

В. П. Быстряков, профессор **Е. Я. Аршанский**

Витебский государственный университет им. П. М. Машерова, Беларусь

ВОПРОСЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

В заданиях олимпиады

Республиканская олимпиада по химии проводится в Республике Беларусь в четыре этапа: первый этап — учреждения образования; второй этап — районный (городской); третий этап — областной и минский городской; четвёртый этап — заключительный. Задания не только четвёртого, но и областного этапов составляются Министерством образования. Начиная с районного (городского) этапа, олимпиада проходит отдельно для учащихся 9, 10 и 11 классов и включает первый тур — выполнение тестовых заданий; второй тур — решение задач. Проведение третьего тура — экспериментального, как правило, начинается с областного этапа, но может быть организовано и на районных этапах.

Как и на Всероссийской олимпиаде, олимпиадные задачи обычно основаны на материале четырёх разделов химии: неорганической, аналитической, органической и физической. На экспериментальном туре чаще всего представлено задание по химическому анализу. Реже бывают задания по синтезу неорганических или органических веществ, и ещё реже задания, связанные с физической химией. На третьем и заключительном этапах популярны комбинированные задания типа синтеза вещества и его анализа. Материал, связанный с аналитической химией, содержится иногда в тестовых заданиях и задачах.

Для учащихся 9 класса на третьем этапе в тестовые задания часто включают вопросы, связанные с идентификацией ионов. Задания, как правило, предусматривают выбор одного правильного ответа.

1. При внесении в пламя соединения щелочных и щелочноземельных металлов окрашивают его в разные цвета. Соединения какого металла окрашивают пламя в цвет, который ближе всего по окраске к цвету пламени от соединений лития?

- а) натрия
- б) калия
- в) стронция
- г) бария

2. Осадок образуется при добавлении соляной кислоты к водному 5%-ному раствору:

- а) нитрата бария
- б) силиката калия
- в) сульфата магния
- г) фторида аммония

3. Среди растворов указанных веществ одно можно обнаружить без применения каких-либо реагентов. Укажите какое.

- а) нитрат железа(III)
- б) сульфат натрия
- в) хлорид аммония
- г) карбонат калия
- д) бромид цинка
- е) нитрат стронция

На заключительном этапе для учащихся 9 класса в тестовые задания были включены и более сложные вопросы, связанные с другими разделами аналитической химии.

1. Стандартный электродный потенциал какого электрода принят равным 0,00 В при стандартных условиях?

- а) серебряного г) медного
 б) золотого д) водородного
 в) ртутного е) каломельного

2. Какой объём раствора серной кислоты с молярной концентрацией 0,200 М необходимо затратить на титрование аликвоты раствора гидроксида калия объёмом 10,00 см³ с молярной концентрацией 0,100 М?

- а) 5,00 см³ г) 20,00 см³
 б) 10,00 см³ д) 25,00 см³
 в) 15,00 см³ е) 30,00 см³

3. Из числа частиц, присутствующих в водном 0,10 М растворе ортофосфорной кислоты, укажите те, молярная концентрация которых наибольшая:

- а) Н⁺ г) НРО₄²⁻
 б) ОН⁻ д) Н₃РО₄
 в) Н₂РО₄ е) РО₄³⁻

4. Какое выражение справедливо по отношению к 1,00 М водному раствору ортофосфорной кислоты?

- а) $c(\text{PO}_4^{3-}) + c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = 1,00$
 б) $c(\text{HPO}_4^{2-}) + c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = 1,00$
 в) $c(\text{PO}_4^{3-}) + c(\text{HPO}_4^{2-}) + c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = 1,00$
 г) $c(\text{PO}_4^{3-}) + c(\text{HPO}_4^{2-}) + c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + c(\text{H}^+) = 1,00$
 д) $3c(\text{PO}_4^{3-}) + 2c(\text{HPO}_4^{2-}) + c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+)$
 е) $c(\text{PO}_4^{3-}) + c(\text{HPO}_4^{2-}) + c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + c(\text{OH}^-) + c(\text{H}^+) = 0$

Для учащихся 10 класса в тестовые задания третьего этапа олимпиады были включены следующие вопросы, связанные с аналитической химией.

