который не является свидетельством наличия в тех или иных формализованных построениях, претендующих на новые теоретические конструкции, оригинальных идей» [3, с. 27]. Тем более не были разработаны реальные методические конструкты, обеспечивающие учителям успех в выполнении этих нормативных установок. Фактически учителям самим приходится проходить этап перевода нормативов в конструкты учебного процесса – методы, формы и средства обучения. Это весьма и весьма

трудная задача, поскольку возникающие новые методические проблемы – формирование исследовательских умений, универсальных учебных действий, – диктуемые федеральными стандартами, а тем более развитие метапредметных умений, являются чрезвычайно сложными, теоретическое решение которых и тем более построение соответствующих моделей обучения еще далеки от своей реализации. Однако учителя уже обязаны показать достижение конкретных методических результатов в контексте своего предмета. Это приводит к многочисленным несуразностям и грубым ошибкам, поскольку *уровень предметной, научной подготовки учителя не соответствует уровню сложности методической задачи*. Методическая компетентность учителя оказывается в этом случае лишенной научного, предметного основания и тем самым *становится бесполезной*, а при излишней акцентированности желание «изобрести инновацию» зачастую приводит к вредным практическим последствиям, на что мы уже неоднократно обращали внимание [8].

Но подлинная беда пришла в школу с появлением нового тренда – метапредметности. Взамен систематической работы с содержанием основ наук, создания единой естественнонаучной картины мира, что всегда являлось и является важнейшей задачей всех педагогов [9], учителям предлагается поиск так называемых первосмыслов, «стягивающих» все происходящее к общим основаниям [10]. «Через «золотое сечение», например, обнаруживается единство музыкальных и астрономических явлений, магическое число «семь» символизирует ноты, цвета, дни недели, события из сказок, чудеса света» [11, с. 208]. Об этом так называемом единстве астрономии и музыки, пресловутом золотом сечении, «магическом числе семь» написано уже много и весьма убедительно [12]. Цветов в спектре отнюдь не семь, а бесконечно много, соединять в одном «первосмысле» события из сказок с числом планет можно лишь при

очень большом желании найти пресловутый «первосмысл» и некритическом восприятии окружающей действительности. Сами же примеры взяты из метапредметного курса «Числа» для учащихся начальной (!) школы. По утверждению автора, «результаты наблюдения за числами будут выходить за рамки данного предмета, например, характеризовать основы мироздания», это и будут «...метапредметные результаты. Именно так понимал математику Пифагор, а не так, как это принято в нынешней массовой школе, когда числом считают количество или отношение количества к мере» [10]. Интересно, кто и где проводил этот педагогический эксперимент по усвоению философии Пифагора в начальной школе, прежде чем начать его тиражировать, и как это повлияло на умения учащихся оперировать числами. Спрашивал ли уважаемый автор согласия математиков на новую трактовку понятия числа, отличающуюся от привычной им и столь удачно работающей в различных областях науки, техники и быта в течение тысячелетий? Пример из физики – ради пресловутой метапредметности и поиска первосмыслов предлагается изучать в единстве теории цветов Ньютона и Гете, хотя обе они ошибочны, в разной мере, а о настоящей природе цвета не предлагается говорить вовсе.

Но настоящий шок испытает грамотный учитель, ознакомившись с материалами журнала «Физика в школе» [13, 14], и в особенности с конкретными методическими рекомендациями в электронном приложении [15]. Весь номер посвящен метапредметности в понимании авторов и её приложениям к обучению физике. Отчетливо вскрывается проблема – разрыв между декларациями и невозможностью их реализовать в практике. Теоретикам кажется, что изобретя звонкую систему лозунгов они уже обеспечили новое педагогическое направление, не затрудняя себя переводом теорий на язык конкретных моделей урока. Они сами ждут от учителей разработок их набора лозунгов в конкретике предмета: «...современный учитель должен стать конструктором (? – Е.Ч., И.Г.) новых педагогических ситуаций, новых заданий» [13]. Вместо дидактических моделей или системных методических рекомендаций даются отдельные примеры, тривиальные методические и ошибочные физически. Вот «обучение через задавание вопросов» [13, с. 10–11] – не что иное, как некорректно описанная старая добрая эвристическая беседа. Только ни один автор в известных нам изданиях не стал бы оставлять детей в заблуждении, что «теплый воздух в холодном воздухе будет плавать», нет, детей надо убедить, в ходе применения элемен-

