



ПЕДАГОГІКА

УДК 371.3:372.854:372.853

ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ОБЩЕЙ ХИМИИ И ФИЗИКИ НА ОСНОВЕ СОДЕРЖАТЕЛЬНЫХ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ И ЕДИНЫХ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ

Е.Я. Аршанский, А.А. Белохвостов, И.С. Борисевич,
В.Н. Нарушевич, Т.А. Толкачева

Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»

В статье раскрыты методические аспекты организации обучения студентов общей химии и физике.

Цель работы – разработка и верификация методики преподавания общей химии и физики на основе содержательных взаимосвязей и единых методических подходов.

Материал и методы. Материалом послужили нормативно-правовая, программно-методическая документация по проблеме исследования (образовательные стандарты Республики Беларусь, учебные программы и планы и др.), опыт работы авторов со студентами.

Результаты и их обсуждение. В рамках этой статьи более детально рассматриваются особенности процессуально-деятельностного и оценочно-результативного компонентов модели преподавания общей химии и физики через содержательные взаимосвязи и единые методические подходы.

Процессуально-деятельностный компонент включает принципы организации обучения студентов общей физике и общей химии на основе указанных ранее взаимосвязей и подходов, а также методы обучения и формы учебных занятий. Методы обучения, базирующиеся на междисциплинарном изучении физических и химических понятий, законов, теорий и закономерностей, наиболее полно способствуют формированию у студентов целостных представлений о естественнонаучной картине мира.

Заключение. Таким образом, результатом практической реализации методики преподавания общей химии и физики на основе содержательных взаимосвязей и единых методических подходов будет выступать уровень сформированности у студентов целостных представлений о естественнонаучной картине мира посредством интеграции в обучении общей физике и химии.

Ключевые слова: содержательные взаимосвязи, интегративная концепция, структурные компоненты модели, общая химия, общая физика.

ORGANIZATION AND METHODOLOGY ASPECTS OF TEACHING GENERAL CHEMISTRY AND PHYSICS ON THE BASIS OF CONTENT INTERRELATIONS AND UNIFIED METHODOLOGICAL APPROACHES

Ye.Ya. Arshanski, A.A. Belokhvostov, I.S. Borisevich,
V.N. Narushevich, T.A. Tolkacheva

Education Establishment "Vitebsk State P.M. Masherov University"

Methodological aspects of teaching students General Chemistry and Physics are presented in the article.

The purpose of the paper is development and verification of the methods of teaching General Chemistry and Physics on the basis of content interrelations and unified methodological approaches.

Material and methods. *Normative and legal, curricula and methodological documents on the research issue (academic standards of the Republic of Belarus, curricula and syllabuses etc.), the authors' experience of work with students were the research material.*

Findings and their discussion. *The article addresses in more detail features of the process and activity as well as the assessment and result components of General Chemistry and Physics teaching model through content interrelations and unified methodological approaches.*

The process and activity component includes principles of organization of teaching students General Chemistry and General Physics on the basis of the above mentioned interrelations and approaches as well as teaching methods and forms of academic classes. Teaching methods which are based on interdisciplinary learning of physical and chemical concepts, laws, theories and regularities promote shaping students' wholesome ideas about natural scientific picture of the world.

Conclusion. *Thus, practical implementation of General Chemistry and Physics teaching methods on the basis of content interrelations and unified methodological approaches will result in the level of shaping students' wholesome ideas about natural scientific picture of the world by means of integration in teaching General Physics and Chemistry.*

Key words: *content interrelations, integration concept, structural components of the model, General Chemistry, General Physics.*

Проблема реализации междисциплинарных взаимосвязей при изучении студентами учреждений высшего образования естественнонаучных учебных дисциплин часто декларируется, но отсутствуют необходимая теоретическая база и конкретная методическая составляющая. Этот факт послужил отправной точкой для разработки и обоснования интегративной концепции преподавания естественнонаучных дисциплин посредством содержательных взаимосвязей и единых методических подходов (далее Концепция).

