

УДК 372.854

Александра Григорьевна Брусянина
Яна Андреевна Батенева
Надежда Владимировна Шарыпова
г. Шадринск

Использование цифровых датчиков как средства формирования химической грамотности обучающихся при изучении органической химии

В статье описаны структурные компоненты химической грамотности и ряд педагогических условий, способствующих ее формированию. Авторы акцент делают на использовании цифровой лаборатории как средства формирования химической грамотности и в качестве примера предлагают разработку комплексного задания по формированию и оцениванию химической грамотности обучающихся при изучении органической химии. В основе построения комплексного задания лежит модель заданий по оцениванию естественно-научной грамотности. Комплексное задание содержит контекст, теоретические вопросы и химические опыты. В один из опытов включена работа с цифровым датчиком температуры лаборатории «Vernier». Каждому заданию дана характеристика с описанием содержательной и компетентностной области оценки, вид контекста, уровень сложности и формат ответа, а также представлена система оценивания. Задания прошли апробацию в рамках учебной практики, по результатам которой сделан вывод, что использование датчиков цифровой лаборатории положительно влияет на уровень сформированности химической грамотности, улучшает знания и практические навыки обучающихся.

Ключевые слова: химическая грамотность, цифровая лаборатория Vernier, цифровые датчики по химии, образовательный процесс, органическая химия, школьный курс химии, контекстное задание по химии, химические опыты.

Исследование выполнено при финансовой поддержке научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям деятельности вузов партнеров ЮУрГГПУ и ШГПУ в 2025 году по теме «Формирование химической грамотности в области органической химии средствами Педагогического технопарка «Кванториум» (естественнонаучное направление)» (№16-337 от 29 мая 2025 г.).

Alexandra Grigorievna Brusyanina
Yana Andreevna Bateneva
Nadezhda Vladimirovna Sharypova
Shadrinsk

Using digital sensors as a means of promoting chemical literacy in organic chemistry

The article describes the structural components of chemical literacy and a number of pedagogical conditions that contribute to its formation. The authors emphasize the use of a digital laboratory as a means of forming chemical literacy and, as an example, propose the development of a comprehensive task for the formation and assessment of students' chemical literacy in the study of organic chemistry. The construction of the comprehensive task is based on a model of tasks for assessing scientific literacy. The comprehensive task includes context, theoretical questions and chemical experiments. One of the experiments includes working with the Vernier digital temperature sensor. Each task is characterized by a description of the content and competency area of assessment, the type of context, the level of difficulty and the format of the response as well as a grading system. The tasks have been tested during training sessions and the results have shown that using digital laboratory sensors has a positive impact on the level of chemical literacy, improving students' knowledge and practical skills.

Keywords: chemical literacy, Vernier digital laboratory, digital chemistry sensors, educational process, organic chemistry, school chemistry course, contextual chemistry task, and chemical experiments.

Введение. На современном этапе развития общества использование цифровых лабораторий, в том числе и цифровой лаборатории «Vernier», в образовательном процессе обучающихся становится одним из важных средств обучения, которые способствуют развитию химической грамотности при изучении органической химии школьниками в десятом классе. Современные цифровые лаборатории позволяют ускорить процесс проведения исследований обучающимися, повышая точность и наглядность результатов, обеспечивая возможность интерактивного взаимодействия учителя с обучающимися в рамках урочной, так и внеурочной деятельности.

Опираясь на труды Г. С Качаловой [5], И. В. Шутовой, М. С. Пак [14], А. С. Макаровой, Е. И. Кудрявцевой [9], Н. В. Шарыповой [11; 12], С. П. Петрушкиной [10], Н. А. Грумовой [1] и др., под химической грамотностью понимаем способность человека применять систему химических знаний для безопасного и эффективного использования веществ и материалов в повседневной жизни, а также для объяснения химических явлений, происходящих в природе, быту и на производстве. Химическая грамотность рассматривается как необходимая ступень образованности личности, приобретенная в процессе систематизированной учебной деятельности, направленной на овладение знаниями и умениями, необходимыми для осуществления жизнедеятельности, безопасной для здоровья человека и окружающей среды.