1. В каком случае верно указана окраска индикатора?

- а) фенолфталеин бесцветный в щелочной среде
 б) лакмус синий в кислой среде
 в) метилоранж красный в нейтральной среде

- г) лакмус красный в щелочной среде
 д) метилоранж жёлтый в щелочной среде

2. Осадок сульфида металла образуется при пропускании газообразного сероводорода в водный раствор:

- а) хлорида меди
 б) сульфата железа
 в) нитрата магния
 г) сульфата марганца(II)
 д) нитрата бериллия
 е) хлорида бария

3. При осаждении серебра из раствора AgNO₃ с помощью KCl (осадитель) наибольшая полнота осаждения достигается при использовании:

- а) недостатка осадителя
 б) стехиометрического количества осадителя
 в) небольшого избытка осадителя
 г) большого избытка осадителя

4. В присутствии в водном растворе какой соли осадок гидроксида магния не выпадает при добавлении избытка раствора щёлочи?

- а) LiCl г) KNO₃
 б) NaCl д) Li₂SO₄
 в) NH₄Cl е) CsBr

5. Навеску декагидрата карбоната натрия массой 2,00 г растворили в небольшом количестве воды, а затем полученный раствор перенесли в мерную колбу на 250 см³ и разбавили до метки водой. Какую молярную концентрацию карбонат-ионов покажет прибор с ион-селективным электродом на карбонат-ион?

- а) 0,06993 М г) 0,03502 М
 б) 0,1887 М д) 0,09430 М
 в) 0,06455 М е) 0,1739 М

6. С помощью водного раствора какого вещества можно обнаружить примесь ионов свинца(II) в растворе нитрата бария:

- а) NaF г) Na₂SiO₃
 б) Na₂CO₃ д) Na₃PO₄
 в) Na₂SO₄ е) Na₂S

Для 11 класса в тестовые задания третьего этапа включались следующие вопросы аналитического характера.

1. Получить насыщенный раствор из ненасыщенного можно путём упаривания. Такой способ неприменим в случае раствора:

- | | |
|-------------------------------|--|
| а) Na_2CO_3 ; | г) Na_2SO_3 ; |
| б) NaHCO_3 ; | д) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$; |
| в) Na_2S ; | е) Na_2SO_4 . |

2. Водный раствор какого вещества следует практически применить для разделения смеси фенола и гексанола-1?

- | | |
|-----------------------------|-------------------|
| а) NaCl | г) NaOH |
| б) Na_2SO_4 | д) HCl |
| в) CH_3OH | е) HNO_3 |

3. Для количественного определения серебра его осадили в виде AgCl . Разбавленный раствор какого вещества наиболее целесообразно использовать для промывки осадка на фильтре для уменьшения погрешности анализа?

- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| а) KNO_3 | г) HNO_3 |
| б) NaCl | д) H_2SO_4 |
| в) Na_2SO_4 | е) NH_3 |

4. При сливании какой пары 5%-ных водных растворов не образуется осадок?

- | | |
|---|--|
| а) $\text{MgCl}_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ | г) $\text{FeSO}_4 + \text{KOH}$ |
| б) $\text{CuCl}_2 + \text{Na}_2\text{S}$ | д) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ |
| в) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{CuSO}_4$ | е) $\text{AgNO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3$ |

5. Какое соединение даёт иодоформную реакцию (образование иодоформа CHI_3 при действии щелочного раствора иода)?

- | | |
|---------------------|-------------|
| а) метанол | г) пропилен |
| б) этан | д) ацетон |
| в) уксусная кислота | е) метаналь |

6. Для какого из перечисленных углеводородов продукты окислительного и восстановительного озонлиза одинаковы?

