

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Факультет естественных наук

Кафедра химии и биохимии

Наследники Д. И. Менделеева

***Материалы Всероссийской научно-практической
конференции
(Луганск, 09 апреля 2024 года)***

Луганск
Издательство ЛГПУ
2024

УДК 54+57+91(06)

ББК 20я43

НЗ1

Рецензенты:

- Зинченко В. О.*** – проректор по научно-исследовательской деятельности ФГБОУ ВО «ЛГПУ», доктор педагогических наук, профессор;
- Пивовар А. К.*** – заведующий кафедрой химии ФГБОУ ВО «ЛГАУ им. К.Е. Ворошилова» кандидат биологических наук, почетный профессор;
- Фролов К. А.*** – доцент кафедры химии и инновационных химических технологий ФГБОУ ВО «ЛГУ им. Владимира Даля», кандидат химических наук, доцент.

НЗ1 **Наследники Д. И. Менделеева:** материалы Всероссийской научно-практ. конф. (Луганск, 9 апреля 2024 года) / гл. ред. В. Д. Дяченко, отв. Ред. Е. Г. Полупаненко [и др.] – Луганск : Издательство ЛГПУ, 2024. – 207 с.

Сборник статей по результатам работы конференции содержит оригинальные материалы ведущих и молодых ученых, отражающие результаты научных достижений в области химии, биологии, географии и естественнонаучного образования в России, а также материалы исследований научных и образовательных учреждений, обладающие научной новизной, представляющие собой результаты проводимых или завершенных изучений теоретического или научно-практического характера.

Материалы печатаются в авторской редакции.

УДК 54+57+91(06)

ББК 20я43

*Рекомендовано к печати Научной комиссией
Луганского государственного педагогического университета
(протокол № 11 от 11.06.2024 г.)*

© Коллектив авторов, 2024
© ФГБОУ ВО «ЛГПУ», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Дяченко В.Д. Органическая химия в ЛГПУ со времён профессора Ю.А. Шаранина и настоящее.....	6
Галузинский Т.Э., Перепечай А.А., Дяченко В.Д. Путешествие Дмитрия Ивановича Менделеева в Северную Америку (обзор).....	11
Слонева Т.И., Рыбальченко В.В. Роль Д.И. Менделеева в становлении Лисичанско-Северодонецкого территориально-производственного комплекса	15
Сукач С.М., Дяченко В.Д. Многогранность научного наследия Д.И. Менделеева	20
Полупаненко Е.Г., Чубаров И.В. Д.И. Менделеев об обучении без экзаменации	29

ХИМИЯ

Асютина А.В., Бородина А.А., Тихий А.А. Влияние pH среды на спектры оптического поглощения производных частично гидрированного изохинолина	37
Барышев Б.Н., Дяченко В.Д. Использование реакций перегруппировки в синтезе природных веществ	42
Гаркуша Д.С., Дяченко В.Д. 3-Амино-2-ацил-6-метил-4-(фуран-2-ил)- <i>n</i> -фенилтиено[2,3- <i>b</i>]пиридин-5-карбоксамиды – лекарственные кандидаты	46
Долганов А.А. Реакция между 1,6-диамино-4-арил-2-оксо-1,2-дигидропиридин-3,5-дикарбонитрилами и цианоацетилпиразолом	51
Дяченко И.В. Новые синтетические успехи многокомпонентных конденсаций, выполненных на кафедре химии и биохимии ЛГПУ	53
Ковалева Д.И., Сараева Т.А., Дяченко В.Д. Бромиды <i>N</i> -ароилметилхинолина и <i>N</i> -ароилметилизохинолина как биологически активные соединения	61
Кожемякина А.С., Тихий А.А. Влияние pH среды на спектры оптического поглощения замещённых тиено[<i>b</i>]пиридинов.	66
Костенко Д.В., Тихий А.А. Исследование процессов кинетики обесцвечивания чернил.....	73
Перепечай А.А., Дяченко В.Д. Нафтиридинсодержащие алкалоиды: распространение и применение (обзор).....	80

Самородов П.О., Хрусталёва Н.М. Изучение антацидных свойств медицинских сорбентов с применением электрохимических методов.....	86
Серов Н.Ю., Штырлин В.Г., Бухаров М.С., Ермолаев А.В. Кинетика и механизмы образования ди- и трипептидов и их замещения в комплексах меди (II)	90
Скоробогатова Е.Н., Тихий А.А. Влияние pH среды на спектры оптического поглощения конденсированных пиразолонов.....	96
Коробка А.А., Ивкова М.С., Коровин М.С., Тихий А.А. Сольватохролизм замещенных алицикло[с]аннелированных пиридонов.....	102
Цикалова В.Н., Цикалов В.В., Сулейманова К.Р. Получение ряда перацетатов <i>o</i> -β-алкоксиарилгликозидов <i>N</i> -ацетил-D-глюкозамина методом межфазного катализа.....	106
Шейнов А.О., Потапов А.Ю. Синтез 1-амино-2,2,4-триметил-1,2,3,4-тетрагидрохинолина.....	110
Юрченко В.С. Никотиновая кислота и её влияние на организм человека	113

ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Агзамова И.И., Гильманшина С.И. Специфика формирования профессиональной компетенции ПК-1 у будущих учителей химии.....	120
Багавиева Т.К., Качалова Г.С. Подготовка к экспериментальной задаче и лабораторной работе основного государственного экзамена по химии	124
Гильманшина С.И. Подготовка будущих учителей естественнонаучных предметов к работе с одарёнными учащимися в условиях цифровых инноваций	128
Дмитриева И.В. Здоровьесберегающие технологии в классах естественнонаучного профиля	133
Добрицкая Ю.Ю. Онлайн-сервисы в работе учителя химии.....	136
Закирова Э.Р. Применение модели «перевернутое обучение» как компонент опережающего обучения во внеурочной деятельности	142
Кореневская Н.Ю., Косьянова С.А. Рабочая тетрадь «лабораторный практикум» как средство формирования личностных результатов обучающихся в рамках учебной дисциплины «Химия»	148
Абдрахимова А.Н., Космодемьянская С.С. Оптимальный выбор методов технологии развития критического мышления на уроках химии.....	152

Луканина С.Н., Сахаров А.В. Формирование профессиональных компетенций у студентов педагогического университета при изучении анатомии человека с использованием интерактивного анатомического стола «Пирогов» Технопарка универсальных педагогических компетенций	157
Макеева В.А., Низамов И.Д. Методика решения экспериментальных задач по неорганической химии при подготовке к основному государственному экзамену	162
Мельник Д.В. Цифровые образовательные экосистемы в подготовке бакалавров педагогического образования: теоретические основы	168
Величко А.Н., Мокляк М.А., Баян Е.М. Применение STEM-подхода при подготовке студентов бакалавриата в области нанотехнологий	172
Полупаненко Е.Г., Савченко Е.С. Истинный патриот России – новые страницы жизни и творчества Д.И. Менделеева.....	177
Халикова Ф.Д. Использование нестандартных уроков для повышения познавательной мотивации одаренных учащихся по предметам естественно-научного цикла	181
Хафизова А.В. Подготовка молодых учителей к формированию и развитию навыков исследовательской деятельности на уроках химии у обучающихся десятых и одиннадцатых классов.....	185
Коробка А. А., Ивкова М. С., Коровин М. С., Тихий А. А. Сольватохромизм замещенных алицикло[с]аннелированных пиридонов.....	188

ГЕОГРАФИЯ

Андиева Ю.Р. Вулканизм – катализатор жизни на Земле.....	192
-----------------------------------------------------------------	-----

БИОЛОГИЯ

Глыбовец А.И., Луцко Л.А., Косогова Т.М. Влияние интенсивности света на рост и развитие <i>cucumis sativus l.</i> , выращиваемого в лабораторных условиях	197
Курдюкова О.Н., Заруцкая Ю.Г. Особенности формирования дендрофлоры города Луганска.....	202202

Дяченко Владимир Данилович,
доктор химических наук, профессор,
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»,
г. Луганск (Луганская Народная Республика)
dyachvd@mail.ru

**Органическая химия в ЛГПУ со времён профессора Ю.А. Шаранина
и настоящее**

В статье рассмотрены этапы развития органической химии на кафедре химии и биохимии ЛГПУ за 50-летний период, начатый в 1974 г. профессором Ю.А. Шараниным.

Ключевые слова: диссертации по химии, многокомпонентные реакции, малононитрил, цианотио(селено)ацетамид, тиран, пиридин.

В настоящее время невозможно представить ни один вид человеческой деятельности, прямо или косвенно не связанный с влиянием на организм химических веществ, количество которых огромно. Причем число их неуклонно растет. Обширным и важным в практическом отношении классом органических соединений являются гетероциклы. Проявление их в природе многообразно: нуклеотиды и нуклеозиды, целлюлоза и коллаген, алкалоиды и антибиотики, гемоглобин и хлорофилл – кирпичи химии жизни. Из них построена и химия здоровья.

С применением гетероциклических соединений связано создание целых направлений в терапии различных заболеваний. Достаточно вспомнить пенициллиновые и цефалоспориновые антибиотики, пиримидиновые и пуриновые антиметаболиты для химиотерапии опухолей, азидотимидин в борьбе с вирусными инфекциями. Из тысячи наиболее известных и широко применяемых синтетических лекарственных средств более 600 являются гетероциклическими соединениями. В связи с этим двадцатый век иногда называют веком Великой лекарственной революции, и в этом нет преувеличения. Применение разработанных на протяжении последних шестидесяти лет препаратов позволило в десятки раз снизить смертность от многих болезней, не говоря уже об облегчении их протекания. Прежде всего это относится к инфекционным заболеваниям: воспалению легких, туберкулезу, холере. По словам основоположника химиотерапии П. Эрлиха, надо было найти среди химических веществ своего рода «волшебные пули», которые поражали бы возбудителей инфекции и не вредили заболевшему организму. Этот подход составляет суть так называемого принципа избирательной токсичности. Среди найденных к настоящему времени многочисленных «волшебных пуль» очень много именно гетероциклических соединений. Так, еще в начале XIX века было обнаружено антибактериальное действие у ряда гетероциклических катионных красителей, в частности у солей акридиния. Препараты профлавин и риванол, представляющие собой аминокридиновые соли, с большим успехом применялись для дезинфекции ран еще в первую мировую войну. Другим

хорошо известным антисептиком является фенотиазиновый краситель метиленовый синий.

Прежде чем химическое вещество становится лекарством, оно проходит многократную проверку. Оценка синтезированного химиками препарата различными специалистами занимает иногда целые десятилетия. Первый этап проверки нового препарата – выяснение степени его токсичности. А затем следуют серьезные испытания на фармакологическую активность. Следует иметь в виду, что в организме человека реализуется около 100000 процессов, причем каждый из них представляет собой совокупность различных химических превращений. В одной клетке человеческого организма может происходить примерно 2000 реакций. Еще большим разнообразием отличаются механизмы химических реакций, возникающих в организме в результате различных болезней. Совокупность этих процессов не позволяет до настоящего времени создать медицинские препараты без побочного эффекта.

Перспективным представляется поиск лекарственных средств среди производных пиридина. Так, в начале 90-х годов из 1500 наиболее известных препаратов 91 – производные пиперидина и 73 – производные пиридина. В направлении поиска соединений с полезными свойствами среди производных пиридина работают и сотрудники лаборатории органического синтеза при кафедре химии и биохимии ЛГПУ. Важно отметить, что в структуре института кафедра химии существует с момента его создания. До 1938 г. она была единственным центром подготовки учителей химии для всего Донбасса. Первыми преподавателями кафедры были О.П. Алексеева, ученица академика А.Е. Фаворского, и И.А. Войтенко, долгое время возглавлявший работу кафедры в области методики обучения химии (1935 - 1955 гг.).

Активная научная работа по органической гетероциклической химии на кафедре химии Ворошиловградского государственного педагогического института началась под руководством доцента Ю.А. Шаранина (1937 г. – 1996 г.). Он окончил Ленинградский химико-технологический институт и в 1967 г. защитил кандидатскую диссертацию по органической химии на тему «Взаимодействие α -галоген- и α -оксикарбонильных соединений с малонитрилом». Кафедру в Ворошиловграде он возглавил в 1974 году, а уже в следующем году организовал лабораторию органического синтеза в этом же институте. Ключевым реагентом был по-прежнему малонитрил. По этой тематике в 1988 г. (ИОХ им. Н.Д. Зелинского АН СССР, г. Москва) он защитил докторскую диссертацию на тему «Нитрилы в синтезе функционально замещенных карбо- и гетероциклических соединений». Студенты и преподаватели кафедры активно занимались научными исследованиями, т.к. сотрудничали с Всесоюзным научно-исследовательским институтом химических средств защиты растений (ВНИИХЗР, г. Москва).

В настоящее время на кафедре разрабатывается перспективное научное направление – химия частично гидрированных пиридинхалькогенонов с алифатическими заместителями. Полученные результаты обнадеживают: найдены вещества с антиспидовой и антираковой активностью.