тарной физики, что воздух будет подниматься, расширяться, остывать и будет плавать лишь при достижении равенства температур. Такие грубые ошибки совершают методисты-метапредметчики, утверждающие, впрочем, что «метапредметность не может быть оторвана от предмета» [13, с. 6]! Но учителям тем более не под силу создать свои варианты. Наименее стойкие из них бросаются разрабатывать, как им кажется, «метапредметные уроки». Посмотрим, что в этом случае получается, на другом примере из того же журнала [14]. В статье приводятся совершенно справедливые требования к организации метапредметных занятий: первое – «обязательная работа с деятельностью учащихся, передача учащимся не просто знаний, а именно деятельностных способов работы со знаниями», второе – «метапредметный подход, это очень хорошее знание своего предмета» и третье – «метапредметный разворот не означает, что нужно делать грубые предметные ошибки и показывать незнание своего предмета» [14, с. 19–20].

Рассмотрим в аспекте этих требований сценарий метапредметного занятия этого же автора «Движение или Что такое Пространство и Время» [15]. Образовательной целью урока заявлена систематизация и обобщение знаний по теме «Основы специальной теории относительности А. Эйнштейна». Одной из основных идей метапредметности является стремление получить от учащихся имеющиеся у них обыденные и в силу этого ошибочные представления об изучаемых явлениях. Относительно использования обыденных сведений и понятий методическая наука давно заявила о чрезвычайной опасности и трудности исправления неверных знаний при их вовлечении в познавательный процесс. Вот и в этом уроке, **вопреки заявленной цели**, до самых последних минут нет ни слова о постулатах или следствиях СТО, лоренцевых преобразованиях. Вместо этого учащиеся, видимо плохо подготовленные и мало информированные, составляют таблицу типов (?) пространства и времени, смешивая в одну кучу космическое пространство, информационное пространство, личное пространство и отделяя друг от друга время физическое, географическое (видимо, поясное), историческое. Все это к цели урока – систематизации и обобщению СТО – не имеет ни малейшего отношения и в методологическом плане грубо ошибочно. Сюда же каким-то образом попадает модель атома, причем для большей метапредметности и видимой автору связи пространства и времени ошибочно утверждается (по отношению к положению электрона): «...чем больше интервал времени наблюдения, тем яснее очерчивается соответствующая об-

ласть пространства» (?). Но вот наконец, на последнем этапе урока, автор добирается до СТО. Все обобщение и повторение этой сложнейшей темы, вся заявленная необходимой деятельностью учащихся убирается в две фразы: «Еще одним (? – Е.Ч., И.Г.) подтверждением взаимосвязи пространства и времени является появившаяся в начале XX века теория относительности Эйнштейна... Там многое привязывается к скорости света, поэтому многое зависит от скорости передвижения. Согласно теории относительности при околосветовых скоростях передвижения возможны эффекты замедления времени и сокращения длины» [15].

Хорошо уже, что про Эйнштейна вспомнили, пусть даже через пренебрежительное «еще одним», видимо, так себе фактик по сравнению с авторскими «типами пространства и времени». Чрезвычайно интересно, где автор учился физике и какую методику (а он методист) развивает. Тут в каждой фразе несколько физических ошибок и методических несуразностей. Во-первых, всё обобщение СТО свелось к одной косноязычной фразе. При таком уровне обращения к научным основам изучаемого предмета в деятельности учащихся о достижении цели урока не может быть и речи. Во-вторых, не при «околосветовых», а при любых скоростях упомянутые эффекты имеют место. Только учет релятивистских эффектов позволяет спутникам системы GPS, движущимся отнюдь не с околосветовой скоростью, определять время прохождения сигнала, а затем и координаты объектов с требуемой точностью. Ну и наконец, у физика язык не может повернуться сказать, что «эффекты замедления времени» *возможны* (!). Нет, эти эффекты всегда имеют место в реальности, в отличие от метапредметности в изложении цитируемой статьи.

Вершиной авторского свободомыслия является вывод, который должны сделать ученики: «Пространство и время представляют собой лишь разные грани одного и того же явления – движения» [15]. Тезис глубоко ошибочен методологически, не вытекает из содержания урока и никак не связан с результатами СТО.