Сущность разработанной Концепции раскрывается в следующих положениях:

– теоретической основой интеграции естественнонаучных дисциплин являются содержательные взаимосвязи физических и химических дисциплин (взаимосвязи между понятиями, законами, теориями и фактами), единство методов их научного познания и методов обучения [1];

– методологической базой реализации указанной Концепции выступают системный (системность организации) и интегративный (интегративность содержания и методов обучения) подходы;

– цель изучения естественнонаучных дисциплин на интегративной основе состоит в формировании у студентов целостных представлений о естественнонаучной картине мира, исключая обособленные знания на уровне теоретических основ физики, химии и биологии в отдельности;

– содержание Концепции, структурированное с выделением трех блоков: «Блок общей химии», «Блок общей физики», «Междисциплинарный физико-химический блок», – призвано выполнить ее основные функции (содержательно-связующую, организационно-координационную, инструментально-технологическую, контрольно-прогностическую и практико-ориентирующую);

– интегративность в изучении студентами естественнонаучных дисциплин обеспечивается на основе методов: установления междисциплинарных связей физики и химии, выполнения физико-химического эксперимента, работы с электронными образовательными ресурсами по общей физике и химии [2; 3];

– формами организации учебных занятий в условиях реализации интегративной концепции преподавания студентам естественнонаучных дисциплин являются интегративные лекции и семинары,

лабораторные и практические занятия междисциплинарного характера, контролируемая самостоятельная работа и консультации студентов.

Предложенная интегративная Концепция была реализована при создании модели преподавания общей химии и физики на основе содержательных взаимосвязей и единых методических подходов. Модель состоит из четырех структурных компонентов: мотивационно-целевого, структурно-содержательного, процессуально-деятельностного и оценочно-результативного [4]. В рамках этой статьи более детально рассмотрим особенности процессуально-деятельностного и оценочно-результативного компонентов (рис. 1).

Процессуально-деятельностный компонент включает принципы организации обучения студентов общей физике и общей химии на основе содержательных взаимосвязей и единых методических подходов, а также методы обучения и формы учебных занятий.



Рис. 1. Процессуально-деятельностный и оценочно-результативный компоненты модели преподавания общей химии и общей физики на основе содержательных взаимосвязей и единых методических подходов

Процесс интегративного обучения студентов общей химии и общей физики реализуется на базе следующих принципов:

– *мотивации учебной деятельности*, который определяется тем, что процесс обучения студентов общей физике и общей химии посредством содержательных взаимосвязей и единых методических подходов должен побуждать студентов к осознанному усвоению изучаемого материала и быть практико-ориентированным;

– *взаимного дополнения и интегративности подготовки*, он состоит в том, что ранее обособленные учебные дисциплины «Общая химия» и «Общая физика» интегрируются и дополняют друг друга не только на содержательном, но и процессуально-деятельностном уровне (через единые формы и методы обучения студентов);

– *моделирования профессиональной деятельности*, заключается в том, что все компоненты учебной деятельности студентов при интегративном изучении общей химии и общей физики моделируют будущую практическую деятельность специалиста;

– *вариативной проработки учебного материала*, состоит в том, что формируемые у студентов знания, умения и способы деятельности многократно отрабатываются при интегративном освоении курсов общей химии и общей физики на основе содержательных взаимосвязей и единых методических подходов.

Формы организации учебных занятий в процессе обучения студентов общей химии и общей физике посредством содержательных взаимосвязей и единых методических подходов представлены лекциями, семинарами, лабораторными занятиями, самостоятельной работой студентов и консультациями. Специфика организации этих занятий зависит от блока содержания, на материале которого они проводятся.

Методы обучения студентов общей физике и общей химии на интегративной основе рассмотрим более детально. Указанные методы опираются на междисциплинарное изучение физических и химических понятий, законов, теорий и закономерностей, применение физико-химического эксперимента, обобщение, интерпретацию и прогнозирование научных фактов на основе взаимосвязей физики и химии, а также на организацию работы студентов с электронными ресурсами по физике и химии.