Первые работы сотрудников лаборатории были посвящены синтезу пиридинтионов на основе рециклизации 1,3-дитиолонов и взаимодействия

кетодинитрилов с элементной серой. В 1985 г. по этой тематике А.М. Шестопаловым, одним из первых учеников профессора Ю.А. Шаранина, была защищена кандидатская диссертация. В дальнейшем сотрудник лаборатории Л.А. Родиновская предложила путь синтеза соединений указанного выше класса конденсацией из енаминов 1,3-дикарбонильных соединений и цианотио(селено)ацетамидов. Таким образом, был открыт путь к ранее неизвестным пиридинам, содержащим меркаптофункцию. Следующий этап становления лаборатории органического синтеза ЛГПУ – разработка методов синтеза замещенных пиранов, в том числе конденсированных со стероидами. Эти потенциально биологически активные соединения были получены кандидатом химических наук, доцентом Г.В. Клокол.

В дальнейшем «пирановая» и «пиридиновая» тематика в лаборатории успешно развивалась старшими научными сотрудниками кафедры, кандидатами химических наук М.П. Гончаренко и Г.Е. Хорошиловым, сумевшими синтезировать гексагидрохинолинттионы и циклопропилзамещенные пиридины. Аспиранты кафедры химии И.А. Аитов и С.В. Матросова нашли подходы к получению новых мероцианиновых красителей и тиенилзамещенных пиридинов.

С приходом в лабораторию в 1981 г. В.Н. Нестерова, выпускника Луганского государственного педагогического института, появилась возможность применять самый достоверный метод для установления строения новых гетероциклов – рентгеноструктурный анализ.

Селеносодержащие гетероциклы исследовались В.Д. Дяченко – первым аспирантом кафедры химии в пединституте. В 1990 г. в ИОХ им. Н.Д. Зелинского АН СССР (г. Москва, н. р. Ю.А. Шаранин) он защитил кандидатскую диссертацию на тему «Синтез, строение и свойства функционально замещенных 3-циано-2(1*H*)-пиридинселенонов».

«Прорывом» в химии алкилзамещенных частично гидрированных пиридинтионов явились работы С.Г. Кривоколыско, работающего в лаборатории органического синтеза с 1993 г. Разработанный им метод «каскадных реакций» позволил решить проблему целенаправленного синтеза труднодоступных халькогензамещенных азинов.

С 1994 г. кафедру химии возглавил к.х.н. В.Д. Дяченко, что увенчалось дальнейшим «камнепадом» кандидатских и докторских защит:

1. **Кривоколыско С.Г.** – 1997 г. (ИОХ им. Н.Д. Зелинского АН СССР, г. Москва, н. р. В.Д. Дяченко): Арил(гетарил)метилениацетиоацетамиды в синтезе функционально замещенных гидрированных 3-циано-2(1*H*)-пиридинтионов.
2. **Дяченко В.Д.** – 1998 г. (дисс. докт. хим. н., ИОХ им. Н.Д. Зелинского АН СССР, г. Москва, н. к. В.П. Литвинов): Функционально замещенные ди- и тетрагидропиридинхалькогеноны.
3. **Роман С.В.** – 2001 г. (ХНУ им. В.Н. Каразина, г. Харьков, н. р. В.Д. Дяченко): Функционально замещенные 7-алкилселено-1,4-дигидро-1,6-нафтиридины: синтез многокомпонентной конденсацией, свойства и строение.

4. **Якунин Я.Ю.** – 2001 г. (ХНУ им. В.Н. Каразина, г. Харьков, н. р. В.Д. Дяченко): 4-Незамещенные 3-цианопиридин-2(1*H*)-тионы: синтез реакций карбонилфункционализированных этоксиолефинов с цианоацетамидом, строение и свойства.
5. **Дяченко А.Д.** – 2003 г. (ХНУ им. В.Н. Каразина, г. Харьков, н. р. С.М. Десенко): Синтез и свойства функционально замещенных 4-циклогексанспиропиридин-2-тионов.
6. **Ткачев Р.П.** – 2004 г. (ХНУ им. В.Н. Каразина, г. Харьков, н. р. В.Д. Дяченко): Синтез пиридин-2-тиолов реакцией нуклеофильного винильного замещения, их строение и свойства.
7. **Красников Д.А.** – 2011 г. (ХНУ им. В.Н. Каразина, г. Харьков, н. р. В.Д. Дяченко): 2-Тиоксопиридин-3-карбоксамиды: синтез, строение и свойства.
8. **Битюкова О.С.** – 2011 г. (ХНУ им. В.Н. Каразина, г. Харьков, н. р. В.Д. Дяченко): Функционализированные 3,3-бис(метилтио)акрилонитрилы в синтезе 2-халькогензамещенных амидов и нитрилов никотиновой кислоты.
9. **Ткачева В.П.** – 2011 г. (ХНУ им. В.Н. Каразина, г. Харьков, н. р. В.Д. Дяченко): Этоксиметилиденпроизводные СН-кислот в реакциях с С-нуклеофилами: синтез функционализированных пиридинов, пиримидинов и их превращения.
10. **Сараева Т.А.** – 2011 г. (УГХТУ, г. Днепропетровск, н. р. Г.Е. Хорошилов): Синтез и свойства бензимидазолзамещенных гетероциклов с мостиковыми атомами азота.
11. **Никишин А.А.** – 2012 г. (ХНУ им. В.Н. Каразина, г. Харьков, н. р. В.Д. Дяченко): 4,4-Дизамещенные функционализированные пиридинхалькогеноны: синтез, строение и свойства.
12. **Дяченко И.В.** – 2013 г. (ЧНУ им. Ю. Федьковича, н. р. М.В. Вовк): Синтез и свойства карбо[с]аннелированных полифункциональных пиридинов.
13. **Сукач С.М.** – 2023 г. (СКФУ, н. р. В.Д. Дяченко): Синтез функционализированных 2,3,5,6,7,8-гексагидроизохинолинов циклизацией 3-арил(гетерил)-2,4-диацетил-5-гидрокси-5-метилциклогексанонов.
14. **Полупаненко Е.Г.** – 2023 г. (дисс. докт. пед. н., ЛГПУ, н. к. В.О. Зинченко): Развитие химического образования школьников в советский период.
15. **Дяченко И.В.** – 2023 г. (дисс. докт. хим. н., СКФУ, н. к. В.Г. Ненайденко): Многокомпонентные методы синтеза азот- и халькогенсодержащих гетероциклов.

В настоящее время гетероциклическая химия – одна из основных наук современного естествознания – успешно развивается и в лаборатории органического синтеза ФГБОУ ВО «Луганский государственный педагогический университет» (завлабораторией магистр химии И.Н. Калашник). Достижения сотрудников кафедры химии и биохимии

публикуются в периодических профильных изданиях с высоким импакт-фактором.

Dyachenko V.D.

Organic chemistry at Lugansk State Pedagogical University since the time of prof. Yu.A. Sharanin and the present

The article examines the stages of development of organic chemistry at the Department of Chemistry and Biochemistry of Lugansk State Pedagogical University over a 50-year period, begun in 1974 by professor Yu.A. Sharanin.

Key words: *dissertations in chemistry, multicomponent reactions, malononitrile, cyanothio(seleno)acetamide, pyran, pyridine.*

Галузинский Тимур Эдуардович
студент 1-го курса
направления подготовки 04.03.01 «Химия»,
профиль «Медицинская и фармацевтическая химия»
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»
tgalsk@yandex.com

Перепечай Анастасия Алексеевна
ассистент кафедры химии и биохимии
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»
chem.post@yandex.com

Дяченко Владимир Данилович
д-р хим. наук, профессор
заведующий кафедрой химии и биохимии
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»
dyachvd@mail.ru

Путешествие Дмитрия Ивановича Менделеева в Северную Америку (обзор)

В статье описано путешествие великого русского ученого Дмитрия Ивановича Менделеева в Северную Америку. Приведены его наблюдения о состоянии нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности в США. Проанализирован вклад ученого в развитие нефтяного производства в России.

Ключевые слова: *Дмитрий Иванович Менделеев, США, нефть, промышленность.*

Дмитрий Иванович Менделеев – великий русский ученый, известный большинству как создатель периодической системы химических элементов. Вместе с тем, немногие знают, что помимо занятий химией Дмитрий Иванович много времени и сил уделял изучению и развитию промышленности в нашей стране. Началом к этому занятию послужила просьба промышленника Кокарева о помощи: его нефтяное производство, находящееся недалеко от Баку, начало нести убытки [1–3].

В тот период (1863 г.) нефть в России добывалась крайне примитивными методами: ее напрямую вычерпывали из колодца мешками. Транспортировка нефти и керосина осуществлялась в обычных бочках, из которых часть сырья просто выливалась. Продукты, оставшиеся после перегонки, не использовались, а сжигались [1–3].

В это же время США – мировой лидер нефтяной промышленности, несмотря на тот факт, что добыча нефти в Америке началась позже, чем в России [1–3].

В 1876 г. Дмитрий Иванович Менделеев принял решение отправиться в командировку в Соединенные Штаты Америки. Ученого сопровождал его

студент В. А. Гемилиан, ставший впоследствии профессором химии. В США к Дмитрию Ивановичу, на тот момент уже известному во всем мире ученому, отнеслись с уважением и большим вниманием. Он был избран почетным членом Бостонской академии и Американского философского общества в Филадельфии [1–3].

Неделями находясь на скважинах и нефтяных предприятиях, Менделеев детально изучал методы добычи и переработки нефти, подробно описывал оснащение заводов, особенно выделяя то, что впоследствии можно будет применить в России. В своих записях этого периода Дмитрий Иванович приводил подробную статистику нефтяного производства и торговли нефтью в США: сколько добывается и потребляется внутри страны, куда и сколько экспортируется. Сообщалось и о запасах нефти в бочках на складах, о количестве заводов и скважин, о сортах и ценах на нефть и нефтепродукты [1–3].

Также ученый заметил, что в Пенсильвании у скважин нет ни одного завода, а нефть до предприятий идет по трубопроводу, тогда как в России на тот момент система нефтепроводов не использовалась [1–3].

Опираясь на изученный материал, Д. И. Менделеев пришел к выводу, что источником процветания нефтяного бизнеса Америке были вовсе не техническая оснащенность или новые разработки: причина в открытии множества новых месторождений и подходящем законодательстве. «Ни с химической, ни с геологической стороны нет еще у американцев ответов на самые первые научные вопросы, относящиеся к нефти», наука же важна потому, что «она видит многое заранее, предупреждает, разбирает возможное... Без науки нет уверенности в прочности нефтяного дела» – рассуждал Дмитрий Иванович [4].

Свое пребывание в США Дмитрий Иванович Менделеев описал в книге «Нефтяная промышленность в Северо-Американском штате Пенсильвания и на Кавказе». Она была написана ученым в чрезвычайно краткий срок и издана в 1877 г. В этой книге великий ученый описывал не только посещенные им заводы и скважины, но и говорил о собственных впечатлениях от страны в целом [4].

По приезду в Петербург 15 октября 1876 г. на заседании Русского химического общества Д. И. Менделеев выступил с обстоятельным докладом, где изложил свою гипотезу образования нефти, впоследствии получившую название «карбидной». Ученый выдвинул предположение, что во время горообразования часть воды попадала к залежам карбидов железа, а последующее действие температуры и давления приводило к образованию оксидов и углеводородов, например – этана. В подтверждение своей гипотезы Менделеев ссылаясь на опыты по получению водорода и ненасыщенных углеводородов путем воздействия серной кислоты на высокоуглеродистый чугун. Эти предположения стали основой его экспериментальных работ по переработке нефти [1–4]. Успехи современной астрофизики, включая обнаружение углеводородов на других планетах, только подтверждают гипотезу Дмитрия Ивановича, выдвинутую еще в XIX в [5].

В то же время, принимая во внимание опыт по развитию нефтедобывающей промышленности в Северной Америке, и не смотря на скептицизм со стороны политиков, ученый добился принятия «удобной» для промышленников законодательной базы [1–3].

Проблему транспортировки нефти нефтепродуктов Дмитрий Иванович предложил решить с помощью специальных речных барж и перевозить нефть по рекам, а заводы строить в крупных городах – то есть в местах ее потребления. Так было положено начало перевозочному флоту. Также ученый настоял на постройке трубопровода Баку–Батуми и доказал его эффективность [1–3].

Менделеев активно выступал за переработку остававшегося сырья: «Нефть – не топливо, топить можно и ассигнациями». Впоследствии вместо сжигания нефть стали перерабатывать [4].

Все усилия Дмитрия Ивановича привели к тому, что уже к 1880 г. в России действовало 350 буровых скважин, вместо 40 в 1876 г. Россия не только перестала закупать продукцию у других стран, но и сама стала крупным мировым экспортером товаров нефтепереработки [1–3].