Структура химической грамотности учащихся состоит из гносеологического, праксиологического и мотивационного компонентов (табл. 1) [10].

Таблица 1

Структура химической грамотности

Гносеологический компонент (знания)	Праксиологический компонент (умения)		Мотивационный компонент
	предметные	общеучебные	
знания научного познания веществ и химических явлений	пользование химическим языком	интеллектуальные	мотивы учебной деятельности
знания химического языка	выполнение химического эксперимента	организационно-познавательные	способность к дальнейшему самообразованию по химии
знания неорганической химии			
знания основ теоретической химии	решение химических задач		отношение к учению
знания органической химии			
знания экспериментальных основ химии			
знания главы «Химия и жизнь»			

Гносеологический компонент – это знание о том, какими способами можно получить знания. В содержание гносеологического компонента учащихся по химии включают:

1. Понятия: углеводороды, структурная формула, изомерия, гомологи, гомологический ряд, функциональная группа и другие понятия.
2. Теории и законы: теория химического строения А. М. Бутлерова, теория кислот и оснований, и другие.

3. Фактический материал: строение органических веществ, номенклатура, физические и химические свойства органических веществ, реакции в органической химии, углеводороды, способы получения органических веществ и т.д.

4. Химический язык: знаки химических элементов, химические термины, номенклатура органических веществ.

5. Методы химической науки: общенаучные (описание, наблюдение, моделирование, прогнозирование, анализ, синтез) и химические (химический эксперимент).

6. Вклад ученых: Д.И. Менделеев, А.М. Бутлеров, В.В. Марковников и др.

7. Знания экспериментальных основ органической химии [6; 7].

Проксиологический компонент в химической грамотности обучающихся – это умение применять полученные знания на практике для решения реальных задач. Обучающиеся должны уметь проводить химические опыты, анализировать результаты экспериментов и применять полученные знания в повседневной жизни. Также важно развивать умение работать в команде и сотрудничать с другими людьми для достижения общих целей [10]. В работе авторы опираются на классификацию учебных умений, предложенную М.В. Зуевой, которая выделяет умения предметные, общеучебные (интеллектуальные, организационно-познавательные) и практические [4]. К предметным умениям отнесено пользование химическим языком, выполнение химического эксперимента и решение химических задач.

Мотивационный компонент является основой химической грамотности и формирует внутренние стимулы к познавательной деятельности. Он включает: учебно-познавательные мотивы (интерес к самому процессу изучения химии); готовность к самостоятельному поиску и усвоению информации; осознание личностной и социальной значимости химических знаний.

Этот компонент раскрывает перед учащимися практическую ценность предмета, демонстрируя его роль в контексте будущих профессий, великих научных открытий и решения глобальных проблем современности, таких как экология, медицина и энергетика [10].

Компоненты химической грамотности взаимосвязаны и взаимозависимы, поэтому только обеспечение единства компонентом химической грамотности обучающихся будет способствовать процессу ее формирования.

Формирование химической грамотности у школьников достигает наибольшей эффективности при комплексном соблюдении ряда педагогических условий:

1. Сформированность устойчивой внутренней мотивации к изучению предмета.

2. Высокий уровень профессиональной компетентности педагога, включающий умение адаптировать сложный материал и стимулировать познавательный интерес.

3. Систематическое включение в учебный процесс практико-ориентированной деятельности, в частности, экспериментальной работы, обеспечивающей глубокое понимание теоретических основ.

4. Создание условий для применения знаний в новых, нестандартных ситуациях через проектную деятельность, участие в олимпиадах и иных формах внеурочной работы.

5. Обеспечение современной материально-технической и ресурсной базы, включающей актуальные учебные материалы, цифровые образовательные ресурсы и оборудованную лабораторию [5].

