

# Интеграция химии и музыки как средство организации обучения химии в классах музыкального направления

**Е. Я. Аршанский,**

профессор кафедры химии Витебского государственного университета имени П.М. Машерова  
доктор педагогических наук,  
профессор,

**Ю. С. Сусед-Виличинская,**  
доцент кафедры музыки Витебского государственного университета имени П. М. Машерова  
кандидат педагогических наук, доцент

В статье раскрываются методические особенности организации обучения химии в музыкальных классах на основе интеграции химии и музыки.

**Ключевые слова:** методика обучения химии и музыке, интеграция в образовании, явление периодичности, периодический закон Д. И. Менделеева, средства музыкальной выразительности, музыкальное наследие А. П. Бородина и Л. ван Бетховена.

The article reveals methodological peculiarities of teaching chemistry in conditions of music classes on the basis of chemistry and music integration.

**Keywords:** methods of teaching chemistry and music, integration in education, periodicity phenomenon, periodic law by D. I. Mendeleev, means of musical expression, musical heritage of A. P. Borodin and L. van Beethoven.

Широкое введение профильного обучения в учреждениях общего среднего образования требует разработки теоретической базы и соответствующего учебно-методического обеспечения. Практически не исследованной является проблема организации обучения химии и другим естественнонаучным предметам в классах музыкального направления. Идея гуманизации образования предполагает отбор содержания и использование таких форм и методов образовательного процесса, которые соответствуют возрастным и психофизиологическим особенностям учащихся, их склонностям, способностям и интересам. При этом каждый учебный предмет вносит свой вклад в культурный багаж любого образованного человека.

В основе учебной деятельности лежат интеллектуальные или общие умственные способности, которые включают в себя: способность понимать идеи и выражать в словах свои мысли; предвидеть, решать проблемы, планировать действия; использовать свой опыт, память; быстро и правильно производить счётные операции; способность к пространственным представлениям, восприятию пространственных отношений и связей; усматривать сходство и различие в предметах и явлениях.

Специальные способности также имеют свою структуру и проявляются в отдельных частных способностях. Они обычно рассматриваются в рамках структуры личности, так как именно её типологические свойства являются природной основой индивидуальных различий между людьми и определяют динамику протекания умственной деятельности, умственную работоспособность, склонность к какой-либо деятельности [2].

Химические способности Д. А. Эпштейн об разно определил как комплекс «химической головы» и «химических рук» [11]. Детальный анализ способностей учащихся к изучению химии представлен в работе Л. А. Коробейниковой и Г. В. Лисичкина [4]. Авторы выделяют следующие химические способности:

- точное ощущение и восприятие внешних свойств веществ (цвет, запах, дисперсность)

- и изменений, происходящих в ходе химических превращений;
- хорошая координация движений, способность к автоматизму в работе руками, быстрота реакции, развитое ощущение времени и пространства;
- хороший глазомер в оценке массы и объёма, наблюдательность;
- аналитико-синтетические качества ума, развитое ассоциативное мышление, способность к абстрагированию, оперированию символами и числами;
- развитое образное мышление, богатое пространственное воображение;
- подвижность мыслительных процессов, большой объём внимания, ситуационная сообразительность;
- развитая логическая, терминологическая и механическая память.

Музыкальные способности учащихся детально обсуждаются в исследованиях Б. М. Теплова [9]. Он выделяет следующие способности к музыке:

- музыкально-ритмическое чувство (способность активно переживать музыку и отражать её в движении, тонко чувствовать эмоциональную выразительность временного хода музыкального движения);
- музыкальный слух и ладовое чувство (эмоциональный компонент музыкального слуха);
- образная эмоциональная и музыкальная память;
- сочетание ассоциативного образного мышления с абстрактно-теоретическим;
- творческое воображение, богатая фантазия, способность к импровизации.

