

Поэтапная методика тестирования учебных достижений учащихся по химии

Определены основные идеи и принципы тестирования, разработана теоретическая модель тестирования учебных достижений учащихся по химии в средней школе, представляющая целостность целевого, содержательного, организационно-управленческого и результативно-оценочного компонентов. Описана разработанная поэтапная методика тестирования учебных достижений учащихся по химии в средней школе, которая нашла экспериментальное подтверждение.

В 1996 г. Министерством РФ была создана централизованная служба тестирования выпускников общеобразовательных учреждений РФ, выполняющая функции контроля и оценки качества знаний и умений учащихся. В приказе № 537 Министерства образования РФ от 26 декабря 1996 г. указано, что ряду образовательных организаций (в том числе и РГПУ им. А. И. Герцена) разрешается проведение в качестве дополнительной образовательной услуги ежегодное государственное централизованное тестирование учащихся под руководством Центра тестирования выпускников. Рекомендуется засчитывать результаты государственного централизованного тестирования в качестве результатов вступительных испытаний, а также использовать тестирование наряду с обычными формами проверки при итоговой аттестации учащихся.

Тестирование обеспечивает одновременность контроля большого количества учащихся, экономию времени при ответе, минимальные затраты усилий и времени на проверку тестовых работ, предотвращение запоминания учащимися ошибочных положений. Оно дает возможность выявить индивидуальный темп обучения учащихся благодаря наличию количественных показателей успеваемости, которые можно математически обрабатывать. Показатели тестов также ориентированы на измерение степени и уровня усвоения ключевых понятий, тем и разделов учебной программы, умений, а не на конста-

тацию наличия у учащихся определенной совокупности усвоенных знаний. Стандартизированная форма оценки, используемая в тестах достижений, позволяет соотнести уровень достижений учащегося по предмету в целом и по отдельным его разделам со средним уровнем достижений учащихся в классе и уровнями достижений каждого из них. Тесты ставят всех учащихся в равные условия, используя единые критерии оценки, что приводит к снижению предэкзаменационных нервных напряжений. Существенным отличием тестов от контрольных работ является оснащение, т. е. жесткая процедура проведения, регламентирующая отношения между учащимися и учителями.

Важность проблемы тестирования давно обращала на себя внимание ученых (В. С. Аванесов¹⁻⁶, А. Анастази⁷, В. П. Беспалько⁸⁻¹¹, А. А. Кыверялг^{12, 13} и др.), занимающихся этическими аспектами тестирования, методикой изучения личности. В литературе имеются публикации, раскрывающие различные аспекты тестирования: принципы отбора содержания тестовых заданий, содержание теста и композиции тестовых заданий (В. С. Аванесов); четыре уровня возможной деятельности в зависимости от качественных особенностей дидактических задач (В. П. Беспалько); требования к тестам, преимущества и недостатки тестовых заданий, методы проверки тестов (А. А. Кыверялг); конструирование, проведение, использование тестов школьных достижений (А. Н. Майоров¹⁴⁻¹⁶).

В последние годы большое внимание уделяется проблеме тестирования в области теории и методики обучения химии. Вышел ряд работ, в которых рассматриваются: стандартизированные тесты, классифицируемые по форме их строения, метод, повышающий надежность результатов тестирования, примеры статистической обработки результатов контроля (В. И. Луцык¹⁷); типология тестов (дополнения, выборки, сличения, напоминания, группировки, ранжирования, альтернативный тест, профнаправленный тест), методика составления и использования тестов разного вида в формировании мотивации учения (М. С. Пак^{18, 19}); стандартизированные тесты, сконструированные на конкретном материале учебного предмета «химия», предназначенные для оценки уровня знаний, умений и навыков (В. В. Сорокин, Э. Г. Злотников и др.²⁰); требования к тестам обученности, характеристика эталонов к заданиям тестового типа, методика оценки.

