Химический эксперимент как средство привлечения одаренных обучающихся к изучению химии

*Автор: Исупова Галина Вадимовна, педагог дополнительного образования  Регионального центра выявления, поддержки и развития способностей и талантов у детей «Сириус. Байконур»*

На сегодняшний день школа ставит перед собой цель на обучение, выпуская в жизненный путь человека с определенным багажом знаний. Современный курс химии загружен огромным количеством информации и понятий, которые требуют от обучающихся не столько заучивания и запоминания той или иной информации, а понимания того, что ты изучаешь и видеть внутри- и межпредметные связи. Пропуск одной какой-то темы приводит к тому, что обучающийся не может понять и осмыслить материал должным образом. Такие ситуации приводят к снижению уровня развития у обучающегося общеучебных навыков, а из-за большого объема В следствии чего, падает интерес к химии, мотивация к обучению. Во избежание подобных ситуаций, учитель делает все, чтобы заинтересовать обучающегося в ходе развития мышления. Методы обучения химии в учебном процессе тесно взаимодействуют, интегрируют друг с другом. Поэтому следует говорить не об использовании того или иного метода, а об эффективном сочетании их, которое определяется дидактической целью, химическим содержанием, возрастными особенностями, подготовленностью класса и другими менее значительными факторами.

Основной метод, который нужно использовать, должен носить не объяснительно-иллюстративный характер, а демонстративный, т.е. проведение проблемного эксперимента, для развития мыслительной деятельности обучающихся, такие как, сравнение, сопоставление, выделение главного, обобщение полученных знаний. Используя химический эксперимент, учитель может поднять интерес к изучению предмета химии.

В методике обучения химии проблема эксперимента прослеживается в трудах известных методистов И.Н. Черткова, В.В. Левченко и М.А. Ивановой, Д.М. Кирюшкина, В.В. Фельдта, К.Я. Парменова, В.Н. Верховского, В.С. Полосина, Л.А. Цветкова, И.А. Черняка и др.

Огромный вклад в технику проведения химического эксперимента был внесен В.Н. Верховским, разработавшим технику и методику демонстрационного и ученического эксперимента. Вопросы значения и роли учебного эксперимента в преподавании химии широко освещены К.Я. Парменовым. Он различал технику эксперимента и методику его включения в учебный процесс, обращал внимание на одно из важнейших условий правильного применения демонстраций – на подготовленность обучающихся к наблюдениям опытов и умелое руководство учителя за этими наблюдениями. Основной вклад в эффективность различных способов применения химического эксперимента внес В.С. Полосин, который разработал методику комплексного использования химического эксперимента в сочетании с другими средствами обучения. Техника и методика химического эксперимента по органической химии разработана Л.А. Цветковым, И.Н. Чертковым, И.А. Черняком, Ю.В. Плетнером.

Особенно актуально исследование Ю.В. Сурина, посвященное развивающему обучению – проблемным опытам. Изучению особенностей деятельности обучающихся при наблюдении ими веществ и химических явлений посвящены работы Д.М. Кирюшкина, который неоднократно обращал внимание на особенности сочетания химического эксперимента со словом учителя. Они известны в методике химии как четыре формы сочетания слова и наглядности, где эксперимент занимает ведущее место.

Методы обучения химии в учебном процессе тесно взаимодействуют, интегрируют друг с другом. Поэтому следует говорить не об использовании того или иного метода, а об эффективном сочетании их, которое определяется дидактической целью, химическим содержанием, возрастными особенностями, подготовленностью класса и другими менее значительными факторами.

Следует помнить, что каждый метод нужно применять там, где он наиболее эффективно выполняет образовательную, воспитывающую и развивающую функции. Любой метод может и должен выполнять все три функции и выполняет их, если применен правильно, выбран адекватно содержанию и возрастным особенностям обучающихся и используется не изолированно, а в сочетании с другими методами обучения.

Методы обучения выбирает и применяет учитель, а воздействие личности учителя – чрезвычайно важный фактор обучения, и особенно воспитания, обучающихся. Поэтому, выбирая метод, учитель должен быть уверен, что в данных конкретных условиях именно он будет оказывать наибольшее образовательное, воспитывающее, развивающее действие.