Таким образом, путешествие великого русского химика Дмитрия Ивановича Менделеева в Северную Америку во многом определило направление развития отечественной нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности. Переняв опыт американских промышленников, Менделеев сумел адаптировать его в условиях России, что позволило нашей стране стать мировым лидером в данной отрасли хозяйствования.

Список литературы

1. **Волынец, А. Н.** Нефть до эпохи нефти. История «черного золота» до начала XX века / А. Н. Волынец. – Текст : электронный // Книги : <https://author.today/>. – 2021. – 8 января. – URL: <https://author.today/reader/107958> (дата обращения: 18.03.2024).
2. **Маракушев, С. А.** Неорганическое происхождение углеродного вещества «нефтематеринских» пород / С. А. Маракушев, О. В. Белоногова // Георесурсы. – 2021. – Т. 23 – № 3. – С. 164–176. – doi: <http://dx.doi.org/10.18599/grs.2021.3.19>.
3. **Менделеев, Д. И.** Сочинения: сборник научных трудов. Том 10. Нефть / Д. И. Менделеев. – Москва; Ленинград : Издательство Академии Наук СССР, 1949. – 835 с.
4. **Менделеев, Д. И.** Нефтяная промышленность в Северо-Американском штате Пенсильвании и на Кавказе / Д. И. Менделеев. – Санкт-Петербург : тип. т-ва «Общественная польза», 1877. – 304 с.
5. **Сергаева, М. Ю.** История эксплуатации нефтегазовых объектов в России и за рубежом : конспект лекций / М. Ю. Сергаева. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2008. – 86 с. : ил., табл., карты. – ISBN 978-5-8149-0641-0.

**Galuzinskiy T.E.
Perepechay A.A.
Dyachenko V.D.**

Dmitry Ivanovich Mendeleev' Travel to North America (Review)

The article describes the journey of the great Russian scientist Dmitry Ivanovich Mendeleev to North America. His observations on the state of the oil and oil refining industry in the United States are given. The scientist's contribution to the development of oil production in Russia is analyzed.

Key words: *Dmitry Ivanovich Mendeleev, USA, oil, industry.*

Слонева Таиса Ивановна

*кандидат географических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»,
г. Луганск, Луганская Народная Республика
taisa09091948@mail.ru*

Рыбальченко Виталий Валентинович

*старший преподаватель,
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»,
г. Луганск, Луганская Народная Республика
Vitallg@yandex.com*

Роль Д.И. Менделеева в становлении Лисичанско-Северодонецкого территориально-производственного комплекса

В статье рассмотрены высказанные в конце XIX века мысли Д.И. Менделеева о Донецком крае и то влияние, которое они оказали на историко-географические аспекты формирования и развития на Луганщине крупного Лисичанско-Северодонецкого территориально-производственного комплекса.

Ключевые слова: *угольная промышленность, сода кальцинированная, красители синтетические, инертные газы, азотные удобрения, аммиак синтетический, первичная переработка нефти, синтетические смолы и пластмассы.*

На территории Луганской Народной Республики в прошлом веке был сформирован Лисичанско-Северодонецкий территориально-производственный комплекс (ТПК), который стал одним из крупнейших не только на Луганщине, но и в Украине, и в бывшем СССР. Его возникновение и развитие во многом было обусловлено размышлениями и суждениями о перспективах развития этого края, которые высказывал в последней трети XIX века Дмитрий Иванович Менделеев. Потому цель данной статьи – осмысление его взглядов относительно будущего Донецкого бассейна и анализ того, как они воплотились в формировании Лисичанско-Северодонецкого (ТПК). Её актуальность заключается в том, что сегодня этот регион переживает очень важный переломный момент, который открывает новую страницу его успешного социально-экономического развития теперь уже в составе Российской Федерации.

Великий русский химик Д.И. Менделеев в 1888 г. путешествовал по территории современного Донбасса. В докладе министру государственных имуществ он затем писал, что этот край должен получить мировое промышленное значение [4, с. 14]. Это предсказание в полной мере сбылось. Уже к концу XIX века Донецкий бассейн превратился в крупный индустриальный район России. В 1900 г. на 289 шахтах Донбасса работали около 85 тысяч человек значение [2, с. 246–247].

Первый каменноугольный рудник Донбасса возник в 1795 г. в Лисичьей балке (окрестности современного Лисичанска). Возле него возник первый шахтерский поселок Донецкого бассейна. Позже здесь были открыты крупные шахты, другие рудники. Вместе с частными шахтами селений Рубежного и Приволья, в Лисичанске к концу XIX века сложился крупный угледобывающий район. В 1873 г. была открыта штейгерская школа для подготовки шахтерских кадров. Таким образом, именно здесь, зародилось и развивалось отечественное горное искусство, здесь было положено начало горному образованию в бассейне. [2, с. 254].

Однако, Д.И. Менделеев не только высоко оценивал перспективы развития добычи угля, но и предлагал целую систему правительственных мероприятий по для развития и других отраслей промышленности. Он писал: «Поэтому должно употребить все меры для того, чтобы в Донецком крае укрепились наиболее скоро обрабатывающие виды промышленности, особенно же те, исходом коих служат уголь, соль, огнеупорные глины» [3, с. 48]. Эти его слова оказались пророческими.

Еще в 1799 г. на казенном руднике Луганского завода в Лисичьей балке получили первый кокс в России. Это было начало развития коксохимии, которая со временем превратилась в крупную отрасль нашего края и стала мощной основой для развития черной металлургии. Позже эта часть территории современной Луганщины стала не только краем угля и металла, но и большой химии. С развитием промышленности в Донецком бассейне возникла потребность в соде. Для её производства здесь были все условия. Д.И. Менделеев после посещения Донбасса, писал: «Тут все условия, чтобы сделать дешевую соду и всякие соли, и кислоты содовых заводов. Богатства донецкого края зовут туда русских деятелей» [3, с. 48]. Действительно, этот край стал интересен не только русским, но и иностранным промышленникам.

Весной 1890 г. вблизи месторождений мела и поваренной соли в селе Верхнее Лисичанской волости российско-бельгийское акционерное общество «Любимов, Сельве и К*» начало строительство Донецкого содового завода («Донсода»), который начал работать в 1892 г. и уже через три года занял первое место в России по производству соды. Это было первое крупное химическое предприятие Донбасса. На предприятии было налажено производство кальцинированной и каустической соды, бикарбоната натрия, нашатырного спирта. В 1898 г. суточная выработка кальцинированной соды, основного продукта завода, достигала 200 тонн [1, с. 357]. Там же, в Лисичанске, на базе доменной печи закрытого Луганского литейного завода, возникло и стекольное производство.

Бурное развитие промышленности во второй половине XIX века на юге России требовало создания здесь новых транспортных путей. Д.И. Менделеев, оценивая географическое положение региона, предполагал использование в качестве важной транспортной артерии Северский Донец от Лисичанска до впадения в Дон, сделав его судоходным. При этом он подробно рассматривал и существовавшие этому препятствия [3, с. 26]. К сожалению, эта идея Дмитрия Ивановича не были реализована, потому что в регионе тогда активно велось строительство железных дорог. Так как в существовавшей в те

годы транспортной сети Лисичанск был тупиковой станцией, начали прокладывать железную дорогу от Лисичанска до Купянска. Разъезд на левом берегу Северского Донца был назван Рубежанским (с 1904 г. железнодорожная станция). В 1895 г. был построен железнодорожный мост через р. Северский Донец, соединивший левый берег с расположенным на правом берегу городом Лисичанском, что давало выход грузоперевозкам в Харьков, в Центральную Россию, а это способствовало ускоренному формированию здесь промышленных производств.

Развитая транспортная инфраструктура, а также наличие в недрах земли необходимого сырья и топлива привлекла сюда промышленников. В 1915 году московское акционерное общество «Русско-краска» начало строительство завода анилиновых красителей рядом со станцией Рубежное, а рядом с ним рабочего поселка. Песка, извести и мела в этих местах было с избытком, что облегчало и ускоряло строительство. Завод был запущен в 1917 году. Так же, в ускоренном темпе, учитывая военное время, были построены еще два завода «Коксобензол» и «Южный завод взрывчатых веществ». Таким образом, уже в 1917 году Рубежное становится одним из центров химической промышленности Донбасса [1, с. 537].

Функционирование рассматриваемого ТПК активно продолжалось и в советский довоенный период. Были восстановлены и значительно увеличены мощности химической и стекольной промышленности. В 1921 г. в Лисичанске был создан трест «Химуголь», в который вошли предприятия этих отраслей, а также рудоремонтные заводы и ряд шахт. Лисичанский завод «Донсода» уже в 1925–1926 гг. достиг уровня 1913 г. по производству кальцинированной соды, а в 1940 г. он давал 70% её общесоюзного производства. Завод «Пролетарий» (бывший стекольный завод Левингофского общества) восстановленный в 1922 г. уже через 3 года в 2,6 раза превзошел уровень производства стекла 1915 г. На протяжении 1930–1935 гг. было осуществлено строительство Лисичанского мехтехстекольного завода производительностью 7 млн. кв. м оконного стекла. В 1932 г. в Лисичанске создано управление строительством азотнотукового завода, а двумя годами позже было принято решение построить на этой площадке уже не завод, а мощный азотнотуковый комбинат, первую очередь которого предполагалось запустить в 1941 г. [2, с. 246–247]. В 1935 г. завершилось восстановительные работы на химическом заводе «Красное Знамя» (до 1923 года – «Русско-краска»), преобразованного в 1932 г. в химкомбинат. В 30-х годах он давал половину продукции всей анилинокрасочной промышленности СССР [2, с. 320–321].

Но истинный расцвет Лисичанско-Северодонецкого ТПК произошел в послевоенное советское время. В эти годы расширялась и изменялась как отраслевая, так и его территориальная структура. В 1950 г. для поселка Лисхимстрой предлагались несколько названий, в том числе и Менделеевск. В итоге он был назван Северодонецком и в 1958 г. получил статус города. Наряду с угольной промышленностью на территории ТПК продолжали функционировать крупные предприятия по производству оконного стекла, кальцинированной соды, синтетических красителей, синтетического аммиака, азотных минеральных удобрений, синтетических смол и пластмасс,

стеклопластиков и изделий из них. Здесь имели место и другие производства. Например, Лисичанский завод по производству кислорода и редких газов был основан в 1940 г., когда станция «Подземгаз» впервые подала газ потребителю – содовому заводу на сушильные печи. Эта станция была воплощением идеи Д.И. Менделеева о возможности превращения угля в горючие газы непосредственно в пластах, под землёй. В годы войны станция была сильно разрушена, основное оборудование было вывезено в Челябинскую область. С 1967 г. предприятие меняет свой профиль – занимается выработкой продуктов разделения воздуха. Его продукция – это газы аргон, кислород, азот, ксенон, криптон. Свою продукцию предприятие отправляло за рубеж – в США, Францию, Германию, Японию, Швецию.

В этот период также создавались новые производственные мощности. Так, в 1965 г. введен в строй Лисичанский завод резинотехнических изделий, в 1975 г. был образован один из крупнейших химических комбинатов страны "«Азот»", в 1976 г. Лисичанский нефтеперерабатывающий завод, в 1978 г. Рубежанский картонный комбинат.

К концу 80-х гг. номенклатура промышленной продукции ТПК по сравнению с довоенным периодом, значительно расширилась.

Таким образом, комплекс химии и нефтехимии Луганской области отличался высокой концентрацией крупных многопрофильных и специализированных предприятий, продукция которых была известна далеко за пределами страны. По многим наименованиям промышленной продукции, которая производилась Лисичанско-Северодонецким ТПК, Луганщина в начале века занимала весьма заметное место. Так, например, в 2002 г. здесь производилось 41,3% синтетических смол и пластмасс, 19,5% кальцинированной соды, 15,8% азотных минеральных удобрений, 26,9% картона, 37,9 % бензина, около 40% оконного стекла в стране [2, с. 379].

Экономический кризис 90-х гг. имел для химической индустрии тяжелые последствия. Сократились объемы выпускаемой продукции, многие производства в отдельные годы были на грани остановки. Слабым звеном химического и нефтехимического комплекса области оказалась зависимость от поставок сырья – нефти и газа из-за пределов области, недостаточный уровень развития в стране химического машиностроения и др.

С начала 90-х годов XX века в Лисичанско-Северодонецком ТПК, как и во всей Луганщине, начинается стагнация промышленного производства. Разрыв экономических связей, изменение форм собственности неадаптивная региональная политика привели к значительному спаду объемов производства и закрытию отдельных предприятий. В период с 2001 г. по 2022 г, территория ТПК находилась под украинской оккупацией, его промышленная специализация на химии и нефтехимии была практически утеряна.

Таким образом, Лисичанско-Сверодонецкий ТПК пройдя несколько значимых этапов своего формирования, развития и функционирования, сейчас начинает новую главу своего социально-экономического будущего. Поэтому, те мысли, которые высказывал Д.И. Менделеев в позапрошлом веке о развитии промышленности в Донецком крае, являются, на наш взгляд, весьма актуальными. Они могут быть востребованы и сегодня.