Актуальность процесса тестирования учебных достижений учащихся по химии в средней школе вызвана необходимостью целостной реализации локальных задач предмета химии и социального заказа общества (формирование химически грамотной, допрофессионально компетентной личности, готовой к дальнейшему образованию), задач ликвидации пробелов в химических знаниях учащихся. Однако в литературе и практике обучения химии до сих пор не установлены теоретические основы (ведущие идеи, основные принципы, модель и методика) тестирования, не определены важнейшие его направления, не создана система тестирования химических знаний, предметных умений, способностей учащихся.

Тестирование нами понимается как процесс измерения качества учебных достижений учащихся. Тестирование используется как *метод контроля и оценки* качества химического образования, может служить *средством решения различных*

дидактических задач (изучение нового материала, закрепление, совершенствование и применение знаний, обобщение и систематизация, развитие способностей), а также и *средством подготовки, организации измерения, контроля, анализа, оценивания учебных достижений*.

Тест — это система разноуровневых стандартизированных заданий, позволяющих оценить качество и уровень химических знаний и предметных умений, а также выявить нереализованный интеллектуальный потенциал личности.

Учебные достижения — результат образовательного процесса, выражающийся в определенном уровне сформированности химических знаний и предметных умений школьника.

Необходимость создания концепции тестирования учебных достижений учащихся по химии в средней школе обусловлена противоречиями между социальной потребностью в формировании химически образованной, допрофессионально компетентной личности и недостаточной разработкой теоретических основ и методик измерения учебных достижений учащихся по химии; между традиционными методами контроля и оценивания по химии в средней школе и необходимостью использования современных методов тестирования, реализующих идеи интеграции, гуманизации, технологизации.

Ядро концепции тестирования учебных достижений учащихся по химии в средней школе составляют *ведущие идеи и система основных принципов*. К *ведущим идеям* мы относим: *идею интеграции* (объединение и синтез ранее разобщенных компонентов, содержания и методов, осуществляемых действий, операций, реализуемых форм и условий в целостное образование); *идею гуманизации* (психологический комфорт субъектов образования); *идею технологизации* (регулирование процесса тестирования техническими средствами, использование компьютерной техники).

К *основным принципам* мы относим *принцип технологичности* (соответствие требованиям автоматизации обучения и контроля); *принцип легитимности* (адекватность существующим нормативам и законам); *принцип транспарантности* (формулируемость результатов тестирования в терминах, понятных тестируемым); *принцип системности* (соответствие содержания тестовых заданий требованиям реализации структурно-функциональных связей); *принцип универсальности* (соответствие общеобразовательным стандартам); *принцип научной достоверности* (включение только объективно истинного содержания учебной дисциплины, поддающегося рациональной аргументации); *принцип надежности* (нечувствительность измерений тестов к неконтролируемым воздействиям); *принцип алгоритмизации* (последовательные действия, предписанные для решения задач определенного типа).

Нами разработана теоретическая модель тестирования учебных достижений учащихся, представляющая собой целостность таких компонентов, как целевой, содержательный, организационно-управленческий и результативно-оценочный.

Главной целью процесса тестирования является измерение и оценивание качества и уровня сформированности знаний и умений, необходимых для формирования химически образованной, допрофессионально компетентной личности.

Содержательный компонент процесса тестирования учебных достижений учащихся по химии включает в себя следующие блоки:

- блок-систему базовых инвариантных знаний о химических объектах (химические теории, законы, понятия, методы химической науки, язык, сырье, материалы);

- блок-предметные умения (содержательно-интеллектуальные, расчетно-вычислительные, символично-графические, химико-экспериментальные, организационно-предметные, интеллектуально-коммуникативные, методические, оценочные);

- блок-ценностные отношения (к природе, химической науке и производству, к культуре, к образованию, труду, технологии, к человеку, к его здоровью и т. д.).

Все блоки представлены различными типами тестов: выборки, опознавания, ранжирования, дополнения, напоминания, группировки псевдотесты-задачи, аналогии, «исключения лишнего», переструктурирования, последовательности, сличения.