При изучении методов обучения химии затрагивается проблема оптимального их выбора. При этом учитывается следующее:

- закономерности и принципы обучения;

- цели и задачи обучения;

- содержание и методы данной науки вообще и данного предмета, темы в частности;

- учебные возможности школьников (возрастные, уровень подготовленности, особенности классного коллектива);

- специфика внешних условий (географических, производственного окружения и пр.);

- возможности самих учителей.

Овладение экспериментальными умениями и навыками необходимо не только для успешного усвоения содержания курса химии, но и при продолжении образования в вузах и для будущей производственной деятельности.

Химический эксперимент – важнейший путь осуществления связи теории с практикой при обучении химии, превращения знаний в убеждения.

Результаты большинства химических опытов, применяемых на уроках, обычно не противоречат существующим закономерностям и служат подтверждением определенных теоретических положений. Поэтому раскрытие познавательного значения каждого опыта – основное требование к химическому эксперименту.

На формирование практических умений, а тем более на их развитие необходимо время. Изыскать его возможно, если осуществлять формирование практических умений обучающихся поэтапно, распределяя эту работу по годам обучения. В течение одного года следует развивать и совершенствовать умения, необходимые для выполнения химического эксперимента определенного вида.

Эффективность обучения химии с использованием эксперимента зависит от наличия постоянных обратных связей. Учет экспериментальных умений и навыков – это итог работы не только учащихся, но и преподавателя.

Химический эксперимент – важный источник знаний. В сочетании с техническими средствами обучения он способствует более эффективному овладению знаниями, умениями и навыками. Систематическое использование на уроках химии эксперимента помогает развивать умения наблюдать явления и объяснять их сущность в свете изученных теорий и законов, формирует и совершенствует экспериментальные умения и навыки, прививает навыки планирования своей работы и осуществления самоконтроля, воспитывает аккуратность, уважение и любовь к труду. Химический эксперимент способствует общему воспитанию и всестороннему развитию личности.

Использование химического эксперимента в преподавании обеспечивает более полноценное усвоение учебного материала, так как проводимый эксперимент играет большую наглядную роль. При обучении химии посредством эксперимента происходит осуществление связи теории с практикой, превращение знаний в убеждения

Химический эксперимент – источник знания о веществе и химической реакции – важное условие активизации познавательной деятельности учащихся, воспитания устойчивого интереса к предмету, формирования представлений о практическом применении химических знаний, средство обучения химии в виде специально организованных и проводимых опытов с веществами (реактивами), включаемых учителем в учебный процесс с целью познания, проверки или доказательства учащимися известного науке химического факта, явления или закона, а также для усвоения обучающимися определенных методов исследования химической науки.

Эксперимент можно разделить на научный и учебный. Эксперимент позволяет выделить и изучить наиболее существенные стороны предмета или явления с помощью различных приборов, инструментов, технических средств в заданных условиях. Эксперимент может быть повторен исследователем в случае необходимости. Это в значительной мере определяет основную функцию научного эксперимента: получение достоверных данных об окружающей действительности.

Учебный эксперимент отличается от научного тем, что результаты его известны, условия его проведения подобраны так, что в процессе проведения опытов или их наблюдения обучающиеся должны обнаружить известные признаки реакции и прийти к ожидаемым результатам.

Учебный химический эксперимент следует рассматривать, прежде всего, как дидактический инструмент для достижения главных целей обучения. С помощью химического эксперимента в школе можно учить детей наблюдать явления, формировать понятия, изучать новый учебный материал, закреплять и совершенствовать знания, формировать и совершенствовать практические умения и навыки, способствовать развитию интереса к предмету, формировать мировоззрение учащихся и естественнонаучную картину мира в их сознании; осуществлять трудовое, нравственное, экологическое воспитания и т.д.

Применение домашнего эксперимента способствует привлечению обучающихся к самостоятельной работе с использованием не только учебников, но и дополнительной, справочной литературы. С целью текущего, а также итогового контроля и учета практических знаний одним из средств также является химический эксперимент в виде практических занятий учащихся и решения экспериментальных задач. С помощью эксперимента можно оценить многие качества учащихся, начиная от уровня знания теории до практических умений учеников. Большие возможности в обучении и воспитании школьников заложены в применении учебного эксперимента в рамках профильного обучения и во внеурочных занятиях. Здесь школьникам предлагаются более усложненные эксперименты, в том числе с более выраженной политехнической направленностью.