Список литературы

1. История городов и сел Украинской ССР. Ворошиловградская область. – К.: Главная редакция Украинской советской энциклопедии, 1976. – 728 с.
2. История Луганского края: учебное пособие / под общ. ред. Ефремова А.С., Курило В.С., Бровченко И.Ю. и др. Луганск: Альма-матер, 2003. – 432 с.
3. Менделеев, Д.И. Сочинения. Том 11. Топливо. Редактор тома Н.М. Караваев / Д.И. Менделеев // – Ленинград-Москва: Издательство Академии наук СССР, 1949 г. – 584 с.

The role of D. I. Mendeleev in the formation of the Lisichansk-Severodonetsk territorial production complex

The article examines D.I. Mendeleev's thoughts expressed at the end of the XIX century about the Donetsk region and the influence they had on the historical and geographical aspects of the formation and development of the large Lisichansk-Severodonetsk territorial production complex in the Luhansk region.

Key words: coal industry, soda ash, synthetic dyes, inert gases, nitrogen fertilizers, synthetic ammonia, primary oil refining, synthetic resins and plastics.

Сукач Светлана Михайловна
*старший преподаватель
кафедры химии и биохимии
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»
svetlana_genzyr@mail.ru*

Дяченко Владимир Данилович
*д-р хим. наук, профессор
заведующий кафедрой химии и биохимии
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»
dyachvd@mail.ru*

Многогранность научного наследия Д. И. Менделеева

Рассмотрены жизнь и деятельность Д. И. Менделеева, описана многогранность научного наследия великого ученого.

Ключевые слова: Д. И. Менделеев, периодический закон, научное наследие.

Сам удивляюсь, чего я только не делывал на своей научной жизни.
И сделано, думаю, недурно.
Д. И. Менделеев

Д. И. Менделеев – величайший гений своего времени, российский ученый, ученый-энциклопедист, педагог и общественный деятель. Родился Дмитрий Иванович 27 января (8 февраля) 1834 г. в селе Верхние Аремзяцы в семье директора Тобольской гимназии и училищ Тобольского округа Ивана Павловича. Интересно, что отец Менделеева получил такую фамилию (по обычаю того времени) в виде прозвища, после случая, когда он что-то выменял, как сосед-помещик Менделеев, менявший лошадей. Дед Павел Максимович Соколов был священником. Мать – Мария Дмитриевна, была родом из старинного, но обедневшего, купеческого рода Корнильевых.

Дмитрий был семнадцатым ребенком в семье, а когда ему было всего тринадцать лет, умер отец. Мать, чтобы поставить детей на ноги, управляет стекольной фабрикой своего брата. Но этого заработка едва хватало на скромную жизнь.

Дмитрий Иванович учился в Тобольской классической гимназии. Интересовался только физикой и математикой, в остальных науках не особо преуспевал. Но мать замечала особые способности своего младшего сына, своеобразную одаренность. Она нашла средства, чтобы дать ему высшее образование и, словно выполнив свой долг, через несколько недель после зачисления сына в Вуз, умерла [1].

Свое первое большое путешествие Менделеев совершил в 1849 г. с матерью и сестрой для поступления в Московский университет после

окончания Тобольской гимназии. Но ему было отказано в поступлении, как и чуть позже в Петербургский университет, несмотря на все хлопоты родных, пытавшихся всеми силами поспособствовать приему талантливого юноши в университет. Причина – Тобольская гимназия принадлежала Казанскому округу и, по правилам того времени, окончившие ее могли поступать только в Казанский университет, кроме того, в университет поступали преимущественно дети богатых людей. При попытках поступить в Главный педагогический институт были также большие трудности из-за того, что год 1850 оказался неприемным, а в институт принимали раз в два года. Благодаря связям друзей отца, Менделеева в виде исключения приняли в институт на полное государственное обеспечение, так как у семьи совсем не было денег на обучение, но при этом дал письменное обязательство после окончания института отслужить восемь лет по назначению начальства [3].

Большое впечатление на юношу произвела эта его поездка на лошадях из родной Сибири в Москву, а оттуда до Петербурга. Он любовался красотой российских просторов: Уральских гор, реки Камы, проезжая Казань был впечатлен крупными фабриками и заводами, вспоминая и переосмысливая как на заводе, которым управляла его мать, в пламени горнов речной песок перерождался в прозрачное стекло, находившее тысячи полезных применений. Тяга к знаниям была заложена родителями. Гости отца, директора гимназии, были образованными людьми, и в доме Менделеевых часто велись научные беседы и споры, которые волновали пытливого юношеское воображение. Мать, хоть и не имела образования, самостоятельно изучила гимназический курс, и заложила любознательность и поощряла тягу к знаниям младшего сына. Обучение в институте способствовало общению юного гения с выдающимися учеными того времени, которое также наложило отпечаток на деятельность и мировоззрение Дмитрия Ивановича. Среди профессоров института были физик Э. Х. Ленц, химик А. А. Воскресенский, математик Н. В. Остроградский и др. выдающиеся личности [11].

В 1855 г. Менделеев окончил институт в 21 год с золотой медалью и был назначен старшим учителем гимназии в Симферополь. В это время был разгар Крымской войны и Менделеев посещал госпитали, беседовал с военными о военной технике и о нуждах армии, здесь он познакомился со знаменитым хирургом Пироговым. Гимназию закрыли и молодой учитель был направлен в Одессу в Ришельевскую гимназию. Перемена климата способствовала улучшению здоровья будущего ученого [12].

Но преподавал он там недолго и в 1856 г. отправился в Петербург, где защитил диссертацию и получил звание магистра, преподавал органическую химию в Петербургском университете. С этого момента начинается череда путешествий Дмитрия Ивановича, частые командировки и просто поездки во время отпуска. Побывав во многих странах и городах, он везде интересовался наукой, работал с крупными учеными, знакомился с природой, достопримечательностями и размышлял о единстве наук, о существовании неких общих законов. Каждый раз возвращаясь в Россию, великий ученый делал открытия, изобретал, выдвигал теории.

Еще студенческие рефераты, доклады и первые самостоятельные исследования Менделеева поразительно разнообразны по тематике: «Описание Тобольска в историческом отношении», «О школьном образовании в Китае», «Об ископаемых растениях», «О телесном воспитании детей от рождения до семилетнего возраста», «Опыт исследования о грызунах Петербургской губернии», «Химический анализ ортита из Финляндии» и т.д. Уже в этих юношеских работах проявилась важнейшая особенность всего его творчества – политематичность [2].

В зрелые годы труды Дмитрия Ивановича охватывают широчайший спектр: от воздухоплавания и расчета оптимальной формы корпуса ледокола до «Толкового тарифа» и теории колебания весов, не говоря уже о его многочисленных химических, физико-химических и химико-технологических работах. И вторая черта научного стиля Менделеева – его нацеленность на самые трудные, глобальные проблемы науки. Уже в своих первых крупных физико-химических исследованиях – кандидатской диссертации («Изоморфизм в связи с другими отношениями кристаллической формы к составу», 1855) и магистерской («Удельные объемы», 1856) Дмитрий Иванович ставит проблемы, которые так, как они были им сформулированы, вообще неразрешимы, ни тогда, ни сейчас [4].

Но для него как натурфилософа важно было даже не дойти до цели, но как можно больше увидеть по дороге к ней. В 1855–1856 гг. Менделеев надеялся реализовать задуманную им широкую физико-химическую программу. Главная задача – определить те факторы, от которых зависят свойства химических соединений и простых тел. После «химической революции», осуществленной в 1772—1785 гг. А. Лавуазье, большинство химиков склонялось к мнению, что свойства тел зависят от их химического (элементного) состава (качественного и количественного). Менделеев, изучая изоморфизм, искал зависимость между свойствами тела, его составом и формой кристаллов. Но никаких ясных закономерностей он не нашел. Тогда он усложняет задачу и в магистерской диссертации ищет взаимосвязь между свойствами, составом, кристаллической формой и удельным объемом тела [5].

С осени 1861 г. он много времени посвящает интенсивной педагогической деятельности, отчасти вынужденной: преподает в Университете, в Институте корпуса инженеров путей сообщения, в Николаевской Инженерной академии и училище, во 2-м Кадетском корпусе. В январе 1864 г. Менделеев был утвержден в должности профессора химии Технологического института, где проработал до мая 1872 г. «Бегаешь, как угорелый, право, – сетовал Дмитрий Иванович, – не загубить бы себя только. Но оно и хорошо – ведь учишься излагать, видишь, где не хватает» [9].

Мнения современников о Менделееве лекторе и преподавателе были полярно противоположными. Однако народу в аудиториях, где Дмитрий Иванович читал курс химии, всегда собиралось много. «В середине года, – вспоминал В. Е. Грум-Гржимайло, – я слушал у него лекцию о воде, так медленно излагал он свой курс. Ни одного опыта. Ни одной цифры. Его двухчасовая лекция в “Основах химии” занимала всего несколько строчек. Но всю лекцию Дмитрий Иванович учил нас, как надо наблюдать явления

обыденной жизни и как их понимать. Он передавал своим ученикам свое умение наблюдать и мыслить, чего не дает ни одна книга. Педагоги, делающие из инженеров коробочку с двадцатью местами ручного багажа, бояться чего-нибудь не досказать студенту, недодать ему рецептов на всю жизнь. Когда Д. И. Менделеев учил химически думать, он делал не только свою работу, не только работу всего цикла химических наук, но работу всего естественного факультета» [8].

В шестидесятых годах Д. И. Менделеев занимается вопросами изучения нефти, для чего вновь отправляется в путешествие. Посещает Баку и нефтедобывающие и нефтеперерабатывающие города США. И уже в следующем году разрабатывает теорию происхождения нефти, пишет книги «Нефтяная промышленность в Северо-Американском штате Пенсильвании и на Кавказе», «Бакинские нефтяные промыслы» и более 20 статей об анализе, добыче, хранении, транспортировке, переработке и использованию нефти и нефтепродуктов.

В 1865 г. Менделеев успешно защищает докторскую диссертацию «О соединении спирта с водой». Это обстоятельство способствовало появлению легенды, будто Дмитрий Иванович стал создателем русской 40-градусной водки [14].

Скоре после защиты докторской диссертации Менделеев становится профессором химии Санкт-Петербургского университета. В этот период он много сил и времени отдает купленному в 1865 г. имению Боблово (в 18 км от г. Клин Московской губернии), где проводит исследования по агрохимии и сельскому хозяйству. Он полностью перестраивает имение – возводит скотный двор, конюшни, закупает сельскохозяйственные машины. Кроме того, активно участвует в работе Вольного экономического общества (ВЭО). 3 апреля 1866 г. он выступил на заседании Вольного экономического общества с подробнейшей программой сельскохозяйственных опытов по изучению влияния почвенно-климатических условий, действия удобрений и агротехнических приемов на урожайность основных культур России – зерновых. В программе, рассчитанной на три года, было заявлено о проведении аналогичных опытов еще в трех губерниях – Петербургской, Смоленской и Симбирской, только в Боблово четко соблюдались все пункты программы – системы делянок, вариации удобрений и способов обработки почвы, севооборот; учитывались и такие факторы, как направление делянок с юга на север, что полезно для равномерности развития растений в бороздах, «точность разбивки поля». При проведении опытов регистрировались метеоусловия и «отделка почвы», изучались ее механические свойства, проводились анализы химического состава почв и урожая. Это была первая система опытных полей в России. К.А.Тимирязев высоко оценил значение полученных результатов, указав на то, что его опыты подтвердили большое значение фосфорных удобрений (в форме суперфосфата) и вредное действие сульфата аммония [13].

Интерес Менделеева к проблемам сельского хозяйства оказался настолько глубоким, что не ослабевал даже в период открытия Периодического закона и разработки учения о периодичности, что, несомненно, является одной из главнейших научных заслуг Менделеева. Он, в отличие от своих

предшественников, пытавшихся классифицировать химические элементы и найти закономерности, исходит из общефилософских воззрений на единство и сходство свойств всех существующих в природе простых веществ. В «Основах химии» Д. И. Менделеев пишет: «К числу таких измеримых свойств элементов и их соединений: а) изоморфизм, или сходство кристаллических форм, и связанная с ним способность образовывать изоморфные смеси; б) отношение объемов сходственных соединений элементов; в) состав солеобразных их соединений; г) отношение в весе атомов элементов». Изучая эти изменения свойств элементов, ученый устанавливает фундаментальный закон природы – периодичность свойств химических элементов в зависимости от их атомного веса и пишет так: «свойства простых тел, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости (или, выражаясь алгебраически, образуют периодическую функцию) от величины атомных весов элементов». Таким образом, Менделеев создает естественную систему химических элементов, которая получила название «Периодической системы», подчеркивая, что эта система составлена в соответствии с периодическим законом. Однако, это открытие было встречено весьма скептически рядом химиков, но действительность превзошла все ожидания после открытия предсказанных Дмитрием Ивановичем элементов и корректировки удельного веса некоторых элементов, которые подтвердили достоверность, системность, уникальность периодического закона [6].