Для реализации интегративного тестирования необходимо, чтобы содержание материала соответствовало следующим **принципам**:

- научная достоверность — включение только объективно истинного содержания учебной дисциплины, поддающегося рациональной аргументации;

- значимость — необходимость включения в тест наиболее важных ключевых элементов знания;

- технологичность — соответствие требованиям автоматизации обучения и контроля;

- надежность — нечувствительность тестовых измерений к неконтролируемым воздействиям;

- легитимность — соответствие существующим нормативам и законам;

- репрезентативность — полнота значимых элементов содержания и их достаточность для измерения и контроля;

- сбалансированность содержания теста — необходимость заданий, комплексно отображающих основные темы учебного курса;

- взаимосвязь содержания и формы — результат взаимовлияния содержания заданий с наиболее подходящей формой.

Содержание материала для тестирования носит уровневый характер.

Под уровнем усвоения учебного материала мы будем понимать определенный уровень качества сформированных знаний и умений их применять.

К таким уровням мы относим *информационно-репродуктивный* уровень качества учебных достижений, когда

мышление ученика ограничено альтернативными суждениями типа «да» — «нет», «или — или».

Ко второму уровню мы относим уровень *адаптивно-репродуктивного* характера учебных достижений, когда проверяется воспроизведение информации об объекте изучения, его свойствах; особенности на уровне памяти, уровне понимания.

Под третьим уровнем мы понимаем уровень *продуктивный*, т. е. уровень применения усвоенной информации.

Четвертый уровень — *творческий*, т. е. уровень «трансформации». Он характеризует такое овладение знаниями и умениями, при котором учащийся приобретает способность трансформировать их и решать задачи различных классов путем переноса усвоенных умений.

Теоретическая модель тестирования учебных достижений учащихся по химии в средней школе



Для контроля качества знаний и умений на каждом уроке мы используем не только тесты разного типа, но и результаты, рассчитанные на определение уровня учебных достижений.

Разработанная нами методика тестирования учебных достижений учащихся по химии в средней школе носит поэтапный характер. Он обусловлен, прежде всего, дидактическим назначением тестов. Основное *дидактическое назначение тестов* — это *средство* контроля и оценки качества химического образования, *средство* решения дидактических задач: изучение нового материала, закрепление изученного материала, оценка учебных достижений на этапах закрепления, применения, обобщения и систематизации знаний и умений, а также на этапе развития способностей.

Поэтапная методика тестирования — это использование тестов на разных этапах изучения нового материала, в зависимости от того, какой метод лежит в основе решения дидактической задачи. Например, в основе теста выборки — метод выборки.

На этапе *изучения нового материала* наиболее подходящие для проверки знаний и умений тесты дополнения, выборки, сличения, ранжирования.

На этапе *закрепления изучения нового материала* наиболее удобны тесты опознавания, тесты сличения, тесты ранжирования, псевдотесты — задачи, тесты дополнения, тесты выборки.

На этапе *совершенствования и применения знаний и умений* можно воспользоваться тестами дополнения, тестами напоминания, выборочными тестами.

На этапе *обобщения и систематизации знаний и умений* нам помогут выборочные тесты, выборочные тесты с конструктивными ответами, тест-задачи.

На этапе *развития способностей* следует работать с тестовыми заданиями на аналогии, «исключения лишнего», последовательности, переструктурирования.

Остановимся в качестве примера на изучении темы «Предельные углеводороды».

Обобщение и систематизация знаний и умений строится на следующих методах:

1. Метод выборки — задания, включающие готовые ответы, из которых учащиеся должны сделать правильный выбор.

2. Метод комбинаций — сложные задания со своеобразной композиционной структурой, позволяющей реализовать несколько инструктивных указаний (выборки, дополнения, группировки и т. п.).

3. Метод опознавания (в задании обязательно фигурирует вещество, о свойствах или характеристиках которого имеет представление учащийся).

4. Метод группировки представляет собой задание в форме перечня химических объектов, которые необходимо «рассортировать» по определенным заданным признакам. Действия учеников при выполнении тестовых заданий данного типа сводятся к выписыванию по колонкам, распределению по столбцам таблицы названий, к подчеркиванию символов, терминов и других объектов, относящихся к одному классу.