Сопоставив способности к музыке с химическими способностями, можно определить общие способности, на которые необходимо опираться при обучении химии в классах музыкального направления. К ним, прежде всего, следует отнести:

- аналитико-синтетические качества ума;
- развитое образное и ассоциативное мышление;
- большой объём внимания;
- сituационную сообразительность;
- хорошую координацию движений, способность к автоматизму в работе руками.

Таким образом, строить обучение химии в музыкальных классах необходимо, опираясь на психологические основы организации образовательного процесса. При этом важно подчеркнуть, что образование предполагает определённое знакомство с культурой, неотъемлемой частью которой является музыка. Известно немало примеров из жизни политиков, учёных, врачей, инженеров, представителей любой сферы деятельности, находивших отдых в игре на скрипке, виолончели, фортепиано, гитаре, в сочинении песен, посещении концертов классической музыки, домашнем музенировании. Обретая таким образом душевное равновесие, обогащаясь духовно, они более успешно реализовывали свои творческие возможности в профессиональной сфере. Музыка сопровождала жизненный и творческий путь и учёных-химиков: одни из них любили слушать музыку, другие — сами играли на музыкальных инструментах, трети — сочиняли музыкальные произведения [1].

Русский композитор А. П. Бородин, автор оперы «Князь Игорь», многих симфоний и струнных квартетов, был профессором химии. Очень любил музыку и Д. И. Менделеев. Не случайно музыкальный критик В. В. Стасов назвал его «музыкальной натурой». Большими музыкальными способностями обладал немецкий химик В. Оствальд, который по вечерам любил играть на скрипке или на рояле, а также был отличным виолончелистом. Таким образом, две такие, казалось бы, несоприкасаемые области, как музыка и химия, имели огромное значение в жизни, творчестве и научной деятельности многих известных людей. Даже явление периодичности, которое большинство людей связывают только с химией, имеет место в музыкальных произведениях.

Периодический закон был открыт в 1869 году Д. И. Менделеевым, который взял за основу систематизации элементов их атомный вес (более точно — относительную атомную массу). Следует отметить, что поиски систематизации химических элементов начали учёные разных стран задолго до открытия периодического закона Д. И. Менделеевым. Его предшественниками по праву являются И. Деберейнер (Германия), А. Шанкуртуа (Франция), Дж. Ньюлендс (Англия) и Л. Мейер (Германия).

И. Деберейнер предпринял первую попытку систематизации элементов. Он объединил сходные по свойствам химические элементы по три в группы, которые назвал триадами. Однако ему не удалось разбить на триады все известные тогда элементы, и связи между триадами Деберейнер не нашёл.

А. Шанкурута располагал все известные в то время химические элементы в порядке возрастания их атомных масс по спирали, нанесённой вокруг цилиндра. Недостатком спирали А. Шанкуруты было то, что на вертикальной линии этого цилиндра оказались близкие и совершенно отличные по свойствам химические элементы.

Ещё ближе к открытию периодического закона подошёл Дж. Ньюлендс, который предложил так называемый закон октав. Именно так он назвал свою систему расположения химических элементов по возрастанию их атомных масс. Он считал, что близкие по свойствам химические элементы, как и одинаковые ноты в музыкальной октаве, можно обнаружить через семь: восьмая ступень последовательного ряда звуков является октавным повторением первой ступени. Дж. Ньюлендс разместил в семи «октавах» все известные к тому времени элементы, однако не видел возможности предсказания новых, ещё не открытых химических элементов. Кроме того, музыкальная аналогия вызвала насмешки у большинства химиков.

Л. Мейер предложил систематизировать химические элементы по валентности, причём его таблица включала менее половины известных в то время химических элементов. Л. Мейеру пришлось ограничить число элементов якобы для того, чтобы проиллюстрировать изменение атомной массы в рядах сходных элементов.

Таким образом, предшественники Д. И. Менделеева очень близко подошли к открытию периодического закона, но их попытки систематизации не включали всех известных тогда химических элементов, а главное, не позволяли предсказывать открытие новых.