Эффективность эксперимента зависит от:

- постановки конкретной цели и задачи, которые должны быть решены при помощи опыта;

- построения рационального плана наблюдения;

- умения фиксировать результаты наблюдения;

- умения анализировать и обобщать полученные данные;

- наличия и рационального отбора инструментов и средств, с помощью которых учитель стимулирует и управляет наблюдением обучающихся.

Поэтому организация целенаправленного наблюдения, формирование навыка наблюдения, умения осмысливать результаты наблюдений и сохранять в памяти переработанную информацию составляют одну из важнейших задач химического эксперимента.

Демонстрационный эксперимент – это форма учебного химического эксперимента, при которой опыт выполняется учителем, лаборантом или специально подготовленным учеником для всеобщего обозрения всех учащихся в классе; один проводит опыт, остальные наблюдают за ходом процесса. Основная цель демонстрационных опытов - создания у обучающихся определенных представлений о веществах, химических явлениях и процессах с последующим формированием химических понятий. Однако демонстрации опытов не вырабатывают у обучающихся требуемых экспериментальных умений и навыков, поэтому должны дополняться лабораторными опытами и практическими занятиями.

Демонстрационный эксперимент используется в следующих случаях:

- когда обучающиеся, особенно на первых этапах обучения, не владеют в достаточной мере техникой выполнения опытов, а потому не в состоянии выполнять их самостоятельно; например, при изучении реакции разложения в 8 классе рекомендуется поставить опыт разложения воды электрическим током, а поскольку обучающиеся еще не знакомы с прибором для электролиза, не знают его назначения, не умеют собирать и испытывать газы, поэтому и не могут выполнить опыт самостоятельно;

- когда техническое оснащение опыта сложно для обучающихся или отсутствует соответствующее оборудование в достаточном количестве, например, таким опытом является каталитическое окисление аммиака;

- когда отдельные лабораторные опыты заменяются демонстрационными в целях экономии времени и в случае недостаточного количества реактивов.

Не следует пользоваться демонстрационным опытом как преимущественным в следующих случаях:

- когда по внешнему эффекту и убедительности демонстрация превосходит опыт, выполняемый учениками, например, взрыв смеси водорода с кислородом в посуде большего объема (в колбе) гораздо убедительнее, чем взрыв в пробирке;

- когда по условиям техники безопасности обучающимся запрещено использование некоторых веществ (брома, перманганата калия в твердом виде и др.), опыты представляют некоторую опасность для обучающихся.

Функциональное значение химического эксперимента. В процессе обучения химии эксперимент является, во-первых, своеобразным объектом изучения, во-вторых, методом исследования, в-третьих, источником и средством нового знания. Эти особенности химического эксперимента характеризуют многоплановость его использования, практическую значимость, отражают различные его стороны и функции в учебном процессе: познавательную, воспитывающую, развивающую. Познавательная функция химического эксперимента заключена в том, что он важен для усвоения учащимися основ химии, постановки и решения практических проблем, выявления значения химии в современной жизни. Важнейшая особенность химического эксперимента как средства познания состоит в том, что в процессе наблюдений за демонстрацией опытов и при самостоятельном их выполнении учащиеся не только быстрее усваивают знания о свойствах вещества и химических процессах, но и учатся подтверждать теоретические знания химическими опытами.

Раскрытие познавательного значения каждого опыта следует считать важнейшим требованием к эксперименту.

Школьника необходимо научить анализировать и делать выводы на основе полученных знаний. Этот метод должен нести развивающую функцию.

Химия - наука экспериментальная, по­этому химический эксперимент должен органично входить в программу всего школьного курса. Химические опыты позволяют школьникам увидеть тесную связь теории и экспе­римента, на практике убедиться в действенности законов хи­мической науки и возможности научного предвидения. Яркий химический эксперимент способен не только создать положительный эмоциональный на­строй у обучающихся, но и выступить в роли источника приобрете­ния эмпирических знаний, стать надежным средством превра­щения знаний в убеждения, а, следовательно, формирования мировоззрения.

Программа «Экспериментальная химия» вызывает особый интерес школьников к предмету «Химия», является важнейшим способом осуществления связи теории с практикой путем превращения знаний в убеждения.

В программе «Экспериментальная химия» значительная роль отведена химическому эксперименту, в процессе выполнения которой обучающиеся имеют возможность наблюдать, анализировать, делать выводы о течении реакции, учатся обращаться с оборудованием и реактивами. Химический эксперимент знакомит обучающихся не только с химическими явлениями, но и методами химической науки. Программа помогает вызвать интерес к предмету, научить наблюдать процессы, освоить приемы работы, сформировать практические навыки и умения.