На *уроках обобщения и систематизации знаний, умений и навыков* вполне удобны для применения следующие типы тестов:

- выборочные тесты;
- выборочные тесты с конструктивными ответами (комбинированные тестовые задания);
- тесты с выбором ответов, представленных в материализованной форме (задание представлено в письменной форме, учащимся необходимо выбрать одно из изображений — график, кадр диафильма);
- тесты с выбором элементов систем, представленных в материальной форме. Вместе с вопросами (заданием), представленными в письменной форме, учащимся предъявляют изображения (схемы, графики);

• тесты с выбором характера влияния определенных факторов на данную величину (в задании предлагается ситуация, связанная с изменением аргумента в определенной функциональной зависимости, учащийся должен выбрать ответ, правильно показывающий изменение);

• тесты-задачи.

После того, как учащиеся выяснили, что области применения веществ опреде-

ляются их свойствами, продолжаем закрепление знаний теории химического строения и предельных углеводородов, повторяем общие свойства предельных углеводородов, усложняя задания.

Комбинированные тестовые задания — это более сложные задания со своеобразной композиционной структурой, позволяющей реализовать несколько инструктивных указаний (выборки, дополнения, группировки и т. п.).

Тесты с выборочным ответом

Инструкция. Выберите вариант ответа, который вы считаете правильным. Запишите рядом уравнение реакции.

1. Данное соединение называется: $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_3$

а) 2-метилпропан; б) 3-метилпропан; в) 2,2-диметилпропан; г) метилэтилпентан

Ответ: «в»

2. Предельные углеводороды вступают преимущественно в реакции:

а) присоединения; б) окисления; в) полимеризации; г) замещения

Ответ: «г»

3. Изомером 2,2-диметилбутана является вещество:

а) 2-метил 2-этилбутан; б) 2,2-диметилпентан; в) н-гексан; г) 3,3-диметилпентан

Ответ: «в»

4. Пропан вступает в реакцию:

а) полимеризации; б) окисления; в) замещения разбавленной азотной кислотой; г) присоединения

Ответ: «в»

Задание. Из приведенных ниже реакций реакцией замещения является:

а) нагревание бутана в присутствии хлорида алюминия; б) хлорирование бутана на свету; в) крекинг бутана; г) горение бутана.

Запишите рядом уравнение реакции:

Ответ: «б». $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{Cl}_2 (\text{свет}) = \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{Cl})-\text{CH}_3 + \text{HCl}$

Инструкция. Найти правильный ответ.

Задание. Назовите дату открытия Периодического закона.

1) 1881 г.; 2) 1861 г.; 3) 1765 г.; 4) 1808 г.

Ответ: 2) 1861 г.

Тест-задача

Инструкция. Обведите кружком тот вариант ответа, который считаете правильным.

Задание. Ацетилен объемом 2,24 л может присоединить при н. у. водород объемом (л): а) 9,96; б) 4,48; в) 2,24; г) 5,6.

Ответ: «б»

При систематическом изучении материала учащиеся должны справиться с альтернативным заданием.

Инструкция. Обведите кружком номер правильного ответа.

Задание. Учащиеся, выполняющие 1-й вариант, указывают свойства, характерные для метана, а выполняющие 2-й вариант — для этилена.

1. Газообразный при обычных условиях.
2. Не имеет запаха.
3. Не имеет цвета.
4. В воде мало растворим.
5. Легко сжигается.
6. В молекуле между атомами ковалентные полярные связи.
7. Проявляются кислотно-основные свойства.
8. Окисляется раствором перманганата калия.

Правильный ответ для проверки ответов учащихся.

Ответ: I вариант — 1, 2, 3, 4, 5, 6. II вариант — 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8.

На уроках обобщения и систематизации знаний, умений и навыков с целью развития способностей учащихся можно использовать следующие методы:

- выборочные тесты с конструктивными ответами;
- аналогии, «исключения лишнего», тесты последовательности (тесты интеллекта);
- структурирования — выбрать и определить, что общего и в чем различие у того ли иного признака.

Приведем примеры.

Инструкция. Выберите правильный ответ.