В заключительной фразе статьи, излагающей теоретические позиции, автор утверждает: «...учебный предмет как образовательная форма, конечно, не умрет, но будет развиваться лишь в той мере, в какой эта образовательная форма будет пронизана метапредметным подходом» [13, с. 21]. Нет, учебный предмет ФИЗИКА в исполнении авторов такой трактовки метапредметности уже умер, его нет, на его место стала безответственная говорильня, которая неизбежно будет усвоена и учащимися. Сколь трудно, а зачастую и невозможно, из таким образом «подготовленных» абитуриентов сфор-

мировать жизненно необходимых обществу инженеров, ученых, знают все преподаватели вузов, готовящих кадры для науки и техники.

Мы не будем анализировать сходные по направлению методические работы, посвященные так называемой метапредметности. Ни в одной из этих работ авторы не выходят на реальный уровень содержательных предметных воплощений метапредметных знаний и, тем более, умений учащихся. Необходимо вернуться к требованиям к метапредметным урокам и понять, что существует грандиозный разрыв между заявленными результатами и реальностью. Понять, что подлинная потребность в совершенствовании обучения физике состоит не в прожектерстве и бессмысленных поисках метапредметности, а в повышении научной, предметной и методической подготовки учителей до такого уровня, чтобы вредоносные «инновации» фильтровались бы ими.

Современный этап развития методики обучения естественно-научным предметам действительно требует новых методических решений, позволяющих за меньшее число часов, в условиях информационной насыщенности и при новом понимании целей обучения подготовить кадры для инновационного общества, основанного на знаниях. Изменение роли образования и образовательных структур в обществе стимулирует восприятие современного этапа развития образования как одного из элементов перехода к обществу, основанному на знании, **в первую очередь на научном знании**. Термин «инновационное общество», широко используемый в научной среде, в целом характеризует свойство ускоренной внутренней трансформации и ускоренного научно-технического, экономического развития, стимулирующего в дальнейшем и изменение в социально-культурной сфере, в высшем и среднем образовании. Это инновационное общество формируется посредством развития и интеграции так называемого «треугольника знаний» – образование, исследования и инновации, в котором обеспечивается поддержка и эффективная модернизация системы образования, чтобы эта система в большей степени соответствовала потребностям общества и экономики, **основанных на знаниях**. Инновации в образовании не изобретаются по желанию или вследствие заблуждений авторов, они основаны на объективных потребностях и формируются, генерируются в ходе научных исследований [16].

#### Список литературы

1. Асмолов А.Г. Системно-деятельностный подход к разработке стандартов нового поколения // Педагогика. 2009. № 4. С. 18–22.

2. Разумовский В.Г. Естественно-научное образование и конкурентоспособность // Педагогика. 2013. № 7. С. 14–25.
3. Берулава М.Н. Какой должна быть современная система образования и почему нужны единые учебники // Педагогика. 2013. № 7. С. 26–29.
4. Чупрунов Е.В., Гребенев И.В. Фундаментальная научная подготовка учителя как основа его профессиональной компетентности // Педагогика. 2010. № 8. С. 65–71.
5. Гребенев И.В. Дидактика предмета как контекстно зависимая теория обучения // Педагогика. 2008. № 2. С. 27–32.
6. Высотская С.И., Краевский В.В. Дидактические основания конструирования процесса обучения // Новые исследования в педагогических науках. № 1 (47). М.: Педагогика, 1986. С. 36–40.
7. Пинский А.А., Голин Г.М. Логика науки и логика учебного предмета // Советская педагогика. 1983. № 12.
8. Гребенев И.В., Чупрунов Е.В. Теория обучения и моделирование учебного процесса // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2007. № 1. С. 28–32.
9. Гребенев И.В., Масленникова Ю.В. Курс «Мир природы» 5–6 классов гимназии и роль фронтально-го физического эксперимента в формировании основ понятийного физического аппарата учащихся // Наука и школа. 2009. № 3. С. 28–30.
10. Хуторской А.В. Метапредметное содержание и результаты образования: как реализовать федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС) // Интернет-журнал «Эйдос». 2012. № 1. URL: <http://www.eidos.ru/journal/2012/0229-10.htm>
11. Хуторской А.В. Современная дидактика: Учебник для вузов. СПб., 2001.
12. Губин В.Б. О методологии лженауки. М.: ПАИМС, 2004. 172 с.
13. Фещенко Т.С. Как обеспечить, проверить и оценить метапредметный результат при обучении физике: проблемы и решения // Физика в школе. 2013. № 5. С. 4–17.
14. Матвеев К.В. Метапредмет глазами физика // Физика в школе. 2013. № 5. С. 17–22.
15. Матвеев К.В. К статье «Метапредмет глазами физика» // Физика в школе. Электронное приложение (CD). 2013. № 2.
16. Стронгин Р.Г., Грудзинский А.О. Инновационный университет: проектно-ориентированный подход к управлению // Вестник ННГУ. 2007. № 1. С. 11–18.