- | | |
|----------------|---------------------|
| а) бензол | г) пропен |
| б) циклогексан | д) 2-метилпропен |
| в) этен | е) 2,3-диметилбутен |

Тематическая классификация задач теоретического тура третьего и заключительного этапов республиканских олимпиад за период с 2005 по 2014 г. была составлена Д. А. Кулеминым и М. А. Фомичом [1]. Авторы отметили, что помимо задач по общей, неорганической и органической химии, которые обычно составляют основную часть олимпиадных задач, предлагались и задачи, связанные с аналитической и физической химией. Многие задачи имеют разноплановое (междисциплинарное) содержание. Олимпиадные задачи, связанные с аналитической химией, разделяются этими авторами на два раздела: 1) количественный анализ (титрование, спектрофотометрия, гравиметрия); 2) задачи на ионные равновесия (установление состава растворов при диссоциации веществ, для труднорастворимых веществ и др.). К количественному анализу были отнесены 32 задачи, из них 15 задач были предложены на третьем этапе и 17 на заключительном. Большая часть этих задач входила в задания для 10 или 11 классов.

Приведём примеры типичных расчётных задач теоретического тура, относящихся к аналитической химии. На областном этапе олимпиады для 10 класса была предложена задача на расчёт по уравнению основного закона светопоглощения (уравнение было приведено в тексте задачи). Для 11 класса в разные годы были подготовлены задачи, связанные с гравиметрией и расчётами по значениям произведений растворимости, окислительно-восстановительным титрованием, перманганатометрией, иодометрией, кислотно-основным титрованием.

На теоретическом туре третьего этапа олимпиады 2019/20 учебного года для учащихся 9 класса были предложены две следующих задачи, связанные с химическим анализом.

1. В герметичном реакторе, заполненном чистым кислородом при $18,6^\circ\text{C}$ и $101,3\text{ кПа}$,

сожгли навеску углеводорода массой 866,0 мг. Температура в реакторе повысилась до 148 °С, а давление выросло более чем в полтора раза, по сравнению с исходным. Газы из реактора пропустили сначала через колонку с оксидом фосфора(V), а затем через колонку с гидроксидом кальция. При этом масса первой колонки увеличилась на 1,297 г, а второй — на 1,584 г.

а) Установите молекулярную формулу углеводорода (задания б–г не связаны с аналитической химией).

2. Молекулярная формула лимонной кислоты $C_6H_8O_6$, она хорошо растворима в воде и является трёхосновной. Навеску лимонной кислоты массой 58,00 г растворили в воде при 80 °С в минимальном количестве дистиллированной воды и получили насыщенный раствор. При охлаждении этого раствора до 10 °С выпал кристаллический осадок массой 12,40 г, массовая доля углерода в котором составляет 34,28%. К маточному раствору массой 84,40 г, оставшемуся после отделения выпавших кристаллов, прибавили 185,0 г раствора с массовой долей карбоната калия 12,33%.

а) Установите состав вещества, которое выпало в осадок при охлаждении насыщенного при 80 °С раствора до 10 °С.

б) Рассчитайте массовые доли растворённых веществ в растворе, образовавшемся после добавления раствора карбоната калия к маточному раствору, приведите ваши расчёты.

в) Какую массу лимонной кислоты необходимо растворить в 1000 г воды при 10 °С, чтобы получить насыщенный раствор?

Расчётные задачи, содержание которых сводится только к качественному анализу, практически отсутствуют на теоретических турах третьего и заключительного этапов олимпиад. Тем не менее элементы качественного анализа могут присутствовать в задачах и этих этапов. Так, в одной из задач для 10 класса третьего этапа олим-

пиады требовалось определить структурную формулу вещества по набору его физических и химических свойств, в том числе и по качественной реакции с бромной водой.

На третьем этапе олимпиады учащимся 9 класса часто предлагается провести качественный анализ неорганических веществ, растворённых или твёрдых, — сопоставить содержимое пронумерованных пробирок со списком веществ или ионов. В большинстве случаев выполнение таких заданий можно проводить известным табличным методом. В некоторых заданиях — без использования других реактивов, только попарно сливая выданные растворы. В других заданиях можно применять дополнительные реактивы (растворы хлороводородной или азотной кислот, щелочей, нитрата серебра(I) или индикаторы). Учащимся 10 класса на третьем этапе олимпиады также иногда предлагалось различить водные растворы как неорганических, так и органических веществ.