Только к концу XIX века периодический закон завоевал полное признание в науке, стал применяться в области преподавания химии и самой химии как науки во всех ее проявлениях: общей химии, физической, аналитической, органической, геохимии, а также физики. Гениальность периодического закона доказывается тем, что все последующие открытия только дополняют его, никак ему не противоречат.

Менделеев прodelывает грандиозную работу по составлению учебника «Основы химии», основанного на периодическом законе. Это учебное пособие сыграло исключительную роль не только в преподавании химии, но и стало настольной книгой научных работников не только в России, но и за рубежом, о чем свидетельствует его издание на английском, французском и немецком языках [10].

Пожалуй, любой другой на месте Менделеева всю оставшуюся жизнь посвятил бы исключительно разработке учения о периодичности, благо поле для подобных изысканий было необъятным. Однако Дмитрий Иванович в декабре 1871 г. резко изменил тематику работ. Он обратился к исследованиям в области физики газов, находящихся при низких давлениях, поскольку здесь видел путь к разрешению таких «капитальных вопросов науки», как определение границ земной атмосферы, пределы применимости понятия об идеальном газе [6].

Чуть позже Дмитрий Иванович начинает заниматься вопросами воздухоплавания. А в 1887 г. один совершает полет продолжительностью 2 часа 20 мин. на воздушном шаре, пройдя при этом путь более 300 км. и поднимаясь на высоту более 3,5 км [7].

В то же время, Менделеев много путешествует, участвует в различных выставках, конгрессах, съездах, посвященных разным научным областям, например, метеорологии (1879 г., Палермо), промышленности (1882 г., Москва), химии (1887 г., Манчестер), виноделию (1902 г., Москва) В 1888 г. Дмитрий Иванович изучает вопросы выработки каменного угля в Донбассе, результатом стал труд «О мерах для развития донецкой каменноугольной промышленности», выдвинул идею подземной газификации угля. В 1890 г. ученый проверяет свои расчеты по бездымному пороху, который нашел применение в русском флоте. В 1895 г. занимается вопросами единиц мера и веса. В следующем году участвует в диспутах торгово-промышленного съезда в Нижнем Новгороде. В 1899 г. на Урале Д. И. Менделеев изучает черную металлургию. Также в этот период принимает участие в постройке ледокола, предлагая надрезать лед снизу, как алмазом по стеклу [3].

Многие иностранные и российские университеты избрали Д. И. Менделеева почетным доктором, он стал почетным членом ряда академий наук, получил множество наград.

Умер великий ученый в возрасте 73-х лет от воспаления легких, похоронен в Ленинграде [14].

За свою жизнь Менделеев посетил более 100 городов мира и совершил много пешеходных путешествий, и все – с пользой для науки. Он сочетал мощь и глубину теоретического мышления с большим размахом практической деятельности. Его научная деятельность охватывает широкий спектр отраслей знаний. Так из 431 крупных работ 40 посвящены химии, 106 – физико-химии, 99 – физике, 22 – географии, 99 – технике и промышленности, 36 – экономическим вопросам и 29 – другим темам. Кроме этого, написано много кратких статей и заметок [3].

Р. Б. Добровитным предложена схема научных интересов Д. И. Менделеева (рис. 1), хотя она и не отражает хронологической последовательности публикаций, но демонстрирует разносторонность его трудов и логическую связь между ними [6].

Схема отражает широту и многообразие творческих интересов Д.И.Менделеева. Надписи (темы) приближены к кружкам, внутри которых указано число работ по этим темам. Центральный кружок с цифрой 23 показывает, что от первых работ просматриваются будущие научные направления, прямыми линиями показаны и дальнейшие связи между темами.

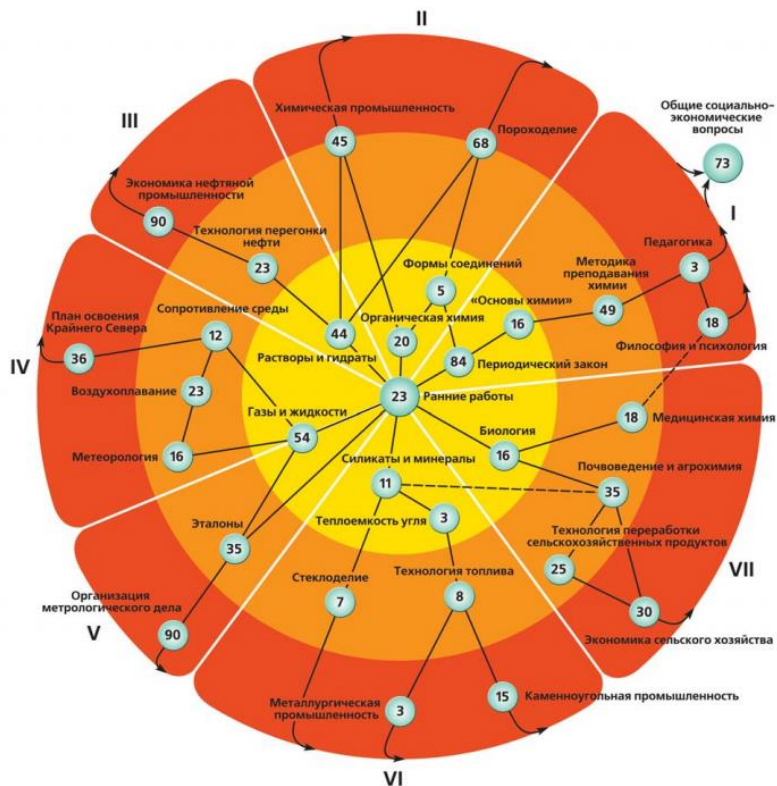


Рис. 1. Схема научных интересов Менделеева

Кружки с цифрами распределяются по трем кольцам. Во внутреннем кольце собраны работы теоретического характера. В среднем – труды, относящиеся к технологии, технике и прикладным вопросам. Внешнее кольцо – статьи, книги и выступления по проблемам экономики, промышленности и просвещения. За внешнее кольцо вынесен особый блок, объединяющий 73 работы по общим вопросам социально-экономического и философского характера.

Схема дает возможность проследить, как Менделеев переходит от той или иной научной идеи к ее практическим воплощениям и технической разработке, а далее – к решению экономических задач. Анализ многочисленных логических связей позволяет выделить семь основных направлений деятельности ученого. Им отвечают семь секторов:

- I) Периодический закон, педагогика, просвещение;
- II) органическая химия, учение о предельных формах соединений;

III) растворы, технология нефти и экономика нефтяной промышленности;

IV) физика жидкостей и газов, метеорология, проблемы воздухоплавания, сопротивления среды, кораблестроения, проект освоения Крайнего Севера;

V) эталоны, вопросы метрологии;

VI) химия твердого тела, технология твердого топлива и стекла, металлургическая и каменноугольная промышленность;

VII) биология, медицинская химия, агрохимия, сельское хозяйство [6].

Научное наследие Д. И. Менделеева разнообразно и многогранно, трудно сказать в какой области он достиг больших высот, все свои исследования он проводил во благо Родины. Таких ученых принято называть энциклопедистами, патриотами. Сам Менделеев говорил так: «Какой я химик, я – политико-эконом!» «Я не был и не буду ни фабрикантом, ни заводчиком, ни торговцем, но я знаю, что без них, без придания им важного и существенного значения нельзя думать о прочном развитии благосостояния России» [7]. Сам Дмитрий Иванович выделял три службы родине:

1) научную деятельность: «Плоды моих трудов – прежде всего в научной известности, составляющей гордость – не одну мою личную, но и общую русскую...»;

2) преподавательскую деятельность: «Лучшее время жизни и её главную силу взяло преподавательство... Из тысяч моих учеников много теперь повсюду видных деятелей, профессоров, администраторов, и, встречая их, всегда слышал, что доброе в них семя полагал, а не простую отбывал повинность...»

3) деятельность на благо Родины: «Третья служба моя Родине наименее видна, хотя заботила меня с юных лет по сих пор. Это служба по мере сил и возможности на пользу роста русской промышленности...» [11].

Подытожить все научные достижения Д. И. Менделеева можно его же словами: «Я ни капиталу, ни грубой силе, ни своему достатку я ни на йоту ...не служил, а только старался ... дать плодотворное промышленно-реальное дело своей стране в уверенности, что политика, устройство, образование и даже оборона страны ныне без развития промышленности немислимы...» [11].

Список литературы

1. **Балезин, С.А.** / Дмитрий Иванович Менделеев / С. А. Балезин // Химия в школе. – 1957. – № 1. – Р. 16-26.
2. **Вальден, П.И.** Памяти Д. И. Менделеева / П. И. Вальден // Природа. – 2009. – № 1. – С. 6-8.
3. **Григориади, П.К.** Схематическая карта путешествий Д. И. Менделеева / П. К. Григориади // Химия в школе. – 1957. – № 1. – Р. 26-34.
4. **Дмитриев, И.С.** Диалог с эпохой / И. С. Дмитриев // Природа. – 2009. – № 1. – С. 10-27.
5. **Дмитриев, И.С.** Человек эпохи перемен: Очерки о Д. И. Менделееве и его времени. – СПб : Химиздат, 2004. – 576 с.

6. **Добротин, Р.Б.** Летопись жизни и деятельности Д. И. Менделеева / Р. Б. Добротин, Н. Г. Карпило, Л. С. Керова, Д. Н. Трифонов. – Ленинград : Наука, Ленингр. отд-ние, 1984. – 531 с.
7. **Кушнарев, А.А.** Дмитрий Менделеев. «Какой я химик?» / Кушнарев А. А. – М.: Майор, 2017. – 192 с.
8. **Макареня, А.А.** Д. И. Менделеев в воспоминаниях современников / А. А. Макареня, И. Н. Филимонова, Н. Г. Карпило. – М. : Атомиздат, 1973. – 271 с.
9. **Менделеев, Д.И.** Дневник 1861 г., Дневник 1862 г. // Научное наследство. Естественнаучная серия: В 4-х тт. Т.2 / Под ред. Х. С. Кошгоянца и др. – М., 1951. – [Текст : электронный] – <https://corpus.prozhito.org/person/4267> (дата обращения 25.03.2024).
10. **Самин, Д.К.** Сто великих ученых / Д. К. Самин. – Москва : Вече, 2001. – 592 с.
11. **Смирнов, Г.В.** Тобольский гений России: В 2 т.: Т.2: Живой Менделеев: Автобиографические материалы и воспоминания современников / Сост. Г. В. Смирнов; отв. ред. Н. М. Полунина. – Тобольск : Изд-во Общественного фонда «Возрождение Тобольска», 2003. – 256 с.
12. **Смирнов, Г.В.** Тобольский гений России: В 2 т.: Т. 1: Неизвестный Менделеев: Избранные сочинения / Сост. Г. В. Смирнов; отв. ред. Н. М. Полунина. – Тобольск : Изд-во Общественного фонда «Возрождение Тобольска», 2003. – 448 с.
13. **Фигуровский, Н.А.** Дмитрий Иванович Менделеев, 1834-1907 / Н. А. Фигуровский. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Наука, 1983. – 287 с.
14. **Щукин, А.Н.** Самые знаменитые люди России. Т. 1. А-М / А. Н. Щукин. – Москва : Вече, 1999. – 573 с.

**Sukach S.M.
Dyachenko V.D.**

The versatility of D. I. Mendeleev's scientific heritage

The life and work of D. I. Mendeleev are considered, the versatility of the scientific heritage of the great scientist is described.

Key words: *D. I. Mendeleev, periodic law, scientific heritage.*

Полупаненко Елена Геннадиевна,
*доктор педагогических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»
г. Луганск (Луганская Народная Республика)
aktiniua@mail.ru*

Чубаров Игорь Вадимович,
*студент,
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»,
г. Луганск (Луганская Народная Республика)
ighor.chubarov@mail.ru*

Д.И. Менделеев об обучении без экзаменации
Аннотация

Раскрываются взгляды Д.И. Менделеева на возможности обучения без экзаменации. Особое внимание Д.И. Менделеев уделял весомым преимуществам обучения без экзаменации как для учителей, так и для обучающихся. Предлагаются альтернативные оценочные средства знаний и навыков учащихся и студентов.

Ключевые слова: Единый Государственный Экзамен, отдых, нагрузка, проект, исследование, учащийся, учитель, оценивание.

Истинное дело учителя делается
исключительно нервами.
Д.И. Менделеев

Современную систему образования невозможно представить без такого мероприятия, как экзамен. На сегодняшний день экзаменом, проводимым в рамках отечественной системы образования, является Единый Государственный Экзамен (далее – ЕГЭ)

Актуальность. В настоящее время в системе образования стало актуальным исследование различных аспектов обучения, включая оценочные средства, такие как экзамены.