Д. И. Менделеев, расположив химические элементы в порядке возрастания их относительных атомных масс, установил, что через определённое число элементов наблюдается появление сходных по свойствам элементов (табл. 1) [10].

В таблице 1 представлены элементы II—III периодов периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева. Все они расположены в порядке возрастания их относительных атомных масс. Каждый период начинается щелочным металлом (литий и натрий) и завершается инертным газом (неон и аргон). Очевидно, что литий и натрий — типичные металлы, а фтор и хлор — типичные неметаллы (галогены). Следовательно, в каждом периоде наблюдаются постепенное ослабление металлических свойств и усиление неметаллических свойств простых веществ, образованных соответствующими элементами. Кроме того, высшая валентность элементов в оксидах возрастает от I до VII (кроме неона и аргона, т. к. они не образуют кислородных соединений). Свойства гидроксидов, соответствующих оксидам с высшей валентностью элементов, также последовательно изменяются от основных к кислотным через амфотерные (гидроксиды бериллия и алюминия проявляют амфотерные свойства, т. е. свойства и кислот, и оснований). В летучих водородных соединениях валентность атомов элементов убывает от IV до I. У элементов IV периода вновь наблюдается аналогичная закономерность в изменении свойств [10].

В группах — вертикальных столбцах периодической системы — находятся атомы элементов, проявляющих сходные свойства. Так, в IA-группе находятся щелочные металлы, в VIIA-группе — галогены, типичные неметаллы, в VIIIA-группе — инертные газы.

Таким образом, в периодах свойства химических элементов и образуемых ими простых и сложных веществ регулярно повторяются по мере увеличения их относительной атомной массы, т. е. изменяются периодически. При переходе от инертного газа к щелочному металлу свойства изменяются резко скачкообразно.

Причину периодичности в изменении свойств химических элементов можно объяснить исходя из электронного строения их атомов. Сопоставив электронные конфигурации внешнего энергетического уровня атомов элементов II—III периодов, представленных в таблице 1, становится очевидной их периодическая повторяемость. Таким образом, можно сделать вывод, что свойства атомов химических элементов периодически повторяются, по-

**Таблица 1 – Периодичность изменения свойств химических элементов и их соединений**

<b>Химический знак элемента</b>	<b>Li</b>	<b>Be</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>N</b>	<b>O</b>	<b>F</b>	<b>Ne</b>
Относительная атомная масса	7	9	11	12	14	16	19	20
Заряд ядра атома	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+
Электронные конфигурации внешнего энергетического уровня атомов	2s <sup>1</sup>	2s <sup>2</sup>	2s <sup>2</sup> 2p <sup>1</sup>	2s <sup>2</sup> 2p <sup>2</sup>	2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>	2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup>	2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup>	2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup>
Химическая формула высшего оксида	Li <sub>2</sub> O	BeO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	—
Химическая формула высшего гидроксида и характер его свойств	LiOH основание	Be(OH) <sub>2</sub> амфотерный гидроксид	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> кислота	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> кислота	HNO <sub>3</sub> кислота	—	—	—
Химическая формула летучего водородного соединения	—	—	—	CH <sub>4</sub>	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	HF	—
<b>Химический знак элемента</b>	<b>Na</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Cl</b>	<b>Ar</b>
Относительная атомная масса	23	24	27	28	31	32	35,5	40
Заряд ядра атома	11+	12+	13+	14+	15+	16+	17+	18+
Электронные конфигурации внешнего энергетического уровня атомов	2 <sup>3</sup> s <sup>1</sup>	3s <sup>2</sup>	3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup>	3s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup>	3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup>	3s <sup>2</sup> 3p <sup>4</sup>	3s <sup>2</sup> 3p <sup>5</sup>	3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup>
Химическая формула высшего оксида	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	—
Химическая формула высшего гидроксида и характер его свойств	NaOH основание	Mg(OH) <sub>2</sub> основание	Al(OH) <sub>3</sub> амфотерный гидроксид	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> кислота	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> кислота	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> кислота	HClO <sub>4</sub> кислота	—
Химическая формула летучего водородного соединения	—	—	—	SiH <sub>4</sub>	PH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S	HCl	—

скольку периодически повторяются электронные конфигурации их внешних энергетических уровней.