Химический эксперимент занимает важное место в обучении химии. При выполнении опытов обучающиеся не только быстрее усваивают знания о свойствах веществ и химических процессах, но и учатся поддерживать знания химическими опытами, а также приобретают умения работать самостоятельно. Обучающиеся, проводящие опыты и наблюдающие химические превращения в различных условиях, убеждаются, что сложными химическими процессами можно управлять, что в явлениях нет ничего таинственного, они подчиняются естественным законам, познание которых обеспечивает возможность широкого использования химических превращений в практической деятельности человека.

Проблема использования школьного химического экспери­мента - одна из наиболее разработанных в методике обучения химии, так как именно она более других отражает специфику учебного предмета. Общеизвестны требования к проведению демонстрационно­го химического эксперимента.

В познавательном отношении химический эксперимент можно разделить на две группы:

1. Непосредственно познавательный – эксперимент, который дает обучающимся знания об изучаемом предмете (например, опыты, характеризующие химические свойства веществ).

2. Вспомогательный познавательный опыт – эксперимент, подтверждающий объяснения учителя, делающий их наглядными, косвенно раскрывающими сущность изучаемого вопроса.

В практике обучения химии традиционно принято деление химического эксперимента на демонстрационный, осуществляемый учителем, и ученический, выполняемый школьниками. Демонстрационные опыты – необходимый вид химического эксперимента. Основная цель демонстрационных опытов – это развитие наблюдательности, формирование новых знаний и понятий химии. Ключевые достоинства демонстрационных опытов – их наглядность, возможность своевременно направлять внимание учащихся на главное звено процесса, экономия времени и реактивов. Однако этот вид эксперимента не дает возможность формирования у обучающихся специальных навыков. Именно демонстрации позволяют формировать у обучающихся основные теоретические понятия химии, обеспечивают наглядное восприятие химических явлений и конкретных веществ, дают возможность развивать логическое мышление учащихся, вскрывают практическое применение химии.

С помощью демонстрационных опытов перед обучающимися ставят познавательные проблемы, выдвигают гипотезы, проверяемые экспериментально. Демонстрационный эксперимент, таким образом, подводит обучающихся к правильным теоретическим выводам и обобщениям, поэтому при изложении нового материала ему отводится большая роль.

Необходимо отметить и то, что демонстрационный эксперимент самый экономный по времени по сравнению с другими видами школьного химического эксперимента.

Программа «Экспериментальная химия», которая предлагается в рамках Образовательного центра «Сириус. Байконур» на базе школы ставит следующие цели:

- подготовка к участию в олимпиадах по химии высшего уровня;

- развитие способностей учащихся и расширение кругозора путем интенсивных занятий по углубленной программе у ведущих педагогов России;

- развитие проектного мышления и умения работать в коллективе в процессе выполнения практико-ориентированных задач.

В задачи Программы входит:

- углубление знаний участников образовательной программы в области химии и материаловедения;

- развитие умений, навыков и отработка приемов решения олимпиадных задач;

- развитие умений и навыков экспериментальной работы с веществами и материалами;

- развитие умений ставить перед собой задачи и самостоятельно их решать;

- формирование межпредметных связей путем решения практико-ориентированных задач;

- популяризация химии и смежных областей знания.

Задачи включают усвоение основ химии, развитие критического мышления, навыков командной работы и понимания экологических аспектов химической деятельности. Программа охватывает ключевые темы: основы химии, химические реакции, свойства веществ, кислоты и основания, органическую химию и экологическую химию, каждая из которых сопровождается практическими занятиями, позволяющими учащимся не только теоретически осваивать материал, но и применять его на практике.

Для достижения поставленных целей используются активные методы обучения: лабораторные работы, групповые проекты и исследовательские задания, что способствует развитию самостоятельности, инициативности и навыков критического анализа. Ожидается, что обучающиеся получат не только теоретические знания, но и практические навыки, которые помогут им в дальнейшей учебе и жизни. Они научатся работать в команде, проводить эксперименты и анализировать результаты, а также осознавать важность ответственного отношения к окружающей среде.

Выявление способных детей и работа с ними являются актуальной задачей Образовательного центра «Сириус. Байконур». Одарённые дети – это дети, интеллектуально развитые, высокомотивированные на учебную деятельность, испытывающие удовольствие от умственного труда.