Наибольшее число заданий на экспериментальном туре третьего и заключительного этапов олимпиад связано с количественным анализом. На третьем этапе олимпиад прошлых лет учащимся 10–11 классов были даны задания на определение как неорганических, так и органических веществ различными титриметрическими методами. Задания с использованием кислотно-основного титрования: а) алкалиметрическое определение уксусной кислоты; салициловой кислоты (в этих заданиях дополнительно требовалось предварительно стандартизовать раствор титранта — гидроксида натрия ацидометрическим титрованием); б) ацидометрическое определение гидроксида и карбоната натрия в смеси; карбоната и гидрокарбоната натрия в смеси; аммиака. Задания с использованием окислительно-восстановительного (оксидиметрического) титрования: а) иодометрическое определение в растворе иодата калия и хлороводорода в смеси; редуктона (дополнительно тре-

бовалось стандартизовать раствор титранта, тиосульфата натрия, а также рассчитать молярную массу и массу молекулы редуктона); б) перманганатометрически определить пероксид водорода; нитриты. За последнее десятилетие на третьем этапе задание с использованием комплексонометрического титрования было предложено только один раз: раздельное определение ионов кальция и магния в минеральной воде.

На заключительных этапах предлагалось, в частности, определить: иодометрически медь(II), активность бензилпенициллина; оксидиметрически, титрованием раствором реактива Фелинга — содержание сахаров в пчелином мёде.

В последнее время задания экспериментального тура для 11 класса часто являются комплексными — включают два отдельных или связанных задания. Чаще всего второе задание подобно заданию для 9 класса и предполагает качественный анализ выданных растворов. Но бывают и более сложные комплексные задания. В одном из заданий предусматривалось титрование анализируемого раствора для последующего вывода о его составе и расчёта содержания основного компонента. В другом уже упомянутом задании активность бензилпенициллина требовалось определить как иодометрически, так и дополнительно фотометрически.

Таким образом, многообразие олимпиадных заданий, связанных с аналитической химией, требует подготовки учащихся к их выполнению.

Подготовка учащихся к олимпиаде на уроках

Аналитическая химия не представлена в качестве самостоятельного раздела в учебном предмете «Химия». Тем не менее предусмотренные учебной программой по химии образовательные компетенции формируются у учащихся как при теоретическом изучении

некоторых вопросов аналитической химии, входящих в учебную программу, так и при проведении на уроках ряда аналитических экспериментальных работ.

Содержание химии как учебного предмета уже на II ступени общего среднего образования (7–9 классы) включает некоторые вопросы аналитической химии. В 7 классе учащиеся: а) решают задачи на вычисление массовой доли компонента в смеси веществ; б) знакомятся с понятием «индикаторы» и выполняют лабораторные опыты «Действие кислот и щелочей на индикаторы».

В 8 классе изучают тему «Растворы», в том числе таблицу растворимости; концентрированные и разбавленные растворы; массовую долю растворённого вещества в растворе. Учащиеся решают задачи на вычисление массовой доли и массы растворённого вещества (растворителя), выполняют практическую работу «Приготовление раствора с заданной массовой долей и молярной концентрацией растворённого вещества».

В 9 классе в теме «Электролитическая диссоциация»: а) изучаются: электролитическая диссоциация слабых электролитов как обратимый процесс; условия необратимого протекания реакций ионного обмена между растворами электролитов; б) выполняется лабораторный опыт «Обнаружение ионов водорода и гидроксид-ионов в растворах». В разделе химии элементов изучаются: а) действие на индикаторы разбавленных серной и азотной кислот; б) качественные реакции: на углекислый газ с известковой водой; на карбонат-ионы. Проводятся демонстрации качественных реакций: на углекислый газ; на ионы кальция и бария. Учащиеся проводят лабораторные опыты: а) качественные реакции на хлорид-, сульфат- и карбонат-ионы; б) распознавание ионов кислотных остатков (хлорид-, сульфат- и карбонат-ионов). В «Основные

требования к результатам учебной деятельности учащихся 9 класса» включены следующие аналитические навыки: «Учащиеся должны экспериментально по качественным реакциям определять (идентифицировать) неорганические соединения; различать: карбонаты, хлориды и сульфаты (экспериментально)».