Изучение периодического закона и периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева в свете теории строения атома является неотъемлемой частью школьного курса химии, изучаемого в классах любого профиля, в том числе и в классах музыкального направления. Для того чтобы сделать изучаемый материал

интересным и востребованным, учителю химии необходимо раскрыть взаимосвязь химии и музыки, учитывая специфику профиля обучения [2].

Обучение музыкальным предметам в классах музыкального направления осуществляется с I по IX класс в процессе факультативных занятий, основной целью которых являются эстетическое воспитание учащихся и приобщение их к музыкальной культуре. Обучению игре на му-

зыкальных инструментах (фортепиано, скрипка, флейта, баян, аккордеон, цимбала) отводятся 2 часа в неделю. Кроме того, по 1 часу в неделю учащиеся занимаются сольфеджио и вокальным ансамблем.

Уроки музыки, предусмотренные учебной программой для учреждений общего среднего образования, также проводятся с I по IV класс. Однако предмет «Музыкальная литература», при изучении которого учащиеся могут познакомиться с биографиями композиторов и их музыкальными произведениями, не входит в программу обучения школьников в классах музыкального направления. К сожалению, учащиеся этих классов не изучают произведения знаменитого композитора и учёного-химика А. П. Бородина. Современная программа учебного предмета «Музыка» даже не предполагает знакомства учащихся с его музыкальным наследием, хотя, анализируя её в ближайшей исторической ретроспективе, можно выделить следующие тенденции:

- до 2008 года знакомство с творчеством А. П. Бородина началось в IV четверти III класса. Учащиеся изучали музыкальную форму «рондо» на примере романса «Спящая княжна» (слова и музыка А. П. Бородина);
- в I полугодии V класса при изучении темы «Музыка — главный герой басни» звучал фрагмент III части квартета № 2 А. П. Бородина, а во II полугодии на примере Второй симфонии А. П. Бородина рассматривались героические и богатырские образы в искусстве. Анализ Богатырской мелодии из Второй симфонии был направлен на определение зерна-интонации, его ритмического рисунка, длительностей нот, лада, главного (опорного) звука. Учащимся предлагалось найти общее между Богатырской мелодией и рассказом о богатыре в романсе-сказке «Спящая княжна». Пятиклассники слушали романс «Спящая княжна» и вспоминали название музыкальной формы (рондо), в которой он был написан. Кроме того, необходимо было ответить на вопрос о том, как музыкальная речь романса «Спящая княжна» помогает увидеть эту сказку;

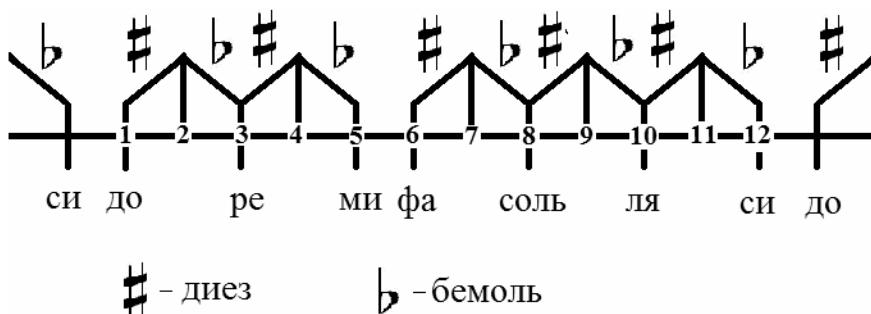
- фрагменты трёх указанных музыкальных произведений А. П. Бородина были включены в учебную программу «Музыка» для общеобразовательных школ до тех пор, пока учебный предмет «Музыка» изучался до VIII класса;
- после школьной реформы 2008 года объём содержания учебного предмета «Музыка» значительно сократился, поскольку его изучение стало завершаться в IV классе. При этом творчество А. П. Бородина было полностью исключено из учебной программы.