Методы обучения, основанные на междисциплинарном изучении физических и химических понятий, законов, теорий и закономерностей, наиболее полно способствуют формированию у студентов целостных представлений о естественнонаучной картине мира. Например, междисциплинарные связи при изучении общей физики и химии ярко прослеживаются в темах «Атомная и ядерная физика» и «Теория строения атома и периодический закон». Это вопросы, связанные с физикой и химией атомного ядра, многоэлектронными атомами и ядерными реакциями. К ним относятся: состав и характеристики атомных ядер, масса и энергия связи ядра, ядерные силы, модели ядер, теория атома водорода по Бору, волны де Бройля, принцип неопределенности Гейзенберга, принцип Паули, принцип наименьшей энергии, правило Хунда. Осваивая современную атомную и ядерную физику, студенты подробно изучают теорию строения атома и ядра атома, физику атомных и ионных столкновений, основы атомной и рентгеновской спектроскопии, радиоспектроскопию. В общей химии больше внимания уделяется вопросам, имеющим значение в данной области знаний: а именно, периодическому закону в свете представлений о строении атома, периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева, особенностям электронных конфигураций атомов, взаимосвязи положения элемента в периодической системе с электронным строением его атома и свойствами элемента.

Изучаемая в курсе общей химии тема «Химическая связь и межмолекулярное взаимодействие» помогает студентам понять природу взаимодействия атомов в молекулах, объяснить многообразие форм химических соединений, их реакционную способность и свойства. В зависимости от характера распределения электронной плотности в этой теме рассматриваются такие типы химической связи, как ковалентная, ионная и металлическая, уделяется внимание межмолекулярной и внутримолекулярной водородной связи. Для каждого типа связи изучаются механизмы образования, свойства, основные характеристики, строение кристаллических решеток. Междисциплинарные связи с общей физикой прослеживаются в освоении следующих вопросов: энергия межмолекулярного взаимодействия и ее связь с физическими свойствами вещества; понятие агрегатного состояния вещества; основные агрегатные состояния: плазма, газ, жидкость, кристалл; упорядоченность частиц и особенности их взаимодействия в каждом из агрегатных состояний; кристаллическое и аморфное состояния веществ. В курсе общей физики более глубоко разбираются строение и свойства жидкостей (тепловое движение, особенности поверхностного слоя, давление под искривленной поверхностью, капиллярные явления, испарение и др.), а также характерные черты кристаллического состояния (анизотропия, симметрия кристаллов, классификация и типы кристаллических решеток и др.).

Термодинамика представляет собой раздел физики, изучающий наиболее общие свойства макроскопических систем и способы передачи и превращения энергии в таких системах. Поэтому в общей физике дается понятие о внутренней энергии, теплоте, работе, теплоемкости. На их основании рассматриваются первое начало термодинамики, вычисление теплоемкостей веществ и говорится о недостаточности первого начала термодинамики для однозначного описания процессов, происходящих в природе. Далее уделяется большое внимание второму закону термодинамики, различным подходам к его трактовке, термодинамическому и статистическому объяснению энтропии, рассказывается о постоянстве энтропии при обратимых процессах и ее возрастании при необратимых процессах в замкнутой системе. Интеграция с общей химией наблюдается в вопросах, относящихся к термодинамическим закономерностям физико-химических процессов (понятие внутренней энергии, теплоты, работы, кинетической и потенциальной энергии; формулировки первого и второго законов термодинамики). Кроме того, в общей химии акцентируется внимание студентов на том, что с точки зрения

химической термодинамики важно знать не только законы, но и уметь прогнозировать возможности протекания химических реакций и физико-химических процессов, а также понимать роль энтальпийного и энтропийного факторов в направленности процессов при различных условиях.

Междисциплинарный физико-химический эксперимент выполняет особую роль при формировании у студентов целостных представлений о единстве методов исследования, используемых в химии и физике.

Например, при изучении поверхностного натяжения может быть использован физико-химический эксперимент, в основу которого положен сталагмометрический метод, который заключается в определении числа капель, образующихся при вытекании определенного объема жидкости из капиллярного отверстия специальной пипетки – сталагмометра (рис. 2) [5].

В основе метода лежит закон, согласно которому масса капли, отрывающейся от капилляра, пропорциональна коэффициенту поверхностного натяжения.