Исследовательская часть. Целью исследования является изучение особенностей использования цифровых датчиков как средства формирования химической грамотности обучающихся при изучении органической химии. В данном исследовании акцент сделан на использовании современных средств обучения химии – цифровой лаборатории. Рассмотрим, что такое цифровая лаборатория «Vernier» и ее влияние на развитие химической грамотности при изучении органической химии на примере 10 класса.

Цифровая лаборатория «Vernier» – комплект учебного оборудования, включающий в себя мультидатчик и разные по функциональным способностям цифровые датчики, способные передавать числовые значения на экран компьютера.

Цифровая лаборатория «Vernier» включает в себя два комплекта оборудования: ученический и преподавательский. Первый комплект предназначен для проведения ученических опытов и экспериментов с целью освоения практических навыков работы с цифровыми датчиками данной лаборатории. Преподавательский комплект содержит расширенный перечень цифровых датчиков, большинство из которых учитель может использовать для проведения демонстрационных опытов на уроках химии и во внеурочной деятельности, в том числе и по органической химии [3].

Внедрение современных цифровых датчиков способствует приобретению и закреплению новых знаний в ходе практико-ориентированной деятельности у обучающихся по органической химии. Проведение разных лабораторных опытов, связанных с повседневной жизнью человека и окружающей его средой, позволяет искать ответы на конкретные задачи и вопросы. Такие опыты с применением датчиков цифровых лабораторий, в том числе «Vernier», способствуют формированию химической грамотности обучающихся, развивая у них способность понимать и объяснять разные химические процессы, закономерности и явления окружающей среды [2].

И.В. Шутова отмечает, что критерием оценки качества химического образования школьников может выступать функциональная грамотность [13], в том числе и химическая грамотность как часть естественно-научной грамотности. Она предполагает глубокое понимание основных законов химии, умение применять теоретические знания на практике, способность анализировать химические процессы и явления, а также грамотно интерпретировать полученные данные. Благодаря проведению лабораторных опытов с использованием цифровой лаборатории «Vernier» обучающиеся получают возможность не только закрепить теоретические знания, но и применить их на практике при изучении школьного курса химии.

Рассмотрим пример задания по оценке химической грамотности в области органической химии для обучающихся 10 класса с использованием датчиков цифровой лаборатории «Vernier» (датчик температуры). При разработке заданий за основу была взята модель заданий по оцениванию естественно-научной грамотности обучающихся [5].

Комплексное задание включает в себя скрытый научный контекст, предполагающий наличие знаний о молекулярном строении и физико-химических свойствах исследуемого вещества, происходящих явлениях, а также умение связывать теоретические представления с повседневными жизненными ситуациями. Обучающимся предлагается проанализировать ситуацию, установить причину наблюдаемых явлений и предложить обоснованные объяснения, используя химические знания по органической химии.

Например, сконструированное комплексное задание: «Известно, что вещество X относится к классу Кетоны и является хорошим растворителем лака для ногтей, позволяя людям легко снимать старый слой с ногтей. Однако, при разведении засохшего лака в пузырьке этим веществом, мы часто наблюдаем, что покрытие становится неравномерным и плохо распределяется на поверхности ногтевой пластины».

Задание 1. Дайте название неизвестного вещества и составьте его шаростречневую модель (либо масштабную полусферическую модель Стюарта-Бриглеба, либо скелетную модель Дрейдинга), используя имеющиеся наборы для сборки молекул органических веществ.

Характеристика и система оценивания первого и последующих заданий представлены в таблицах 2-4.

Таблица 2

Характеристика и система оценивания задания 1

Характеристика задания:

- Содержательная область оценки: химия (органическая химия, строение веществ)
- Компетентностная область оценки: естественно-научная грамотность (интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов), химическая

грамотность (знания органической химии, знания главы «Химия и жизнь»)	
• Контекст: моделирование молекул органических веществ	
• Уровень сложности: легкий	
• Формат ответа: шаростержневая модель	
• Объект оценки: максимальный балл – 1	
Система оценивания:	
Балл	Содержание критерия
1	Модель составлена верно, без ошибок.
0	Модель неверная или отсутствует.