Раскрывая взаимосвязи музыки и химии, невозможно обойти стороной творчество А. П. Бородина и его музыкальное наследие. Для более глубокой иллюстрации этих взаимосвязей необходимо хотя бы в первом приближении рассмотреть элементарные основы теории музыки. Хотя, как справедливо отмечает Е. В. Назайкинский, музыкальные системы представлений включают в себя множество неосознаваемых компонентов и поэтому обычно не получают чёткой и полной фиксации в теоретических концепциях. С другой стороны, о музыке следует говорить как о невыразимом в словах мифе, как об искусстве эмоций, настроений, состояний [7].

Любое музыкальное произведение представляет собой ряд звуков, находящихся в определённых высотных и ритмических взаимоотношениях. Расположение звуков по высоте называется звукорядом, а каждый звук — его ступенью. Основным ступеням звукоряда музыкальной системы присвоено семь самостоятельных названий: до, ре, ми, фа, соль, ля, си. Они периодически повторяются в звукоряде, образуя октаву. Началом октавы принято считать звук «до» (рис.1).



Рисунок 1 — Октава

**Рисунок 2 – Октава как система**

В общепринятой для Европы и Америки музыкальной системе каждая октава делится на 12 равных частей — полутонов. Благодаря этому полутон является самым узким расстоянием между звуками октавы. Таким образом, октаву как систему можно представить в виде схемы (рис. 2).

Каждая основная ступень звукоряда может быть повышенна или понижена. Звуки, соответствующие повышенным и пониженным ступеням, считаются производными ступенями. Поэтому их названия происходят от названий основных ступеней.

Повышение основных ступеней на полтона обозначается знаком «диез», а понижение — знаком «бемоль». Следовательно, один и тот же звук может быть производным от повышения основной ступени, находящейся полутоном ниже его, или производным от понижения основной ступени, находящейся полутоном выше его. Например, фа-диез и соль-бемоль будут звучать одинаково.

Таким образом, для удобства расчёта периодичности любого музыкального произведения ноты можно обозначить цифрами в соответствии с числом полутона в октаве (от 1 до 12) (табл. 2). Использование цифровых обозначений для анализа музыкальных произведений встречается в работах музыкального теоретика Г. Э. Конюса [5].

Что касается основных средств музыкальной выразительности [8], остановимся на мелодии и ритме, поскольку именно они необходимы для выявления периодичности любого музыкального произведения.

*Мелодия* (греч. — пение, напев) — осмысленно-выразительная одноголосная последовательность звуков, объединённых посредством ритма и лада. *Ритм* (греч. —

**Таблица 2 – Ноты и их цифровое обозначение**

Название ноты	Цифровое обозначение ноты
до	1
до-диез (ре-бемоль)	2
ре	3
ре-диез (ми-бемоль)	4
ми	5
фа	6
фа-диез (соль-бемоль)	7
соль	8
соль-диез (ля-бемоль)	9
ля	10
ля-диез (си-бемоль)	11
си	12

соразмерность) — чередование различных длительностей звуков. Длительность звука — продолжительность данного звука по сравнению с другими. Мелодия образуется только в том случае, если звуки организованы ритмически, т. е. обладают определёнными длительностями; чередование звуков вне определённого ритма не воспринимается как мелодия. Длительность выражается в нотном письме специальными обозначениями, показывающими, что целая нота имеет две половинные доли, четыре четвертные и восемь восьмых долей (рис. 3). Аналогичные длительности имеют паузы — знаки молчания (четвертная — , восьмая —  и др.).