Рис. 2. Сталагмометр Траубе
(1 – верхняя метка,
2 – нижняя метка)

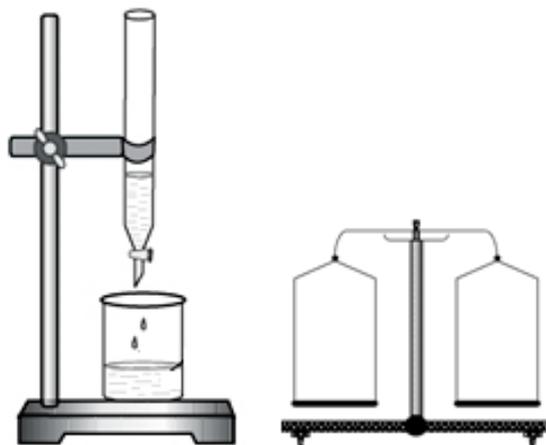


Рис. 3. Оборудование к работе
по исследованию поверхностного
натяжения жидкостей

Для проведения эксперимента вместо сталагмометра используется и бюретка (рис. 3). В этом случае поверхностное натяжение исследуемого раствора можно определить путем сравнения с поверхностным натяжением эталонной жидкости – воды, значение которого известно. Поверхностное натяжение эталонной и неизвестной жидкостей будет отличаться во столько же раз, во сколько раз отличаются массы их капель.

Таким образом, предложенный метод может быть применен для: 1) экспериментального определения поверхностного натяжения с помощью эталонной жидкости; 2) межфазного натяжения на границе двух жидкостей; 3) поверхностного натяжения воды при разных температурах.

Методы обобщения, интерпретации и прогнозирования научных фактов на основе взаимосвязей физики и химии используются при объяснении научных фактов, прогнозировании свойств и способов получения веществ на основе их состава и строения, при установлении состава и строения веществ на основе их свойств, предвидении возможных продуктов реакции на основе закономерностей их протекания.

Возможность посредством теоретических знаний по общей химии и общей физике прогнозировать, объяснять, моделировать, обобщать, рефлексировать создает потенциал для развития самостоятельности студентов при решении различных познавательных задач, что позволяет:

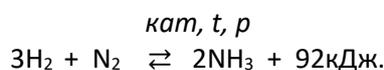
- прогнозировать физические и химические свойства, а также способы получения соединений;
- объяснять наблюдаемые признаки и условия проведения химических реакций с участием неорганических и органических соединений;
- моделировать пространственное и электронное строение веществ на основе электронного строения соединяющихся атомов в их молекулах, экспериментально проявляемых ими свойств;

– делать обобщения о строении, свойствах и взаимосвязи органических и неорганических веществ и переносить приобретенные знания в новые условия, на другие вещества и процессы;

– высказывать обоснованные суждения о физических и химических процессах; возможности интеграции приобретенных знаний и их применения в будущей профессиональной деятельности.

Например, для оценки целостной картины любой процесс следует рассматривать с термодинамической и кинетической точки зрения. Законы химической термодинамики помогают определить направление и предел протекания возможного при данных условиях химического процесса, а также его энергетический эффект. Химическая кинетика, напротив, изучает течение реакций во времени и их механизмы на уровне отдельных частиц. В теме общей химии «Химическая кинетика. Катализ. Химическое равновесие» рассматривается учение о скорости протекания химических реакций и о зависимости скорости реакции от различных факторов: концентрации реагирующих компонентов, температуры, влияния различных веществ. В общей физике скорость понимается как векторная физическая величина, характеризующая быстроту перемещения и направление движения материальной точки относительно выбранной системы отсчета. Разные подходы к трактовке понятия *скорость в физике и химии*, тем не менее, позволяют выделить интегративный компонент, включающий такие вопросы, как микроскопическое и макроскопическое состояния системы; макроскопические параметры; термодинамическое равновесие; равновесные процессы; понятие о скорости как о векторной величине в механике и скалярной величине применительно к химической реакции.