Задание: При действии избытка бромоводорода на бутин-1 образуется:

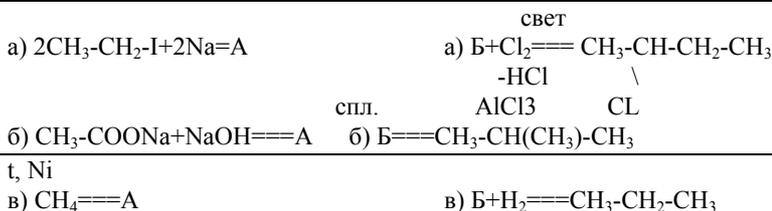
а) 2 бромбутен-1; б) 2,2 дибромбутан; в) 1-бромбутен-1; г) 1,1 дибромбутан

Ответ: «г»

Тесты соответствия. (Задания «исключения лишнего»)

Инструкция. Из предложенных вариантов ответов выберите один и укажите номер.

Задание. В указанных ниже схемах реакций вещество А идентично веществу Б в случае:



Ответ: «а»

1) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH} + \text{Br}_2 = \text{A}$	Б + KOH (спирт) $\text{pp} = \text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}$
2) $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{C} - \text{CH}_3 + \text{HCl} = \text{A}$	Б + $\text{Cl}_2 (h\nu) = \text{H}_3\text{C} - \text{C}(\text{Cl}) = \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

Ответ: «1»

Тест-задача

1. Алкан, имеющий плотность паров по водороду 64, имеет формулу...
 2. Структурные формулы всех предельных углеводородов, плотность паров которых по водороду равна 50...
 3. Из нижеперечисленных соединений:
 1) бутан; 2) 2-метилнонан; 3) гептан; 4) 2,2,3-триметилбутан; 5) 2-этилпентан:
 а) гомологи: ... ; б) изомеры: ...

Пример тестового задания «аналогии».

При бромировании этана на свету образуется *бромэтан*, а при бромировании пропана на свету образуется... Уравнение реакции...

Ответ: 2-бромпропан. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 + \text{Br}_2 = \text{CH}_3 - \text{CH}(\text{Br}) - \text{CH}_3 + \text{HBr}$

При взаимодействии йодэтана с мелкоизмельченным металлическим натрием образуется бутан, а при взаимодействии 2-бромпропана с мелкоизмельченным металлическим натрием образуется...

Ответ: 2,2 диметилбутан. $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$

При щелочном плавлении ацетата натрия с гидроксидом натрия образуется *метан*, а при щелочном плавлении пропионата натрия образуется... Написать уравнение реакции.

Ответ: этан. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COONa} + \text{NaOH} = \text{CH}_3 - \text{CH}_3 + \text{NaOH}$

При нитровании метана разбавленной азотной кислотой при нагревании и под давлением образуется *нитрометан*, а при нитровании пропана образуется...

Ответ: 2-нитропропан. $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{NO}_2) - \text{CH}_3$

Тестовые задания «исключения лишнего»

Инструкция. Подчеркните в каждом ряду вещество, которое отличается от остальных нижеперечисленных по какому-то признаку.

Задание.

а) CH_4	C_2H_4	C_3H_8	C_4H_{10}
б) CH_2Cl_2	CHCl_3	CH_3Cl	COCl_2
в) бромная вода	перманганат калия	разбавленная азотная кислота	водород

Ответ: а) C_2H_4 ; б) COCl_2 ; в) разбавленная азотная кислота

Тестовое задание «последовательности»

Инструкция. Подчеркните ряд, в котором вещества располагаются в порядке возрастания молекулярных масс.

Задание

1) пентан	гексан	октан	бутан
2) этан	октан	пентан	метан
3) пропан	пентан	октан	нонан
4) декан	гексан	гептан	октан

Ответ: 3) пропан, пентан, октан, nonan.

Инструкция. Подчеркните ряд веществ, в которых указаны химические реакции, характерные для предельных углеводородов.

Задание

а) замещения	присоединения	окисления	изомеризации
б) горения	замещения	крекинга	разложения
в) присоединения	окисления	полимеризации	озонирования

Ответ: «б»

Тестовое задание на структурирование

Инструкция. Из предложенного перечня выбрать общий признак. Написать примеры уравнений реакции.