Задание 2. Учитель на уроке химии предлагает обучающимся определить вещество X с помощью проведения качественной реакции на карбонильную группу. Проведите предложенный ниже опыт, проанализируйте его результат и запишите уравнение химической реакции.

Описание опыта: из колбы без подписи в пробирку налить 2 мл вещества X и добавить по несколько капель раствора гидроксида натрия и раствора Люголя до изменения окраски полученного осадка [8].

Таблица 3

Характеристика и система оценивания задания 2

Характеристика задания:

- Содержательная область оценки: химия (органическая химия, окислительно-восстановительные реакции)
 - Компетентностная область оценки: естественно-научная грамотность (научное объяснение явлений); химическая грамотность (знания органической химии, знания экспериментальных основ химии, выполнение химического эксперимента)
 - Контекст: химические свойства ацетона
 - Уровень сложности: сложный
 - Формат ответа: проведение опыта, составление уравнения химической реакции, вывод
 - Объект оценки: максимальный балл – 3

Система оценивания:

0	Неверный метод проведения опыта или отсутствие ответа.
---	--

Задание 3. Используя цифровой датчик температуры, объясните, почему при разведении засохшего лака в пузырьке неизвестным веществом X, мы часто наблюдаем, что покрытие становится неравномерным и плохо распределяется на поверхности ногтя? Какова температура кипения неизвестного вещества X?

Вариант правильного ответ: равномерное распределение лака на ногтях обеспечивается оптимальной вязкостью и временем высыхания состава. Именно, поэтому одним из компонентов лака выступает ацетон, характеризующийся низкой температурой кипения (около 56°C). Его высокая скорость испарения приводит к резкому снижению вязкости, вследствие чего разведённый таким образом лак наносится на ногти неравномерно.

Таблица 4

Характеристика и система оценивания задания 3

Характеристика задания:	
<ul style="list-style-type: none"> • Содержательная область оценки: химия (органическая химия, строение веществ) • Компетентностная область оценки: естественно-научная грамотность (понимание особенностей естественно-научного исследования), химическая грамотность (знания органической химии, знания экспериментальных основ химии, выполнение химического эксперимента) • Контекст: химические свойства ацетона • Уровень сложности: средний • Формат ответа: проведение опыта, ответ на вопрос • Объект оценки: максимальный балл – 3 	
Система оценивания:	
Балл	Содержание критерия
3	<p>Техника проведения опыта не нарушена, дан верный ответ.</p> <p>Для того чтобы лак ровно ложился на ногти, он должен иметь оптимальную вязкость и время высыхания. Поэтому в состав лака входит ацетон, у которого низкая температура кипения – 35°C, поэтому он быстро испаряется, и лак, разбавленный им, неровно ложится на ногти.</p>
2	Техника проведения опыта незначительно нарушена, дан верный ответ.
1	Техника проведения опыта не нарушена, но неверный ответ или отсутствие ответа.
0	Неверное объяснение или отсутствие ответа.

Данный тип заданий учитель может применять на уроке химии при разборе темы «Альдегиды и кетоны» с применением современных цифровых датчиков лаборатории. Комплексное задание предложенного формата способствует формированию и развитию химической грамотности путем глубокого понимания свойств органических соединений и влияние внешних факторов на физические характеристики исследуемых веществ.

Анализируя все три задания можно выделить, что они содержат содержательное знание (органическая химия, строение вещества, окислительно-восстановительные реакции) и в них описываются физические системы (химические вещества). Формируемой и проверяемой компетентностной областью является научная интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов, объяснение явления, т.е. объяснение химического эксперимента, понимание особенностей естественно-научного исследования. Химическая грамотность: знания органической химии, знания главы «Химия и

жизнь»; знания экспериментальных основ химии, выполнение химического эксперимента. Контекст данного задания – моделирование молекул органических веществ, химические и физические свойства ацетона; описывается химическое вещество, применяемое человеком в быту. Уровень сложности данного задания является средним.