Приведем конкретный пример. Большую часть азотных удобрений получают из аммиака, который в свою очередь синтезируют из водорода и азота в присутствии катализаторов при температуре от 400 до 500 °С и высоком давлении – от 20 до 30 МПа:



Обсуждаем, почему такие условия являются оптимальными. Реакция азота с водородом обратимая и экзотермическая, число молей образующегося газа меньше, чем для исходной смеси. Следовательно, с позиции термодинамики увеличению выхода аммиака должны способствовать увеличение давления и снижение температуры (согласно принципу Ле Шателье). Однако снижение температуры с точки зрения кинетики сильно замедляет скорость химической реакции, поэтому, чтобы заставить описываемую реакцию протекать с заметной скоростью, необходимо либо поднять температуру, либо использовать катализатор. Температуру слишком высоко поднимать нельзя, поскольку уменьшается выход аммиака, поэтому приходится применять катализатор. На реакцию синтеза каталитически действуют многие металлы: марганец, железо, родий, осмий, рений, платина, уран. Из них наиболее активными являются железо, рений, осмий и уран, но их добыча обходится слишком дорого. Поэтому при промышленном синтезе аммиака в основном используется губчатое железо с примесями оксидов алюминия и калия. Такой катализатор является более дешевым, стойким к перепадам температур и достаточно активным.

Работа студентов с электронными ресурсами по физике и химии связана со спецификой методов научного познания в указанных науках, а также широкими возможностями для проведения наряду с реальными исследованиями виртуальных лабораторных работ, а также сочетания виртуального и реального эксперимента. Современные виртуальные лаборатории – это мощный инструментарий для моделирования явлений и процессов в различных областях науки и техники [6].

Например, виртуальная лаборатория «Молекулярная физика и термодинамика» позволяет рассчитывать и моделировать тепловые явления в макроскопических телах и свойства этих тел на основе принципов их молекулярного строения и взаимодействия с веществами; сравнивать количество выделяющейся или поглощающейся теплоты; измерять удельную теплоемкость; исследовать изотермические, изохорные и изобарные процессы. Виртуальная лаборатория «Химическая кинетика» простым и интересным способом визуализирует скоростные закономерности протекания химических реакций. С помощью онлайн калькуляторов можно определить направление протекания реакции через расчет изменения энергии Гиббса и с использованием уравнения изотермы Вант-Гоффа; вычислить константу скорости реакции по уравнению Аррениуса и др.

Семейство виртуальных лабораторий Yenka служит для моделирования процессов и явлений в самых разных областях науки и техники. Программный комплекс содержит пакет Yenka Science, предназначенный для постановки виртуальных экспериментов в областях звука и света, электричества и магнетизма, силы и движения, неорганической и физической химии, аналоговой и цифровой электроники, электрохимии. Использование виртуальной лаборатории «Электрохимическое моделирование» позволяет провести компьютерную имитацию процессов, протекающих в электрохимической ячейке, которая в зависимости от заданного режима работы может представлять собой либо гальванический элемент, либо электролитическую ячейку (рис. 4).