Ученые, эксперты в сфере образования и педагоги акцентируют внимание на том, что система экзаменации имеет множество недостатков. А.А. Володарский утверждает, что ЕГЭ свою задачу не выполнил и что есть прямые и косвенные доказательства этому. А.В. Снегуров, комментируя результаты опроса ВЦИОМ, акцентирует внимание на недовольстве обществом самого факта проведения ЕГЭ. Аргументирует он свою позицию тем, что 19% всех респондентов выступают за отмену этой системы и это не значит, что они знают, на какую систему поменять. Но, как отмечает Снегуров, это определяет общую тенденцию недовольства качеством образования и самой системой образования, в которой ЕГЭ является одной из процедур [9].

Необходимо вернуться к истокам. Одним из выдающихся ученых, занимавшихся этой проблематикой, был Дмитрий Иванович Менделеев – русский химик, создатель периодической системы химических элементов. Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью анализа и толкования идей Менделеева в сфере образования, а также поиска потенциальных альтернативных методов оценки знаний студентов.

Анализ первоисточников – публикаций, заметок и других работ Д.И. Менделеева позволит получить непосредственное представление о его взглядах и аргументации в пользу обучения без экзаменов. А те рекомендации, которые оставил ученый для последователей, нуждаются в осмыслении и выявлении фундаментальных педагогических идей, которые можно внедрить в современный образовательный процесс.

Цель статьи – изучить педагогические взгляды Д.И. Менделеева на обучение без экзаменов, проанализировать его публикации и записи, в которых он высказывал свое отношение к роли экзаменов в процессе образования, и определить возможности имплементации полученных выводов в современный образовательный процесс.

Изучив источники [1–11] красной линией проходит идея Д.И. Менделеева об использовании альтернативных оценочных средств в системе образования, в том числе и без применения экзаменов. Подтверждение этому служит мнение С.К. Комкова о том, что нужно разрабатывать другие формы итоговой оценки знаний.

Это может привести к пересмотру существующих подходов к оценке знаний студентов и разработке новых методов, более современных и эффективных.

Мы считаем, что для начала, необходимо взвесить все «за» и «против» экзаменации в процессе обучения. Вот несколько аргументов в поддержку обучения без экзаменов в современной системе образования, которые приводят ученые, педагоги и эксперты в области образования:

Стресс и давление. Экзамены часто вызывают большое напряжение у учащихся, что может негативно сказываться на их психологическом благополучии. Обучение без экзаменов может сократить стрессовые ситуации и создать более поддерживающую атмосферу для учебы. Ю.Е. Водяха и О.О. Ворошилова считают, что психологическая готовность старшеклассников к самой процедуре во многом определяет степень результативности и успешности сдачи ЕГЭ [6; 8].

Критерии оценки. Оценивая учеников через экзамены, мы часто сужаем фокус только на их способности запоминать и воспроизводить информацию, вместо развития творческого мышления, критического мышления и других умений. Обучение без экзаменов может позволить более всестороннюю оценку достижений и навыков учеников.

Мотивация для самостоятельного обучения. Без экзаменов ученики могут найти внутреннюю мотивацию учиться и искать знания для саморазвития вместо стремления просто получить хорошую оценку. Это в конечном итоге может привести к более глубокому и долгосрочному усвоению материала [11].

В заметках о народном просвещении России Дмитрий Иванович подвергает критике существовавшую тогда систему экзаменов — как в школах, так и в вузах. Он считал, что будет гораздо больше пользы, если время, приходящееся обычно на экзамены и подготовку к ним, частично посвятить отдыху, а частично — обычной учёбе, сократив тем самым общее время обучения: «Время экзаменов в старших классах гимназии и т. п. длится около полутора месяцев. В это время учение во всех классах, даже если в них нет экзаменов, или вовсе не идёт, или ничего не дает, потому что учителя измучены экзаменами не меньше, а больше учеников» [3].

Таким образом, то, что было сказано более 120 лет назад Менделеевым, актуализируется современными педагогами, психологами. В.С. Садовничий, ректор МГУ им. М.В. Ломоносова, академик РАН, считает, что талантливый ребенок может провалиться на ЕГЭ, если думает и ведет себя нестандартно. В.В. Жириновский считает, что вместо того, чтобы учиться думать, дети и юноши зубрят ответы на вопросы, а сами двух слов связать не могут [7].

Спроецируем эту идею на современную систему образования.

В России на данный момент проводится Единый Государственный экзамен (ЕГЭ) – сложноструктурированная система экзаменации, в которой применяются все силы и средства, исключающие проявления моментов списывания:

1. Видеонаблюдение. Внутри экзаменационных пунктов установлены видеокамеры, которые записывают процесс проведения экзамена. Это позволяет контролировать ситуацию, выявлять нарушения и помогает обеспечить честность проведения экзамена.
2. Усиление охраны. Вокруг экзаменационных пунктов располагается дополнительная охрана, полиция и студенты-волонтеры помогают обеспечить безопасность и предотвратить списывание.
3. Использование детекторов металла и электронного оборудования. На входе и внутри экзаменационных пунктов проводится проверка учащихся на наличие электронных устройств, которые могут использоваться для списывания, таких как мобильные телефоны, часы со встроенными функциями слежки и т.д.
4. Использование уникальных экзаменационных материалов. Каждый участник экзамена получает индивидуальную копию тестов или заданий, которая отличается от копий других участников. Это помогает снизить вероятность списывания, поскольку каждый учащийся имеет индивидуальный набор вопросов.

Это, а соответственно, и сам процесс проведения экзамена, является самым главным фактором стресса для старшеклассников, который не позволяет как учащимся, так и учителям, полноценно отдохнуть. Стараясь сдать экзамен на высокий балл, график обучения детей становится ненормированным.

О необходимости полноценного отдыха для учащихся в своё время писал и Дмитрий Иванович Менделеев. Он отмечал, что каждый знает, насколько сильно полноценный отдых помогает бодро глядеть на всё, что предстоит учащимся, а хорошего учения в массе без этого не может быть.

Аргументировал он это тем, что физическая сторона растущего организма требует полного по времени отдыха; польза от полноты отдыха учеников много выиграет, когда не будет ни экзаменационной муки перед каникулами, ни всяких переэкзаменовок после них, а ход учения прямо прерывается каникулярным временем [3].

Помимо учеников дополнительно нагружаются учителя. Им необходимо подготовить желающих сдавать Единый Государственный Экзамен. Учителя имеют куда большую нагрузку при подготовке в учебное время и репетиторстве.

О необходимости отдыха учителям также писал Дмитрий Иванович. Он отмечал в «Заметках о народном просвещении России», что опыт всего мира показывает надобность полного отдыха, как учителям, так и ученикам. Аргументировал он свою позицию тем, что истинное дело учителя делается исключительно нервами: необходимо заразить учеников трудолюбием, сознательным и разумным отношением к частностям жизни, одними сухими рассуждениями ничего не поделаешь в обучении, необходима работа нервов, а её без отдыха нельзя вести, а также тем, что учителю гимназий или тому подобным заведений нельзя стоять на месте, необходимо упорно следить за всем движением своего предмета, мёртвых предметов в школах не должно быть. [3]

Согласно требованиям ФГОС и ФООП учителю необходимо совершенствовать не только свой опорный материал, но и ораторское мастерство: находить какие-то новые данные, давать внеурочные консультации, просто общаться по темам, которые преподаются. Таким образом достигаются предметные, метапредметные и личностные результаты обучения. При решении данных задач у учителя возникают трудности и оптимизировать учебный процесс сложно при ограниченном количестве времени.

Эту проблему в своих работах также освещал Дмитрий Иванович. Он отмечал, что учитель должен отвечать на вопросы учеников по теме урока или предмету и быть всегда в курсе последних научных свершений. Если не остается времени для самообучения, дельному учителю часто приходится откладывать выполнение задач до каникул, а время такого отдыха для учителей и без того часто должно быть короче, чем для учеников, и когда есть экзамены, дающие массу утомления перед каникулами, да переэкзаменовки после каникул, тогда не может быть прочного спокойствия учителю, а если его не будет, то не стоит искать хороших учителей; останутся только исполнители, а нужны возбудители [3].

Действительно, если у учителя не будет времени, знания, которые он будет давать учащимся и студентам, могут стать неактуальными. Таким образом, Дмитрий Иванович оставил рекомендации, что учителям нужно постоянно актуализировать свои знания в той науке, которую преподают.

Главным ориентиром для экзаменации служат оценки — один из самых сильных факторов стресса и переживаний.

Дмитрий Иванович в своё время критиковал сам факт оценивания на экзаменах, говорил, что отметка служит помощью учителю, указателем ученику, зачем еще сверх того экзамен со всеми его муками? В «Заметках о народном просвещении России» Менделеев отмечал, что слышал только две

отговорки: надо проверять учителей и полезно лишний раз дать возможность слабым подтянуться или попытаться счастья. По его мнению, эти отговорки стоят мало, формальны и путают все дело до крайности [3].

Стоит сказать, что идея обучения без оценок имела в своё время жизнь. Постановлением Наркомпроса РСФСР от 31(18) мая 1918 г. балльная система оценки знаний была отменена. Перевод из класса в класс, выдача свидетельств производились по отзывам педагогического совета об исполнении учебной работы. Все виды экзаменов: вступительные, переходные и выпускные запрещались. В первые годы Советской власти идея обучения без отметок отвечала концепции новой, трудовой школы, в которой работа обучаемых должна строиться на интересе, носить свободный характер и быть направленной на развитие у них таких качеств, как самостоятельность, творчество, инициатива. Поэтому прежние методы дисциплинирования учащихся с помощью регулярной проверки и выставления отметок признавались неприемлемыми. Вместо традиционной системы контроля знаний основными его формами стали самоконтроль, выявление достижений коллектива, а не отдельного учащегося. Широкое распространение получили тестовые задания, которые стали считаться одной из самых пригодных форм самопроверки. В последующем, с построением социализма, пятибалльная система оценок была восстановлена. [4]

Однако полное или частичное уничтожение системы оценивания также сужают возможности корректирования работы с учащимися и студентами, сильно усложняет ориентирования учителя в знаниях учащихся и студентов.

Именно поэтому Дмитрий Иванович в своей концепции обучения без экзаменов не затрагивал тему отмены оценок как таковых, а говорил о том, что для определения уровня знаний учащегося или студента достаточно лишь годовой оценки. Он писал, что учителя, зная своих учеников, хорошо могут предвидеть, насколько можно предвидеть в жизни, имеются ли или нет у данного слабого ученика условия для успешности его дальнейшего обучения. Он также добавил, что экзамены не являются надежным инструментом для помощи слабым ученикам, что таких надо или направлять в другие условия, или, при наличии соответствующих условий, переводить и выпускать с уверенностью, что недоделанное в прошлом наверстается. Он отмечал, что экзамены тут не помогут и что вместо них совершенно достаточно годовых отметок и общего впечатления учителей [3].

Таким образом, ещё Менделеев говорил, что учителя должны не просто давать сумму знаний, а уметь направлять учащихся в правильное русло и знать, в чём его сильные и слабые стороны, каковы пробелы в освоении учебной программы. Об индивидуальном подходе говорил А.И. Григорьев: «Для науки важен индивидуальный подход к ученику, а Единый государственный экзамен его полностью исключает. Как тогда выделять таланты?» [10].

Но в современной системе образования всё построено таким образом, что ученик становится тем лучше, насколько хороша его оценка. Чем более пятёрок получил ученик – тем лучше. Схожие выводы делает профессор

кафедры ЭВМ Новочеркасского государственного технического университета Е.Н. Сыроморлов, что несмотря на достаточно конкретные требования, предъявляемые нормативными актами учебных заведений к семестровой оценке. Он пришел к выводу, что все оценки относительны и определяют они только то, у кого из обучаемых знания лучше, а у кого хуже – абсолютный уровень знаний они не показывают. Обосновывая данный тезис, он опирается на следующий аргумент: «Если ученик А. лучше ученика В., то А. получает “4”, а В. – “3”, если ученик С. знает лучше, чем ученик А., то он получает “5”. Если ученик D. знает хуже, чем ученик В., то его оценка – “2”. Знания каждого ученика учитель сравнивает со знаниями учеников группы, сравнивает с учащимися в соседнем лицее, где он подрабатывает, обучавшихся у него в прошлом году, позапрошлом, в меру надежности и объективности своей памяти» [5, с. 111–112].

Соглашаемся с мнением С.В. Супрун, что действительно оценки не учитывают абсолютного уровня знаний, поэтому они несопоставимы для разных коллективов преподавателей и для разных учебных заведений. Экзаменатор не всегда однозначно может оценить знания учащегося или студента на семестровом экзамене. Как, например, оценить его знания, если в течение сессии он занимался хорошо, а на экзамене отвечает на полбалла выше оценки «удовлетворительно»? Вычестить их из оценки, мотивируя тем, что он «недоучил», либо сохранить, учесть активное участие студента или учащегося на семинарах, практических занятиях и уроках и прибавить к ним еще полбалла? [4].