Грамотная нотная запись невозможна без обозначения тактов (рис. 4) — небольших отрезков музыкального произведения, заключённых между двумя сильными (ударными) долями.

*Лад* — взаимосвязь музыкальных звуков, их слаженность, согласованность между собой. Звуки, из которых складывается

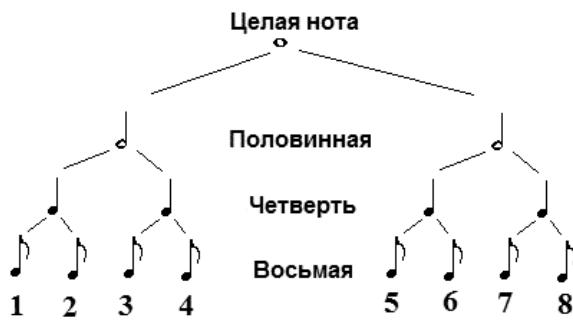


Рисунок 3 – Длительности звука

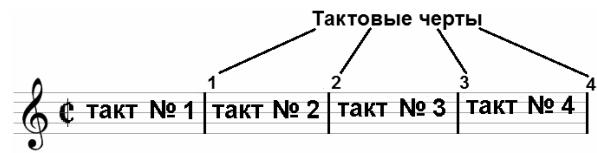


Рисунок 4 – Такт

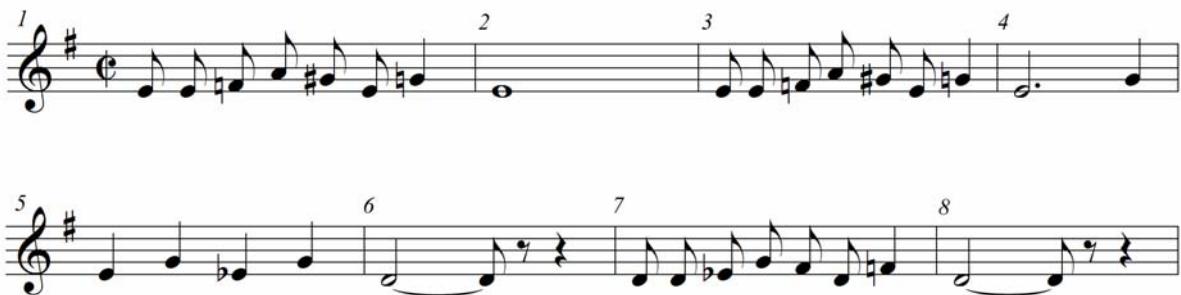


Рисунок 5 – Нотная запись Богатырской мелодии из Второй симфонии А. П. Бородина

мелодия, сочинённая на ладовой основе, обладают различной степенью устойчивости по отношению друг к другу, и слух реагирует на них по-разному: одни вызывают острое ощущение незавершённости, требуют дальнейшего движения, другие воспринимаются как более устойчивые, опорные [3].

Для иллюстрации периодичности в музыке целесообразно использовать Богатырскую мелодию из Второй симфонии А. П. Бородина. Её можно написать с помощью нот (рис. 5) или их цифровых обозначений (табл. 3).

Периодичность звуков в нотной записи (рис. 5) сразу очевидна для специалиста-музыканта. Для неспециалиста более наглядной будет иллюстрация периодичности звуков, представленная цифровым

обозначением нотной записи (табл. 3).

В таблице 3 представлены 8 тактов Богатырской мелодии. Каждый такт разделён на 8 ячеек, каждая из которых соответствует восьмой длительности, т. к. размер такта эквивалентен 2/2 (Alia Breve). Размер 2/2 состоит из двух долей, каждая из которых по длительности равна половинной ноте. Соответственно, в такте четыре четверти, или восемь восьмых длительностей. В каждую ячейку помещена нота, обозначенная соответствующей цифрой. Пунктирные линии показывают, что длительность ноты увеличивается по сравнению с восьмой длительностью. В таблице 3 также указаны восьмая и четвертная паузы.