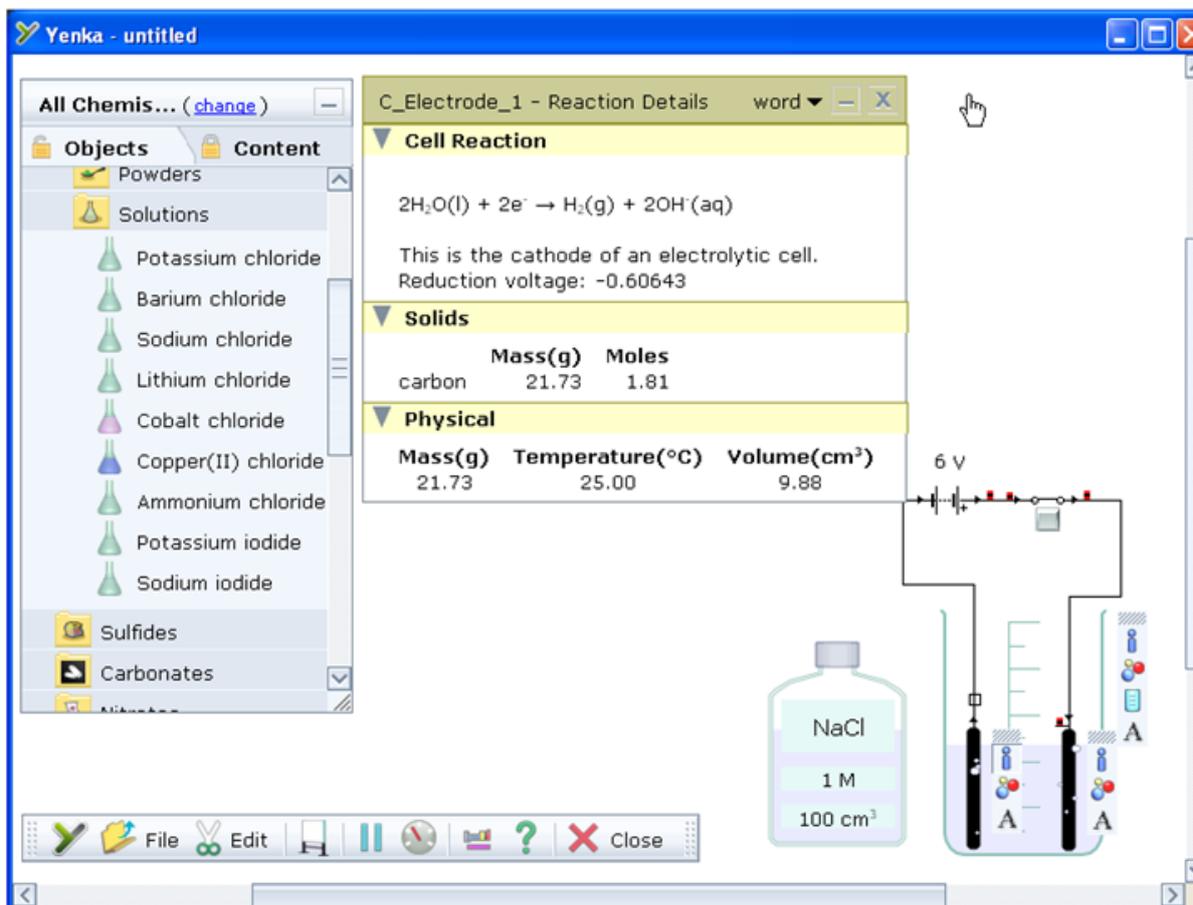


Рис. 4. Виртуальная лаборатория «Электрохимическое моделирование» (пакет Yenka Science)

Для моделирования процессов предлагается большой спектр металлических и углеродных электродов, а также 28 виртуальных склянок с растворами электролитов. Кроме того, программа позволяет изменять концентрацию электролита в растворе. Следует отметить следующие преимущества комплекса Yenka Science – понятный и удобный интерфейс, наличие множества пошаговых уроков и красочных анимационных примеров, функции печати и сохранения результатов.

Таким образом, процессуально-деятельностный компонент модели включает принципы, формы и методы организации обучения студентов общей физике и общей химии на основе содержательных взаимосвязей и единых методических подходов.

Оценочно-результативный компонент отражает уровни сформированности у студентов целостных представлений о естественнонаучной картине мира посредством интеграции в обучении общей физике и общей химии. Разработанная модель реализуется благодаря использованию описанной выше методики и учебно-методическому обеспечению.

Исследование выполнено в рамках проекта БРФФИ по договору № Г22-080 (№ госрегистрации 20221024 от 28.06.2022).