К группе одарённых детей могут быть отнесены обучающиеся, которые:

- имеют более высокие по сравнению с большинством остальных сверстников интеллектуальные способности, восприимчивость к учению, творческие возможности и проявления;

- имеют доминирующую, активную, не насыщаемую познавательную потребность;

- испытывают радость от умственного труда.

Система работы с одарёнными детьми включает в себя выявление данных детей, работа с ними во внеурочное время, а также мониторинг участия их в различных интеллектуальных, творческих конкурсах и научно-исследовательских конференциях различного уровня.

Первый этап. Значение первых занятий для будущих «химиков» очень важно. На первых занятиях затрагивают вопросы истории химии, становление знаний о мире, знакомства с историей известных веществ, показывают занимательны опыты, которые поражают воображение детей. Всё это закладывает основы интереса к новому предмету – химия.

Второй этап. На занятиях даются творческие задания, задачи, выходящие за рамки школьной программы, практико-ориентированные задачи. В результате выявляется группа ребят, у которых интерес к химии на достаточно высоком уровне.

Третий этап. Индивидуально-групповые занятия «За страницами учебника химии», где обучающиеся решают олимпиадные задания, выполняют различные проекты, проводят исследовательский эксперимент. К концу года кто-то «отсеивается», но остаются несколько человек – самых стойких и любознательных. Занятия с ними ведутся индивидуально.

Сотворчество педагога и обучающегося сегодня является перспективной тактикой обучения, таким образом, при организации системы работы с одаренными детьми следует использовать следующие технологии: технология проблемного обучения (проблемный характер изложения материала, формирование исследовательской культуры обучающегося); технология личностно-деятельностного подхода; технология развития критического мышления (формирование умений работать с научным текстом, опираться на жизненный опыт, визуализировать учебный материал, анализировать проблемы современности); технология коллективного способа обучения, технология обучения в сотрудничестве (развитие коммуникативных навыков обучающихся, умений адаптироваться в разных группах за короткий промежуток времени, работать в системе «взаимоконсультаций»); метод проектов (развитие творческого потенциала ученика, акцент на личностно-значимую информацию и дифференциацию домашних заданий); case-технология (умение применять полученные знания в нестандартных ситуациях, практическая направленность); теория решения изобретательских задач – ТРИЗ педагогика (формирование самостоятельного и нестандартного стиля мышления, умений работать с открытыми заданиями, не имеющими четкого решения).

Важно организовать самостоятельную работу обучающихся с учетом их способностей, отслеживать успехи и проблемы. Решить эти вопросы помогут следующие образовательные технологии: технология укрупнения дидактических единиц (обобщение материала на более высоком уровне, синтез и анализ); технология личностно-деятельностного подхода; технология организации самостоятельной работы обучающихся (построение индивидуальных линий обучения, учет индивидуальных потребностей ребенка); балльно-рейтинговая технология в оценивании достижений (портфолио как инструмент самооценки и корректировки индивидуальных линий обучения); исследовательские технологии, метод проектов (формирование исследовательской культуры обучающегося, реализация деятельностного подхода в обучении с учетом интересов и способностей ребят).

Работа с одаренными обучающимися по программе «Экспериментальная химия» может быть организована согласно следующим направлениям:

− подготовка и участие в предметных олимпиадах (в очной или дистанционной форме);

− подготовка и участие в проектно-исследовательской деятельности по химии (предметам естественнонаучного цикла);

− участие в работе специальных обучающих программ по предмету (летних школ, лекториев и т.д.);

− участие в «профессиональных пробах» и социальных практиках, связанных с химией.

Разработка программы «Экспериментальная химия» отвечает современным требованиям образования и создает условия для глубокого освоения предмета, направлена на подготовку учеников к вызовам будущего, формируя у них научное мышление и интерес к естественным наукам, а также - формирование у учеников глубокого понимания химических процессов и явлений через изучение основ химии, реакций и свойств веществ;

- уделение значительного внимания проведению экспериментов и лабораторных работ, что позволяет обучающимся применять теорию на практике и развивать исследовательские навыки;

- поддержание осознания влияния химии на окружающую среду и развитие экологической грамотности через изучение безопасного обращения с химикатами и методов минимизации негативного воздействия на природу;

- стимулирование командной работы и сотрудничества в групповых проектах, что развивает коммуникативные навыки и умение работать в коллективе.;

- поощрение творческого подхода к решению проблем и реализации исследовательских проектов, что способствует развитию инициативности и самостоятельности у обучающихся.