Задание

Перечень	Общий признак	Пример уравнения
1. Присоединения, замещения, окисления		
2. Радикальное замещение, электрофильное присоединение, нуклеофильное присоединение		
3. Хлорирование на свету, нитрование разбавленной азотной кислотой, изомеризация, крекинг		
4. Щелочное плавление солей карбоновых кислот, гидрирование предельных углеводородов, взаимодействие галогенопроизводных предельных углеводородов с мелкодробленным металлическим натрием		
5. н-гексан; 2,2 диметилбутан, 3-метилпентан		
6. пентан; гексан, гептан		
7. перв-бутил; втор-бутил; трет-бутил		

Ответ:

Общий признак	Пример уравнения реакции
1. Тип реакции	
2. Механизм реакции	
3. Химические свойства предельных углеводородов	
4. Способы получения предельных углеводородов	
5. Изомеры	
6. Гомологи	
7. Радикалы, которые может образовать бутан	

Перед проведением контрольной работы учащимся предлагается тест-обобщение по теме «Предельные углеводороды».

ПРИМЕЧАНИЯ

- ¹ *Аванесов В. С.* Композиция тестовых заданий // *Химия в школе.* 1993. № 1.
- ² *Аванесов В. С.* Методологические и теоретические основы тестового педагогического контроля: Дис. ... д-ра пед. наук. СПб., 1994.
- ³ *Аванесов В. С.* Научные проблемы тестового контроля знаний. М., 1994.
- ⁴ *Аванесов В. С.* Основы научной организации педагогического контроля в высшей школе. М., 1989.
- ⁵ *Аванесов В. С.* Содержание тестов — теоретический анализ // *Химия в школе.* 1994. № 2.
- ⁶ *Аванесов В. С.* Тесты в социологических исследованиях. М., 1982.
- ⁷ *Анастаси А.* Психологическое тестирование: Кн. 1 / Под ред. К. М. Туркевича, В. И. Лубовского. М., 1982.
- ⁸ *Беспалько В. П.* Программированное обучение. Дидактические основы. М., 1970.
- ⁹ *Беспалько В. П.* Опыт разработки критериев качества усвоения знаний учащимися // *Методы и критерии оценки знаний, умений и навыков при программированном обучении.* М., 1969. С. 116.
- ¹⁰ *Беспалько В. П.* Основы теории педагогических систем. Воронеж, 1977. С. 304.
- ¹¹ *Беспалько В. П.* Слагаемые педагогической технологии. М., 1989. С. 422.
- ¹² *Кыверялг А. А.* Вопросы методики педагогических исследований. Таллин, 1971.
- ¹³ *Кыверялг А. А.* Методы исследования в профессиональной педагогике. Таллин, 1980.
- ¹⁴ *Майоров А. Н.* Конструирование заданий для тестов школьных достижений. СПб., 1995.
- ¹⁵ *Майоров А. Н.* Тесты школьных достижений как средство аттестации учащихся: Дис. ... канд. пед. наук. СПб., 1997.
- ¹⁶ *Майоров А. Н.* Требования к тестам школьных достижений. СПб., 1996.
- ¹⁷ *Луцык В. Л.* Тестирование на занятиях по общей и неорганической химии. Киев, 1979.
- ¹⁸ *Пак М. С.* Познавательные задания по химии в формировании мотивации учения: Сб. статей «Проблемы мотивации в преподавании предметов естественнонаучного цикла». СПб., 1998.
- ¹⁹ *Пак М. С., Беляева Н. Ю.* Тестовые задания в формировании пропедевтических эколого-химических знаний у младших школьников. СПб., 1999.
- ²⁰ *Сорокин В. В., Злотников Э. Г.* Химия в тестах: Пособие для школьников и абитуриентов. СПб., 1996.

M. Toletova, M. Pak, O. Gherasimova

METHODOLOGY OF ACHIEVEMENT TESTING IN CHEMISTRY

The basic ideas and principles of achievement testing in Chemistry at secondary schools are defined. A theoretical model of testing in chemistry, its stages, and assessment is developed and described.