Система оценивания заданий. Максимальный балл за все задания – 7. Правильно составленная модель без ошибок в первом задании оценивается в один балл. Второе задание: верно записано уравнение химической реакции, указаны ее признаки и техника выполнения опыта не нарушена – 3 балла; при незначительных нарушениях техники выполнения опыта – 2 балла; если есть ошибки в написании уравнения реакции и нарушения техники безопасности – 1 балл; неверный метод проведения опыта или отсутствие ответа – 0 баллов.

Оценка выполнения практической части второго и третьего задания осуществляется учителем в ходе проведения опытов. Они оцениваются по трехбалльной шкале, согласно установленным критериям оценивания. Максимальное количество баллов при выполнении данных заданий составляет 3 балла, если соблюдены правила техники выполнения лабораторного опыта и дан верный ответ на теоретический вопрос; 2 балла – если незначительно нарушена техника проведения опыта, но при этом дано верное объяснение на вопрос; 1 балл – если выполнена только экспериментальная часть задания с незначительными техническими ошибками при проведении опыта, неверный теоретический ответ или его отсутствие; 0 баллов – в случае грубых нарушений правил техники выполнения опыта, неверный ответ или его отсутствие. Установленная система оценивания теоретического и практического заданий позволяет учителю объективно оценивать достижения каждого ученика, выявляя слабые места и акцентируя внимание на важных аспектах образовательного процесса при изучении органической химии обучающимися 10 класса.

Аналогичные комплексные задания на формирование химической грамотности, в практическую часть которых было включено использование цифровых датчиков, разработаны по темам «Карбоновые кислоты» и «Углеводы» и апробированы в рамках учебной практики. Анализ ответов обучающихся и выполнения химических опытов показал положительную динамику уровня сформированности химической грамотности. Таким образом, решение комплексных заданий с использованием цифровых датчиков позволяет школьникам применить знания по органической химии и практические навыки в жизненных ситуациях.

Правильное применением цифровой лаборатории «Vernier» на уроке предполагает, прежде всего, организацию целенаправленных наблюдений под руководством педагога. Учителю важно заранее сообщать школьникам цели и задачи предстоящих исследований. Проведение таких исследований с применением датчиков цифровой лаборатории «Vernier» перед самостоятельной деятельностью, способствует формированию у них четкого представления о правилах и последовательности действий.

В заключении необходимо отметить, что использование цифровых датчиков по химии в образовательном процессе при проведении лабораторных опытов и включение их в комплексные задания по формированию и оцениванию химической грамотности положительно влияют на уровень ее сформированности, способствуют лучшему усвоению школьного материала по органической химии и развитию практических навыков обучающихся. А владение основами химической грамотности в свою очередь ведет к правильному использованию органических веществ на производстве, в быту и сельском хозяйстве, для решения реальных проблем в повседневной жизни.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Грумова, Н.А. Методы и средства формирования естественнонаучной грамотности учащихся при обучении химии / Н.А. Грумова. – Текст : непосредственный // Школа будущего. – 2021. – № 4. – С. 62–73.
2. Дорофеев, М.В. Принципы эффективного применения цифровых лабораторий / М.В.