В 10 классе учащиеся: а) изучают качественные реакции: на двойную и на тройную связь с растворами брома и перманганата калия; на многоатомные спирты с гидроксидом меди(II); на фенол с бромной водой и растворами солей железа(III); «серебряного зеркала» и с гидроксидом меди(II) на альдегидную группу; «серебряного зеркала» и с гидроксидом меди(II) на глюкозу; на крахмал с иодом; реакции анилина по аминогруппе (с кислотами) и ароматическому ядру (с бромной водой); цветные реакции белков; б) решают расчётные задачи на установление молекулярных формул органических веществ на основании продуктов их сгорания; в) проводят лабораторные опыты: окисление этанола оксидом меди(II); взаимодействие глицерина с гидроксидом меди(II); окисление альдегида гидроксидом меди(II); доказательство ненасыщенного характера остатков карбоновых кислот жиров; взаимодействие глюкозы с гидроксидом меди(II); взаимодействие крахмала с иодом; цветные реакции белков.

В 10 классе проводятся демонстрации: обнаружение углерода, водорода и галогенов в органических соединениях; отношение ацетилену к водным растворам брома и перманганата калия; действие карбоновых кислот на индикаторы; отношение олеиновой кислоты к растворам перманганата калия и брома, взаимодействие со щёлочью; окисление глюкозы (реакция «серебряного зеркала»).

В итоге учащиеся 10 класса должны: а) экспериментально идентифицировать по качественным реакциям: этилен, ацетилен;

глицерин и фенол; альдегиды; карбоновые кислоты; глюкозу; белки; б) уметь называть качественные реакции на карбоновые кислоты, на белки.

В 11 классе учащиеся: а) изучают реакции ионного обмена, протекающие с образованием газа, осадка, малодиссоциирующего вещества; характеристику кислотных и основных свойств растворов на основании величины рН раствора; качественные реакции на хлорид-, бромид- и иодид-ионы; на ионы аммония; особенности электролитической диссоциации фосфорной кислоты; действие на индикаторы разбавленной серной и фосфорной кислот; качественные реакции на катионы Ca^{2+} , Ba^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} ; б) решают задачи на расчёт масс или объёмов веществ, необходимых для приготовления раствора с заданной массовой долей (молярной концентрацией) растворённого вещества; в) проводят лабораторные опыты: определение кислотного или основного характера раствора с помощью индикаторов; обнаружение ионов аммония, кальция в растворе.

В 11 классе проводятся демонстрации: реакции ионного обмена, протекающие с образованием газа, осадка, малодиссоциирующего вещества; качественные реакции на хлорид-, бромид-, иодид-ионы.

По итогам изучения тем учащиеся должны: уметь называть качественные реакции на катионы Ca^{2+} , Ba^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} ; экспериментально по качественным реакциям идентифицировать изученные неорганические соединения; экспериментально различать: карбонаты, хлориды, бромиды, иодиды и сульфаты, ионы Fe^{2+} и Fe^{3+} .

Таким образом, изучая химию даже на базовом уровне, учащиеся знакомятся с некоторыми методами и приёмами химического анализа, составляющего предмет аналитической химии.

По статистике [2] на долю вопросов, связанных с аналитической химией, при-

ходится около 13% объёма часов школьной программы по химии. Сопоставление соответствия по содержанию количества часов, отводимых на экспериментальную часть (демонстрации, лабораторные опыты и практические работы) в школьной программе химии, с университетскими дисциплинами выявило также присутствие значительного экспериментального материала, который можно отнести к аналитической химии (23%).

Дополнительная подготовка учащихся к олимпиаде на факультативных занятиях

К олимпиадам по химии учащиеся готовятся в основном на факультативных занятиях. В целом структура программы факультатива обычно параллельна структуре школьного курса химии — с некоторым опережением, вызванным спецификой олимпиад, — но не дублирует его. На таких внеклассных занятиях могут изучаться и вопросы аналитической химии, в том числе связанные с биологией, медициной, экологией.