Химический эксперимент позволяет эффективно сформировать экспериментальные умения и навыки обучающихся. Эти результаты обучения позволяют осуществлять перенос теоретических знаний в практическую область, формируют практико-ориентированное мышление учащихся, основанное на способности выдвигать гипотезы, проверять их, устанавливать химические закономерности, выводить из практической области теоретические знания. Для качественного формирования экспериментальных умений и навыков необходимо системное погружение обучающихся в исследовательскую среду. Наиболее эффективным способом в данном отношении является проблемный подход.

Опытно-экспериментальная работа в ходе реализации была нацелена на решение следующей исследовательской проблемы: формирование экспериментальных умений и навыков у обучающихся посредством химического эксперимента.

В исследовании удалось установить, что экспериментальные умения и навыки у обучающихся успешно формируются в процессе применения химических экспериментов при условии систематичности данной деятельности и опоре на проблемный подход в методике обучения.

На формирование практических умений, а тем более на их развитие необходимо время. Изыскать его возможно, если осуществлять формирование практических умений обучающихся поэтапно, распределяя эту работу по годам обучения. Поэтому Программа Образовательного центра «Сириус. Байконур» разделена на два курса: «Экспериментальная химия 7-8 класс» и «Экспериментальная химия 9-11 класс». В течение одного года следует развивать и совершенствовать умения, необходимые для выполнения химического эксперимента определенного вида. Эффективность обучения химии с использованием эксперимента зависит от наличия постоянных обратных связей. Учет экспериментальных умений и навыков – это итог работы не только обучающихся, но и преподавателя.

Химический эксперимент – важный источник знаний. В сочетании с техническими средствами обучения он способствует более эффективному овладению знаниями, умениями и навыками. Систематическое использование эксперимента помогает развивать умения наблюдать явления и объяснять их сущность в свете изученных теорий и законов, формирует и совершенствует экспериментальные умения и навыки, прививает навыки планирования своей работы и осуществления самоконтроля, воспитывает аккуратность, уважение и любовь к труду. Химический эксперимент способствует общему воспитанию и всестороннему развитию личности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. В новое тысячелетие. Всемирный доклад ЮНЕСКО: [Электронный ресурс]. – URL: httр://www.unеsсо.оrg/nеw/еn/unеsсо/
2. Стрижак, Н.Л. Психология и педагогика: учебное пособие / Н. Л. Стрижак – М.: МГИУ, 2000. – С. 335.
3. Михневич, А. Е. Культурные основы инновационного мышления / А. Е. Михневич // Социология. – 2008. – № 4. – С.49-60.
4. Яголковский, С.Р. Психология инноваций: подходы, модели, процессы / С. Р. Яголковский – М.: МГУ- ВШЭ, 2011. – С. 272.
5. Королева, Е.А. Проектно-исследовательская деятельность учащихся как средство формирования и развития инновационного мышления –генератора инноваций / Е. А. Королева // Исследовательская работа школьников. –2010. – № 1. – С.5-6.
6. Селиванов, В.В. Современное состояние и перспективы теории мышления А.В. Брушлинского / В.В. Селиванов // Психологический журнал. – 2008. – №29. – С. 29-40.
7. Мышление, его формы и виды: [ЭР]. –URL: httр://www.grаndаrs.ru/соllеgе/рsihоlоgiуа/mуshlеniе.html
8. Талызина, Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний / Н. Ф. Талызина. –М.: МГУ, 1995. – С. 234.
9. Ушинский, К. Д. Педагогические сочинения / К.Д. Ушинский. –М.: Педагогика, 1990. – С. 528.
10. Грошева, В. С. О развитии логического мышления восьмиклассников / В.С. Грошева // Химия в школе. – 2006. – №6. – С.42-44.
11. Мартынова П.А., Об использовании элементов технологий развивающего обучения на уроках химии / П.А. Мартынова // Химия в школе. – 2009. –№7. – С.79.
12. Развитие базовых мыслительных операций у школьников: [ЭР]. – URL: httрs://studfilеs.nеt/рrеviеw/2238371/раgе:2
13. Особенности мышления старшеклассников: [ЭР]. –URL: httр://www.nеwrеfеrаt.соm/rеf-3939-2.html