- Дорофеев, А.И. Зимина, Ю.Б. Стунеева. – Текст : непосредственный // Химия в школе. – 2010. – № 2. – С. 55–63.
3. Жилин, Д.М. Цифровая лаборатория по химии : метод. руководство по работе с комплектом / Д.М. Жилин. – Москва : Максспейс, 2013. – 96 с. – URL: <https://rusist.info/book/10004551> (дата обращения: 26.09.2025). – Текст : электронный.
4. Зуева, М.В. Совершенствование организации учебной деятельности школьников на уроках химии / М.В. Зуева. – Москва : Просвещение, 1989. – С. 36. – Текст : непосредственный.
5. Качалова, Г.С. Задания для формирования и оценки сформированности естественно-научной грамотности (на материале химии) : учеб.-метод. пособие / Г.С. Качалова. – Новосибирск : Изд-во НГПУ, 2021. – 110 с. – Текст : непосредственный.
6. Качалова, Г.С. Формирование химической грамотности обучающихся / Г.С. Качалова. – Текст : непосредственный // Сибирский учитель. – 2024. – № 6(157). – С. 80–85.
7. Качалова, Г.С. Химическая грамотность как компонент естественно-научной грамотности обучающихся / Г.С. Качалова. – Текст : непосредственный // Вестник педагогических инноваций. – 2021. – № 3(63). – С. 77–85.
8. Кинжалов, М.А. Органическая химия : Практические работы для школьников : учеб.-метод. пособие / М.А. Кинжалов, Н.В. Ростовский. – Санкт-Петербург : Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 2019. – 68 с. – Текст : непосредственный.
9. Макарова, А.С. Химическая грамотность школьника / А.С. Макарова, Е.И. Кудрявцева. – Текст : непосредственный // Химия. – 2016. – С. 21–24.
10. Петрушина, С.П. Сущность и структура химической грамотности учащихся общеобразовательной школы / С.П. Петрушина. – Текст : непосредственный // Вестник ЮУрГПУ. – 2009. – № 11-2. – С. 131–137.
11. Рассказова, К.Ж. Особенности формирования и развития понятий о высокомолекулярных соединениях при изучении химии в общеобразовательной школе / К.Ж. Рассказова, Н.В. Шарыпова. – Текст : электронный // Вестник Шадринского государственного педагогического университета. – 2022. – № 3(55). – С. 117–120. – URL: <https://vestnikshspu.ru/journal/article/view/980/758> (дата обращения: 16.08.2025).
12. Соловьева, А.Л. Применение цифровой лаборатории по химии при изучении термодинамики химических реакций / А.Л. Соловьева, Н.В. Шарыпова, Я.А. Батенева. – Текст : электронный // Учёные записки Шадринского государственного педагогического университета. – 2023. – № 2(2). – С. 212–216. – URL: <https://uzshshspu.ru/journal/article/view/134/166> (дата обращения: 16.08.2025).
13. Шутова, И.В. Методика оценивания функциональной грамотности учащихся в процессе обучения химии : дис. ...канд. пед. наук: 13.00.02: защищена 19.06.03 / Шутова Ирина Владимировна. – Санкт-Петербург, 2003. – 183 с. – Текст : непосредственный.
14. Шутова, И.В. Оценивание функциональной грамотности учащихся по химии / И.В. Шутова, М.С. Пак. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы модернизации многоуровневого химико-педагогического и химического образования : 50 Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, 9–12 апр., 2003. – Санкт-Петербург, 2003. – С. 58–61.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

А.Г. Брусянина, студентка 5 курса, обучающаяся по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (образовательная программа «Биология», «Химия»), ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет», г. Шадринск, Россия, e-mail: alexa.brusyanina2003@gmail.com.

Я.А. Батенева, студентка 5 курса, обучающаяся по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (образовательная программа «Биология», «Химия»), ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет», г. Шадринск, Россия, e-mail: ianamis@mail.ru.

Н.В. Шарыпова, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой

биологии и географии с методикой преподавания, ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет», г. Шадринск, Россия, e-mail: sharnadvla@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

A.G. Brusyanina, 5th year Student, field of training 44.03.05 Pedagogical education (with two profiles) (educational program “Biology”, “Chemistry”), Shadrinsk State Pedagogical University, Shadrinsk, Russia, e-mail: alexa.brusyanina2003@gmail.com.

Ya.A. Bateneva, 5th year Student, field of training 44.03.05 Pedagogical education (with two profiles) (educational program “Biology”, “Chemistry”), Shadrinsk State Pedagogical University, Shadrinsk, Russia, e-mail: ianamis@mail.ru.

N.V. Sharypova, Ph.D. in Biological Sciences, Associate Professor, Department Chair, Department of Biology and Geography with Teaching Methods, Shadrinsk State Pedagogical University, Shadrinsk, Russia, e-mail: sharnadvla@yandex.ru.