#### THE SUBJECT OF PHYSICS AND THE POSSIBILITY TO ACHIEVE THE METADISCIPLINARY LEVEL OF ITS ASSIMILATION

*E.V. Chuprunov, I.V. Grebenev*

This article examines the possibility of achieving metadisciplinary learning outcomes. We show the need to model the learning process based on the context of the subject being studied.

*Keywords:* simulation of the training process, metadisciplinary knowledge, scientific rigour in teaching.

#### References

1. Asmolov A.G. Sistemno-dejatel'nostnyj podhod k razrabotke standartov novogo pokolenija // Pedagogika. 2009. № 4. S. 18–22.
2. Razumovskij V.G. Estestvenno-nauchnoe obrazovanie i konkurentosposobnost' // Pedagogika. 2013. № 7. S. 14–25.
3. Berulava M.N. Kakoj dolzhna byt' sovremennaja sistema obrazovanija i pochemu nuzhny edinye uchebniki // Pedagogika. 2013. № 7. S. 26–29.
4. Chuprunov E.V., Grebenev I.V. Fundamental'naja nauchnaja podgotovka uchitelja kak osnova ego professional'noj kompetentnosti // Pedagogika. 2010. № 8. S. 65–71.
5. Grebenev I.V. Didaktika predmeta kak kontekstno zavisimaja teorija obuchenija // Pedagogika. 2008. № 2. S. 27–32.
6. Vysotskaja S.I., Kraevskij V.V. Didakticheskie osnovanija konstruirovaniya processa obuchenija // Novye issledovanija v pedagogicheskikh naukah. № 1 (47). М.: Pedagogika, 1986. S. 36–40.
7. Pinskij A.A., Golin G.M. Logika nauki i logika uchebnogo predmeta // Sovetskaja pedagogika. 1983. № 12.
8. Grebenev I.V., Chuprunov E.V. Teorija obuchenija i modelirovanie uchebnogo processa // Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. 2007. № 1. S. 28–32.
9. Grebenev I.V., Maslennikova Ju.V. Kurs «Mir prirody» 5–6 klassov gimnazii i rol' frontal'nogo fizicheskogo jeksperimenta v formirovanii osnov ponjatijnogo fizicheskogo apparata uchashhihsja // Nauka i shkola. 2009. № 3. S. 28–30.
10. Hutorskoj A.V. Metapredmetnoe sodержanie i rezul'taty obrazovanija: kak realizovat' federal'nye gosudarstvennye obrazovatel'nye standarty (FGOS) // Internet-zhurnal «Jeidos». 2012. № 1. URL: <http://www.eidos.ru/journal/2012/0229-10.htm>
11. Hutorskoj A.V. Sovremennaja didaktika: Uchebnik dlja vuzov. SPb., 2001.
12. Gubin V.B. O metodologii lzhenauki. М.: PAIMS, 2004. 172 s.
13. Feshhenko T.S. Kak obespechit', proverit' i ocenit' metapredmetnyj rezul'tat pri obuchenii fizike: problemy i reshenija // Fizika v shkole. 2013. № 5. S. 4–17.
14. Matveev K.V. Metapredmet glazami fizika // Fizika v shkole. 2013. № 5. S. 17–22.
15. Matveev K.V. K stat'e «Metapredmet glazami fizika» // Fizika v shkole. Jelektronnoe prilozhenie (CD). 2013. № 2.
16. Strongin R.G., Grudzinskij A.O. Innovaci-onnyj universitet: proektno-orientirovannyj podhod k upravleniju // Vestnik NNGU. 2007. № 1. S. 11–18.