Являются ли показателем оценки для того, хорош ли учитель, или нет? Д.И. Менделеев также говорил о том, что учителей необходимо проверять не на экзаменах, а в ходе преподавания; главную проверку дадут сами ученики, когда вырастут и вспомнят, какие знания им дал тот или иной учитель. Он подытожил, что все это, а особенно посещение уроков представителями сферы образования, может дать более верную оценку учителя, чем экзамены его учеников [3].

Подводя итоги, стоит сказать, что в современной системе образования идея об обучении без экзаменов имеет место. Что можно предложить современному учителю вместо экзамена, но при этом проверить уровень знаний ученика?

Проанализировав работы Менделеева и современных ученых, мы приходим к выводу, что портфолио, которое ученик создает себе сам в процессе обучения, станет лучшей альтернативой экзамену. Подтверждением этому служат слова А.А. Володарского, который думает, что общество идёт в высоком темпе к тому, чтобы отменить ЕГЭ и прийти в будущем к анализу портфолио [9]. Проводя исследования по тем или иным областям предмета, который изучает, участвуя в олимпиадах, различных выездных мероприятиях в рамках изучения предмета, ученик:

1. Самостоятельно изучает дополнительную литературу по предмету, по теме исследований, получает практический опыт;
2. Учитя формулировать более четкую и логичную позицию;
3. Показывает не только теоретические, но и практические навыки;
4. Развивает ораторские навыки;

5. Получает меньше стресса;
6. Применяет творческие навыки;
7. Повышает уровень работы учащихся с современными программами; Также присутствует экономический аспект. Проведение исследований, создание проектов и их защита не требуют больших финансовых затрат.

Оценивая знания и навыки студентов и учащихся, также можно применять «Кейс-методику» – письменный или в виде видеоматериалов, симуляций анализ и решение реальных проблем и ситуаций, позволяющая оценить способность анализировать, принимать решения и применять теоретические знания на практике.

Говоря о возможности реализации вышеперечисленных аспектов, стоит сказать, что в рамках системы образования Российской Федерации реализовать данное весьма по силам, не внося в систему серьёзных изменений.

Также считаю нужным согласиться с Дмитрием Ивановичем по поводу показателя уровня знаний в виде годовой отметки: вышеперечисленное весьма исчерпывающе покажет способности учащегося в том или ином предмете.

Дополнительно стоит сказать об экзаменах как соревновательном моменте при наборе на конкурсной основе (вступительный экзамен в ВУЗах): надобность в проведении отпадает сама по себе. Соревновательный момент переходит на портфолио учащегося при выпуске из школы.

Дмитрий Иванович и здесь указывал на то, о чем было сказано в статье: переходные и выпускные экзамены в процессе обучения стоит упразднить, а на вступительные смотреть только как на неизбежную необходимость, определяемую числом желающих поступить к числу принимаемых [3].

Таким образом, изучив педагогические взгляды Д.И. Менделеева на обучение без экзаменов, проанализировав его публикации и записи, в которых он высказывал свое отношение к роли экзаменов в процессе образования, мы можем сделать вывод о том, что экзамен как средство оценки знаний и навыков не раскрывает потенциал учащихся и студентов и требует замены другим средством оценки. Опираясь на мнение современных педагогов и экспертов в области образования, можно подчеркнуть то, что лучшей альтернативой экзамену является собственное портфолио.

Список литературы:

1. **Менделеев, Д.И.** Заметки о русском просвещении. Познание России. Заветные мысли. – М.: «Эксмо», 2008. С.
2. **Рублёва, Т.И., Януфину З.И.** Д.И. Менделеев о проблемах педагогического образования в России // Вестник ТПУ. 2009. Выпуск 12 (90). С. 135 - 137
3. **Менделеев, Д.И.** Заметки о народном просвещении России / [Соч.] Д.И. Менделеева. – Санкт-Петербург : тип. В. Демакова, 1901. – [2], 67 с.; 25. [Режим доступа: [https://ru.wikisource.org/wiki/Заметки_о_народном_просвещении_России_\(Менделеев\)](https://ru.wikisource.org/wiki/Заметки_о_народном_просвещении_России_(Менделеев))]

4. **Супрун, С.В.** Свобода оценки знаний на экзамене // Психопедагогика в правоохранительных органах. 2010. № 3 (42). С. 62–65
5. **Сыромолотов, Е.Н.** Годаются ли школьные оценки для вузов // Информатика и образование. 1998. № 8. С. 111–116.
6. **Водяха, Ю.Е., Ворошилова О.О.** Психологическая готовность старших подростков к единому государственному экзамену в условиях образовательной организации // Муниципальное образование: инновации и эксперимент. 2017. № 3. С. 6–10.
7. **Хроменков, П.Н.** Что критикуют критики ЕГЭ // Проблемный анализ и государственно-управленческое проектирование. 2013. Выпуск 1. С. 97–102
8. **Хайруллина, Н.Г., Субботин В.Я.** Поколение ЕГЭ: последствия современного образования для будущего России.
9. Эксперты считают, что ЕГЭ необходимо реформировать, как и школьное образование в целом // ТАСС, 2021. [Режим доступа: <https://tass.ru/obschestvo/11771031>]
10. Учёные против ЕГЭ // Новый регион, 2009. [Режим доступа: <https://ctege.info/stati-o-ege/uchyonyie-protiv-ege.html>]
11. Плюсы и минусы отсутствия экзаменов // Сленги: Значения, 2018. [Режим доступа: <https://alternativa-profi.ru/znacheniya/plyusy-i-minusy-otsutstviya-ekzamenov>]

**Polupanenko E.G.
Chubarov I.V.**

D.I. Mendelev about Education without Examinations Abstract

D.I. Mendelev's views on the possibilities of education without examinations are being discussed. D.I. Mendelev particularly emphasized the significant advantages of examination-free learning for both teachers and students. Alternative assessment tools for students' knowledge and skills are proposed.

Key words: Unified State Exam, relaxation, workload, project, research, student, teacher, evaluation.

ХИМИЯ

УДК 544.164; 547.831; 53.082.534

Асютина Алина Владиславовна

*магистрант 2 курса,
направления подготовки «Химия»
ФГБОУ ВО «Луганский государственный
педагогический университет»
aasyutina13@mail.ru*

Бородина Алина Александровна

*магистрант 2 курса,
направления подготовки «Химия»
магистерская программа «Биохимия»
ФГБОУ ВО «Луганский государственный
педагогический университет»
linkazq@gmail.com*

Тихий Александр Александрович

*канд. физ.-мат. наук,
доцент кафедры химии и биохимии
ФГБОУ ВО «Луганский государственный
педагогический университет»
ea0000ffff@mail.ru*

Влияние pH среды на спектры оптического поглощения производных частично гидрированного изохинолина

Представлены результаты измерений спектров оптического поглощения ряда производных частично гидрированного изохинолина в кислых водных растворах с различным уровнем pH. Установлено, что уменьшение pH приводит к bathochromному сдвигу максимума, соответствующего первому возбуждённому состоянию и гипсохромному – для второго. Полученные данные позволяют предположить, что основным механизмом влияния pH растворителя на спектры исследованных соединений является протонирование атома азота в пиридиновом цикле.

Ключевые слова: *галохромизм, производные частично гидрированного изохинолина, оптическое поглощение, растворы.*

Введение

Важность исследования оптических свойств производных гидрированного изохинолина обусловлена наличием у них разнообразных полезных свойств. Вещества этого класса могут быть использованы в качестве хромофоров и органических полупроводников.

Производные гидрированного изохинолина проявляют целый ряд биологических активностей [12] – среди них имеются агонисты каннабиноидных

рецепторов типа 2 [2, 7], ингибиторы 11- β -гидроксистероиддегидрогеназы [1], а также соединения, обладающие положительной инотропной активностью [3].

Изучение оптических свойств производных гидрированного изохинолина необходимо для поиска и синтеза новых соединений, обладающих практически полезными оптическими свойствами, а также для аналитических приложений. Так, для анализа лекарственных веществ часто используются оптические методы – электронная спектрометрия [8]; колебательная спектроскопия [13]; комбинационное рассеяние света [4]; люминесцентный анализ [5, 14] и др. Однако, одним из наиболее доступных методов количественного определения производных гидрированного изохинолина является молекулярная абсорбционная спектроскопия [9], так как она не требует использования сложной дорожной аппаратуры.

Производные гидрированного изохинолина часто применяются в форме растворов, поэтому их молекулы подвергается различным взаимодействиям с молекулами растворителя, которые могут носить как химический, так и физический характер. Данные взаимодействия, среди прочего, приводят и к изменениям спектров оптического поглощения растворов. Это явление можно использовать как для изучения электронных переходов в самих производных гидрированного изохинолина так и для создания оптических датчиков полярности и pH различных жидкостей. Изучение влияния последнего и является темой данного исследования.

Влияние pH растворителя на спектры оптического поглощения органических соединений обусловлено процессами протонирования/депротонирования различных участков молекулы. Это приводит к изменению распределения электронной плотности, как в основном, так и в возбужденном состоянии, а, следовательно, и к изменению энергии переходов. Характер данных процессов и результирующее изменение спектров определяется химическим строением конкретных молекул [6].

Эксперимент

Исследуемые вещества ранее синтезированы авторами работ [10 - 12]. Их структурные формулы представлены на Рис. 1.

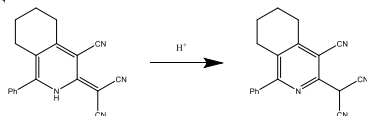
Измерение спектров оптического поглощения всех исследованных веществ проводилось в растворах, которые были приготовлены методом последовательного разведения. При этом первое растворение проводилось в диметилформамиде (ч.д.а.) (ДМФА). Далее полученный раствор разбавлялся в соотношении 1:99 дистиллированной водой, подкисленной HCl до уровней pH = 5,2, 3,2, 2,1, 1,1.

Концентрации всех исследованных растворов составляли порядка $1 \cdot 10^{-5}$ М. Взвешивание исследуемых веществ проводилось на аналитических весах Axis ANZ160C. Измерение объемов – мерной пипеткой с ценой деления 0,01 мл. pH – с помощью pH-метра pH-150МИ производства НПО «Измерительная техника ИТ» оснащённого электродом ЭСК-10601/4. Спектры оптического поглощения в интервале длин волн от 240 до 550 нм получены на спектрофотометре Альтаит-300УФ с модифицированной системой управления. Спектральная ширина щели – 5 нм.

Результаты и обсуждение

Как видно из представленных спектров (Рис. 1), положение максимумов поглощения соединения **1** практически не зависит от pH, а отличия в их интенсивностях имеют случайный характер и обусловлены погрешностями дозирования веществ в процессе приготовления растворов. Для соединения **2**, с уменьшением pH, максимум соответствующий первому возбуждённому состоянию испытывает слабый bathochromный сдвиг, а второму – гипсохромный. Отличия их в интенсивностях также имеют случайный характер. Отличие в поведении спектров **1** и **2** вероятно обусловлено тем, что в отсутствии фенильного радикала, сопряжённого с пиридиновым циклом становится возможным протонирование его азота, которое и приводит к наблюдаемому изменению спектров.

Соединение **3** демонстрирует резкое изменение спектра уже при pH = 3,2. Вероятно, оно является следствием протонирования малонитрила. При этом происходит отщепление протона с атома азота в пиридине и ароматизация гетероцикла:



В соединении **4**, уже при малых значениях pH, возможно протонирование азота в пиридиновом цикле, которое нарушает ароматичность, после чего поведение его спектра становится похоже на поведение спектра соединения **2**.

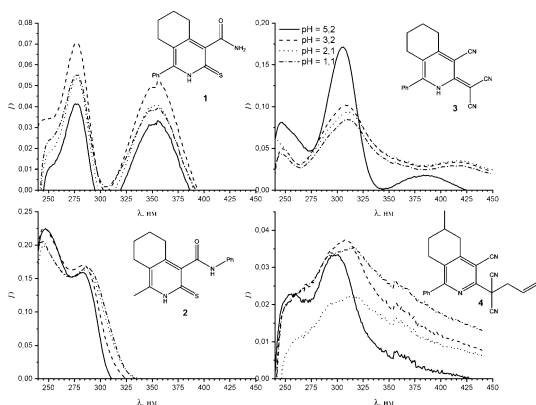


Рис. 1. Спектры оптического поглощения производных гидрированного изохинолина в водных растворах с различной кислотностью.

Выводы

Изучено влияние pH на спектры оптического поглощения производных гидрированного изохинолина в кислых растворах. Наибольшее влияние pH среды оказывает на спектр соединения **3**, для пика первого

возбуждённого состояния которого батохромный сдвиг достигает 35 нм. Спектр соединения **1**, напротив практически не зависит от pH. Полученные данные позволяют предположить, что основным механизмом влияния pH растворителя на спектры исследованных соединений является протонирование атома азота в пиридиновом цикле.