На олимпиадах, начиная с районного уровня, предъявляются более серьёзные требования к экспериментальному мастерству участников, чем это предусмотрено программой учебного предмета «Химия». В связи с этим значительное место в программе факультативных занятий для учащихся 7–9 классов отведено отработке техники работы в лаборатории, экспериментальных навыков, количественной обработке экспериментальных данных, решению расчётных и качественных задач. В программу включена тема, посвящённая качественному анализу. В этой теме предполагается проведение обнаружения щелочных металлов и галогенов, а также качественных реакций на некоторые катионы и анионы; использование таблицы растворимости в аналитических

целях. Учащиеся выполняют: химическое разделение смесей; экспериментальные качественные задачи на идентификацию неорганических веществ по описанию их реакций, на определение содержимого пронумерованных пробирок (решение табличным методом). В результате формируются общая логика решения задач на анализ и разделение смесей и навыки их практического выполнения [3, 4].

В программу факультативных занятий для 10–11 классов включены расчёты на: установление эмпирической и молекулярной (истинной) формул по массовым долям химических элементов, входящих в состав веществ; вычисление массовой доли и массы растворённого вещества (растворителя); расчёт массы вещества или объёма раствора, необходимого для приготовления раствора с заданной массовой долей растворённого вещества, определение рН раствора [5].

При организации учебной деятельности химии на факультативных занятиях, а также на повышенном уровне изучения предмета предусмотрено решение учащимися расчётных и экспериментальных задач, выполнение лабораторных опытов и практических работ, содержание которых относится к аналитической химии. Предлагаемые в этих случаях опыты и практические работы относятся в основном к двум разделам аналитической химии — методам разделения веществ и качественному анализу. Сформированные у учащихся умения и навыки по этим разделам аналитической химии помогут им правильно ответить на соответствующие вопросы тестового задания республиканской олимпиады.

Однако для решения части задач и выполнения большей части заданий экспериментального тура учащимся необходимо наличие определённых компетенций в области количественного анализа, материал по которому не входит в школьную

программу по химии даже повышенного уровня, а также не предусмотрен рекомендуемыми программами факультативных занятий. Подготовка учащихся к выполнению экспериментальных заданий количественного анализа возможна при наличии в кабинете химии специального аналитического оборудования. Также эти работы могут проводиться на кафедре химии университета, с которым сотрудничает школа. На кафедре химии Витебского государственного университета им. П. М. Машерова накоплен опыт такой работы. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулемин Д. А., Фомич М. А. Тематическая классификация олимпиадных задач по химии // Біялогія і хімія. — 2014. — №9. — С. 64–67.
2. Суханкина Н. В. Особенности отбора содержания учебной дисциплины «Аналитическая химия» при под-

готовке учителей химии в педагогическом университете // Вестник Самарс. гос. технич. ун-та. Серия «Психолого-педагогические науки». — 2015. — №1 (25). — С. 198–205.

3. Окаев Е. Б. Подготовка к олимпиадам по химии: учебная программа факультативных занятий по учебному предмету «Химия» VIII–IX классы / Образоват. портал Национальный институт образования [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.adu.by>.

4. Готовимся к изучению химии на повышенном уровне: учебная программа факультативных занятий по учебному предмету «Химия» IX класс / Образоват. портал Национальный институт образования [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.adu.by>

5. Мякинник Т. Н. Обобщающий факультативный курс по химии: учебная программа факультативных занятий по учебному предмету «Химия» X–XI классы // Образоват. портал Национальный институт образования [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.adu.by>

Ключевые слова: химическая олимпиада, аналитическая химия, факультативные занятия по химии, качественные реакции, количественный анализ.

Key words: Chemistry Olympiad, analytical chemistry, optional chemistry classes, ualitative and quantitative analysis.

Б. А. Буравов

Волгоградский государственный технический университет

Н. А. Бурмака, А. Ю. Бахарева

МОУ СШ № 92, Волгоград

ШКОЛА — ВУЗ:

организация исследовательской деятельности

В настоящее время важной и актуальной задачей является повышение уровня естественно-научной грамотности среди молодёжи. О его текущем спаде говорят последние исследования международной программы по оценке образовательных достижений учащихся PISA-2018 (рис. 1).

Один из путей решения этой проблемы — развитие системы «школа — вуз»,

осуществляющей свою работу в рамках последних рекомендаций ФГОС, отводящих существенную роль в образовании учащихся внеурочной деятельности. Одна из форм внеурочной деятельности — выполнение учебно-исследовательских и проектных работ [1]. Система «школа — вуз» позволяет обеспечить расширение материально-технической базы, необходимой для полно-