Очевидно, что первый такт повторяет третий, а второй такт повторяет четвёр-

Таблица 3 – Цифровое обозначение нотной записи Богатырской мелодии из Второй симфонии А. П. Бородина

№ такта	Цифровые обозначения нот								№ такта	Цифровые обозначения нот							
1	5	5	6	10	9	5	8		2	5							
3	5	5	6	10	9	5	8		4	5							8
5	5		8		4		8		6	3							
7	3	3	4	8	7	3	6		8	3							

тый. При этом в первом и третьем тактах наблюдается поступенное плавное движение мелодии с идентичным ритмическим рисунком. Главный (опорный) звук соответствует цифре 5 — нота «ми», который повторяется в первых пяти тактах. В пятом такте наблюдается скачкообразное движение мелодии, а в седьмом такте поступенное плавное движение мелодии возвращается. Таким образом, можно говорить о периодичности (повторяемости) структурных элементов Богатырской мелодии А. П. Бородина.

Следует отметить, что поступенное движение является основой мелодической линии. Однако гамма как поступенное движение в одном направлении, охватывающее весь звукоряд лада, не является древнейшим типом мелодии. Как отмечает Л. А. Мазель [6], древнейшие мелодические ячейки основаны на ином типе плавного движения — на так называемом опевании звука, то есть на постоянном возврате к неизменному опорному звуку, на вращении в пределах сравнительно узкого диапазона. Центральный опевающий тон, выделяемый также и ритмически, приобретал в таких условиях как бы значение опоры, стержня, вокруг которого группировались другие звуки. При передаче образов старины и русской богатырской силы классики часто пользовались мелодическими оборотами такого типа. Именно такая музыкальная конструкция положена А. П. Бородиным в основу его Второй симфонии.

А. П. Бородин был одной из тех величайших личностей, которые совмещали в себе многогранность таланта как в искусстве, так и в науке. В нём сочетались могучий разум учёного-химика, гений композитора и литературное дарование. А. П. Бородин совмещал в себе то, что обычно считают несовместимым. Кроме

того, он был дружен со многими известными людьми того времени. Близким другом А. П. Бородина был и Д. И. Менделеев — создатель периодического закона в химии.

Д. И. Менделеев также был знатоком искусства и музыки. Среди его любимых музыкальных произведений можно назвать балет П. И. Чайковского «Лебединое озеро», оперу М. И. Глинки «Иван Сусанин», «Рондо» В. А. Моцарта и увертюру из оперы Л. ван Бетховена «Леонора». Друзья даже прозвали Дмитрия Ивановича «Леонорой» за то, что он часто напевал мелодию увертюры из оперы Бетховена. Одно из своих писем к Д. И. Менделееву композитор А. П. Бородин закончил шутливыми словами: «Прощай, Леонора!».

Рассмотрим нотный фрагмент из этой увертюры (рис. 6).

Анализ музыкального произведения представляет собой исследовательскую, критическую или популяризаторскую работу того или иного масштаба и всякий раз ставит перед собой какие-либо определённые задачи [6]. В данном случае — это задача доказательства явления периодичности в музыкальных произведениях.

Нотный текст, представленный на рисунке 6, демонстрирует очевидную периодическую повторяемость звуков. Возможно, именно она является причиной того, что увертюра в опере «Леонора» стала любимой мелодией Д. И. Менделеева. Понимая, что это утверждение очень смело и не подкреплено специальными исследованиями, всё же будет полезным подтвердить периодичность звуков рассматриваемой мелодии с помощью цифрового обозначения нотной записи (табл. 4).