ЛИТЕРАТУРА

1. Аршанский, Е.Я. Интегративная концепция преподавания студентам естественнонаучных дисциплин: идеи и перспективы реализации / Е.Я. Аршанский, Д.А. Антонович, Т.А. Толкачева, А.А. Белохвостов, О.М. Балаева-Тихомирова // Достижения науки и образования. – 2022. – № 5(85). – С. 17–19.
2. Аршанский, Е.Я. Методы обучения студентов общей химии и физике в контексте реализации интегративной концепции преподавания естественнонаучных дисциплин / Е.Я. Аршанский // Актуальные проблемы химического и экологического образования. Верховский–150: сб. материалов 68 Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Санкт-Петербург, 11–13 мая 2023 г. / Рос. гос. пед. ун-т им. А.И. Герцена; под науч. ред. Ю.Ю. Гавронской. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2023. – С. 164–167.
3. Нарушевич, В.Н. Особенности методики организации методической подготовки будущего учителя биологии и химии на предметно-интегративной основе / В.Н. Нарушевич // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 74-й Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, науч. сотрудников и аспирантов, Витебск, 18 февр. 2022 г. / Витеб. гос. ун-т; редкол.: Е.Я. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2022. – С. 462–464.
4. Аршанский, Е.Я. Интегративная модель преподавания общей химии и физики на основе содержательных взаимосвязей и единых методических подходов / Е.Я. Аршанский, А.А. Белохвостов, И.С. Борисевич, В.Н. Нарушевич, Т.А. Толкачева // Вестн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2023. – № 4(121). – С. 52–61.
5. Борисевич, И.С. Химия. 7–11 классы: организация исследовательской деятельности учащихся: пособие для учителей учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / И.С. Борисевич, Е.Я. Аршанский, А.А. Белохвостов; под ред. Е.Я. Аршанского. – Минск: Аверсэв, 2020. – 142 с.
6. Белохвостов, А.А. Информационно-коммуникационные технологии как средство усиления методической направленности изучения физической и коллоидной химии / А.А. Белохвостов, И.С. Борисевич, Е.Я. Аршанский // Біялогія і хімія. – 2017. – № 9. – С. 13–19.

REFERENCES

1. Arshanski Ye.Ya., Antonovich D.A., Tolkacheva T.A., Belokhvostov A.A., Balayeva-Tikhomirova O.M. *Dostizheniya nauki i obrazovaniya* [Advances of Science and Education], 2022, 5(85), pp. 17–19.
2. Arshanski Ye.Ya. *Aktualniye problemy khimicheskogo i ekologicheskogo obrazovaniya. Verkhovski–150: sb. materialov 68 Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiyem, Sankt-Peterburg, 11–13 maya 2023 g.* [Current Issues of Chemical and Ecological Education. Verkhovski–150: Proceedings of the 68th Russian Scientific and Practical Conference with International Participation, St. Petersburg, May 11–13, 2023], SPb.: Izd-vo RGPU im. A.I. Gertsena, 2023, pp. 164–167.
3. Narushevich V.N. *Nauka – obrazovaniyu, proizvodstvu, ekonomike: materialy 74-i Region. nauch.-prakt. konf. prepodavatelei, nauch. sotrudnikov i aspirantov, Vitebsk, 18 fevr. 2022 g.* [Science – for Education, Industry, Economy: Proceedings of the 74th Regional Scientific and Practical Conference of Teachers, Researchers and Postgraduates, Vitebsk, February 18, 2022], Vitebsk, 2022, pp. 462–464.
4. Arshanski Ye.Ya., Belokhvostov A.A., Borisevich I.S., Narushevich V.N., Tolkacheva T.A. *Vesn. Vitseb. dziazh. un-ta* [Bulletin of Vitebsk State University], 2023, 4(121), pp. 52–61.
5. Borisevich I.S., Arshanski Ye.Ya., Belokhvostov A.A. *Khimiya. 7–11 klassy: organizatsiya issledovatel'skoi deyatel'nosti uchashchikhsia: posobiye dlia uchitelei uchrezhdeni obshch. sred. obrazovaniya s rus. yaz. obucheniya* [Chemistry. 7th–11th Years: Organization of Pupils' Research: Secondary School Teacher's Book], Minsk: Aversev, 2020, 142 p.
6. Belokhvostov A.A., Borisevich I.S., Arshanski Ye.Ya. *Biyalogiya i khimiya* [Biology and Chemistry], 2017, 9, pp. 13–19.

Поступила в редакцию 22.09.2023

Адрес для корреспонденции: e-mail: met_him@mail.ru – Аршанский Е.Я.