В цифровом обозначении нотной записи (табл. 4) не учитывается характери-



**Рисунок 6 — Нотная запись фрагмента увертюры из оперы «Леонора» Л. ван Бетховена**

**Таблица 4 – Цифровое обозначение нотной записи фрагмента увертюры из оперы «Леонора» Л. ван Бетховена**

№ такта	Цифровые обозначения нот								№ такта	Цифровые обозначения нот							
	1	8	6	5	3	1	12	10		8	6	5	3	1	12	10	
1		1	8	6	5	3	1	12	2	10	8	6	5	3	1	12	10
3	8	6	5	3	1	12	10	8	4	6	5	3	1	12	10	8	6
5	5	3	1	12	10	8	6	5	6	3	1	12	10	8	6	5	3
7	1	12	10	8	6	5	3	1	8	12	10	8	6	5	3	1	12

стика высоты звучания, определяемая термином «октава». Это связано с тем, что для иллюстрации периодичности (повторяемости) структурных элементов мелодии увертюры характеристика высоты звучания не требуется.

Каждый такт увертюры Л. ван Бетховена, представленный в таблице 4, разделён на 8 ячеек. Размер такта эквивалентен 2/2 (Alla Breve). В каждую ячейку помещена нота, обозначенная соответствующей цифрой. При этом очевидна периодически повторяющаяся последовательность нот: 12 — 10 — 8 — 6 — 5 — 3 — 1. Главный (опорный) звук соответствует цифре 1 — нота «до», который повторяется во всех

восьми тактах, завершая нотную последовательность. Таким образом, данный пример также подтверждает явление периодичности в музыке.

В заключение, исходя из всего вышеизложенного, можно сделать вывод: интегративный подход к рассмотрению явления периодичности в химии и музыке позволяет добиться осознанного понимания учащимися его не только как основы фундаментального закона естествознания, объясняющего свойства химических элементов и образуемых ими веществ, разнообразные явления живой и неживой природы, но и неотъемлемой части построения музыкального произведения.

#### Список цитированных источников

1. Аршанский, Е. Я. Методика обучения химии в классах гуманитарного профиля / Е. Я. Аршанский. — М. : Изд. центр «Вентана-Граф.», 2002. — 176 с.
2. Аршанский, Е. Я. Обучение химии в разнопрофильных классах : учеб. пособие / Е. Я. Аршанский. — М. : Цент rhимпресс, 2004. — 128 с.
3. Булучевский, Ю. С. Краткий музыкальный словарь для учащихся / Ю. С. Булучевский, В. С. Фомин. — Л. : Музыка, 1983. — 224 с.
4. Коробейникова, Л. А. Развивать способности учащихся / Л. А. Коробейникова, Г. В. Лисичкин // Химия в школе. — 1982. — № 4. — С. 44—47.
5. Лосев, А. Ф. Бытие — имя — космос / А. Ф. Лосев ; сост. и ред. А. А. Тахо-Годи. — М. : Мысль, 1993. — 958 с.
6. Мазель, Л. А. Строение музыкальных произведений : учеб. пособие / Л. А. Мазель. — М. : Музыка, 1979. — 536 с.
7. Назайкинский, Е. В. Логика музыкальной композиции / Е. В. Назайкинский. — М. : Музыка, 1982. — 319 с.
8. Сусед-Виличинская, Ю. С. Средства музыкальной выразительности. II класс, I полугодие : практические материалы в помощь учителю музыки / Ю. С. Сусед-Виличинская. — Витебск : ГУДОВ «ВО ИРО», 2013. — 38 с.
9. Теплов, Б. М. Психология музыкальных способностей / Б. М. Теплов // Избранные труды : в 2 т. — М. : Педагогика, 1985. — Т. 1. — 328 с.
10. Химия : учеб. для 10-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / И. Е. Шиманович [и др.] ; под ред. И. Е. Шимановича. — Минск : Адукацыя і выхаванне, 2013. — 296 с.
11. Эпштейн, Д. А. Формирование химических способностей у учащихся / Д. А. Эпштейн // Вопросы психологии. — 1963. — № 6. — С. 107.

Материал поступил в редакцию 15.06.2015.