Список литературы

1. **Robl, J.A.**, Wu S.C., Yoon D.S. Pat. WO 2008005910(A 2) (2008). USA.
2. **Tada, Y.**, Iso Y., Hanasaki K. Pat. 135711(A1) (2003). Европейский патент.
3. **Tatsuo, K.** Cardiotonic agents. 1-Methyl-7-(4-pyridyl)-5,6,7,8-tetrahydro-3(2H)-isoquinolinones and related compounds. Synthesis and activity / K. Tatsuo, S. Kunio, S. Kajiva, T. Suzuki, K. Otsuka, T. Ito, J. Komiya, M. Maruyama // J. Med. Chem. 1989. Vol. 32. N 2. P. 351.
4. **Vankeirsbilck, T.** Applications of Raman spectroscopy in pharmaceutical analysis / T. Vankeirsbilck, A. Vercauteren, W. Baeyens, G. Van der Weken, F. Verpoort, G. Vergote, J.P. Remon // Trends in analytical chemistry. – 2002. – Vol. 21, N. 12 – P. 869-877.
5. **Warner, I.M.** Multicomponent analysis in clinical chemistry by use of rapid scanning fluorescence spectroscopy / I.M. Warner, J.B. Callis, E.R. Davidson, G.D. Christian // Clin. Chem. – 1976. – Vol. 22, N 9. – P. 1483-1486.
6. **Yadav, L.D.S.** Organic Spectroscopy / L.D.S. Yadav // Kluwer Academic Publishers. – 2005. – 324 p.
7. **Yasui, K.**, Morioka Y., Hanasaki K. Pat. 1477186 (2004). Европейский патент.
8. **Аниськов, А.А.** Определение строения карбо- и гетероциклических соединений спектральными методами / А.А. Аниськов, И.Э. Варшоломидзе, А.Г. Голиков, О.А. Григорьева, И.П. Ключкова, А.П. Кривенько, А.Ю. Никишин, И.В. Поплевина, В.В. Сорокин, О.В. Федотова, Ю.А. Фомина, М.П. Щекина. – Саратов : Наука, 2010. – 234 с.
9. **Драго, Р.** Физические методы в химии / Р. Драго. – М. : Мир, 1981. – 424 с.
10. **Дяченко, И.В.** Синтез и алкилирование 1-алкил(арил)-4-циано-3-дицианометилзамещенных карбо[с]аннелированных пиридинов. Молекулярная и кристаллическая структура 2-(1-метил-4-циано-5,6,7,8-тетрагидроизохинолин-3-ил)-2-(2-оксо-2-фенилэтил)малонитрила и 10-амино-8-фенил-5-(2-хлорфенил)-1,2,3,4-тетрагидро-7H-пиrido[2',3':3,4]циклопента[1,2-с]изохинолин-7,7,9-трикарбонитрила / И.В. Дяченко, Э.Б. Русанов, А.В. Гутков, М.В. Вовк // Журн. общ. хим. – 2013. – Т. 83, вып. 7. – С. 1132–1142.
11. **Дяченко, И.В.** Синтез и алкилирование новых 3-функционально замещенных карбо[с]аннелированных пиридин-2-онов(тионов) / И.В. Дяченко, М.В. Вовк // Журн. орг. хим. – 2013. – Т. 49, вып. 2. – С. 268-275.

12. **Дяченко, И.В.** Синтез и превращение новых производных 3-оксо(тиоксо)-1-фенил-2,3,5,6,7,8-гексагидроизохинолин-4-карбоновой кислоты / И.В. Дяченко, М.В. Вовк // Журнал общей химии. – 2012. – Т. 82, вып. 4. – С. 611 – 616.
13. **Малыхина, О.И.** Идентификация анилина методом колебательной спектрофотометрии / О.И. Малыхина, В.К. Шорманов // Сб. раб. 69-й итог, науч. сессии КГМУ и отд-ния мед. биол. наук Центр.-Чернозём, науч. центра РАМН. – Курск, 2004. – С. 288-289.
14. **Романовская, Г. И.** Новые методы и подходы в люминесцентном анализе / Г. И. Романовская // Журн. аналит. химии. – 1993. – Т. 48, № 2. – С. 198 - 216.

**Asyutina A.V.
Borodina A.A.
Tikhii A.A.**

Influence of pH of the medium on the optical absorption spectra of partially hydrogenated isoquinoline derivatives

The results of measurements of the optical absorption spectra of a number of partially hydrogenated isoquinoline derivatives in acidic aqueous solutions with different pH levels are presented. It has been established that a decrease in pH leads to a bathochromic shift of the maximum corresponding to the first excited state and a hypsochromic shift for the second. The obtained data suggest that the protonation of the nitrogen atom of the pyridine ring is the main mechanism of the influence of pH on the spectra of the studied compounds.

Key words: *halochromism, partially hydrogenated isoquinoline derivatives, optical absorption, solutions.*

Барышев Богдан Николаевич,
ассистент кафедры химии и биохимии,
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»
frg9@rambler.ru

Дяченко Владимир Данилович,
ФГБОУ ВО ЛНР «ЛГПУ», г. Луганск,
доктор химических наук, профессор
dyachvd@mail.ru

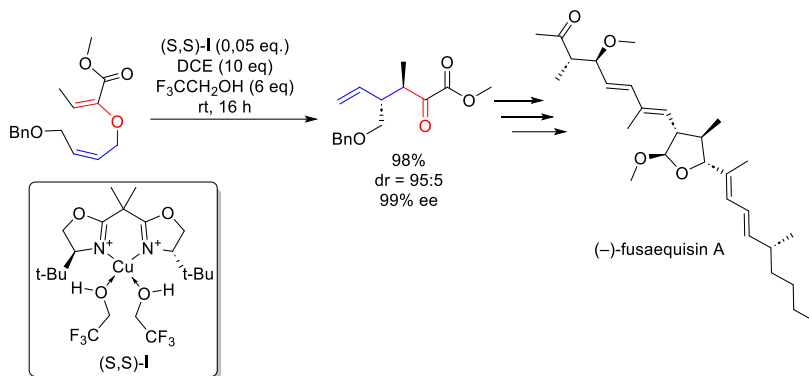
Использование реакций перегруппировки в синтезе природных веществ

Статья актуализирует использование сигматропных перегруппировок применительно к получению природных и/или биологически-активных соединений. Показаны условия протекания превращений, обобщён опыт применения реакций данного класса в синтетической практике

Ключевые слова: перегруппировка Кляйзена, природные соединения, термическая перегруппировка, алкалоиды.

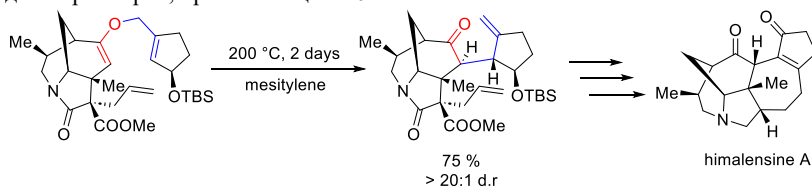
Использование реакций сигматропной перегруппировки давно зарекомендовало себя в качестве эффективного метода для получения соединений со сложной пространственной структурой. Одним из применений данной реакции является синтез природных соединений. В настоящей статье будет показана перспективность такого подхода на примере некоторых избранных реакций [3,3]-сигматропной перегруппировки, встречаемых в литературе за последние 2 года. Более подробный обзор возможностей реакции перегруппировки был ранее опубликован авторами в журнале «Успехи химии» [1].

Первый в списке примеров синтеза природных соединений с использованием сигматропных перегруппировок – получение (–)-фузаквизина А [4]. Цель синтеза – точное установление стереохимической конфигурации молекулы. Перегруппировка позволяет осуществлять превращение с выходом 98%.

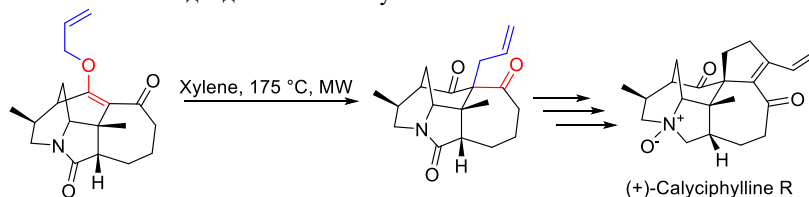


Также, подход включающий реакцию сигматропной перегруппировки применим в получении гималеснина А. Гималеснин А – член семейства алкалоидов, выделенных из растений рода *Daphniphyllum*. Соединения данного класса содержат общий [6.6.5.7]-тетрациклический скелет и отличаются друг от друга, в основном, наличием дополнительных циклов и степенью окисления отдельных атомов [2]. Одним из факторов интереса к соединениям данного класса является их потенциальная применимость в качестве цитотоксических, антиоксидантных, сосудорасширяющих и антиагрегантных агентов.

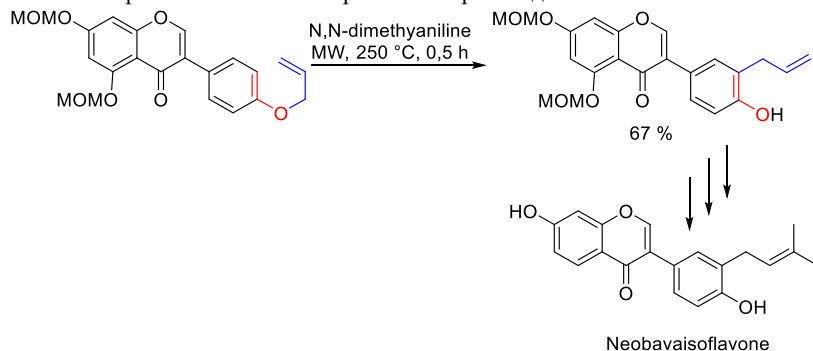
Перегруппировка в данном случае осуществляется в термическом варианте и позволяет достигнуть выхода реакции в 75 % наряду с соотношением диастереомеров, превышающим 20:1.



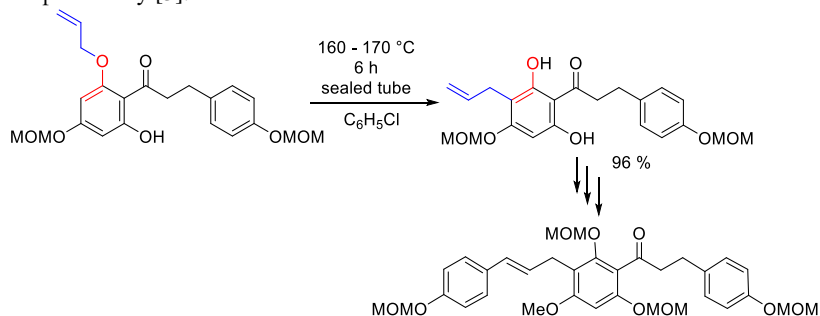
Синтез другого соединения из данного семейства, (+)-калицифиллина R, также был осуществлён с применением реакции перегруппировки [6]. Поскольку данные алкалоиды принадлежат к одному классу, они содержат сходный тетрациклический скелет. Несмотря на то, что весь фармацевтический потенциал данных молекул ещё не ясен, они содержат стерически сложный углеродный каркас, что позволяет испытывать эффективность новых синтетических подходов в сложных условиях.



Классическая ароматическая перегруппировка Кляйзена находит своё применение в синтезах пренилированных изофлавонов [5]. Молекулы данного вида зачастую могут быть выделены из различных лекарственных растений, что и определяет интерес к данной группе соединений. В упомянутой работе, скелет изофлавоновой молекулы был получен при помощи кросс-сочетания Сузуки-Мияуры. Дальнейшая последовательность реакций, включающая аллилирование и кросс-метатезис может быть использована в синтезе необаваизофлавона и его метилированных производных.



Схожая техника перегруппировки применима в синтезе прекурсора балсакон А. Сам балсакон А проявляет широкий спектр биологической активности – в т.ч. антибактериальную по отношению к золотистому стафилококку [3].



Даже этот небольшой набор примеров позволяет говорить о значимом синтетическом потенциале реакций перегруппировки в области получения соединений со сложным пространственным каркасом, равно как и синтезе биологически-активных соединений.

Список литературы

1. **Dyachenko, V. D.** [3,3]-Sigmatropic rearrangements: a variety of methods and recent advances / V. D. Dyachenko, B. N. Baryshev, V.G. Nenajdenko // Russian Chemical Reviews. – 2022. – Vol. 91. – № 8.
2. Enantioselective Total Synthesis of (–)-Himalensine A via a Palladium and

- 4-Hydroxyproline Co-catalyzed Desymmetrization of Vinyl-bromide-tethered Cyclohexanones / R. Kučera, S. R. Ellis, K. Yamazaki [et al.] // Journal of the American Chemical Society. – 2023. – Vol. 145. – № 9. – P. 5422 - 5430.
3. **Polat, M. F.** Synthesis of Asebogenin and Balsacone A Precursor by a Novel Synthetic Strategy: Recent Opportunities for and Challenges of Total Synthesis of Balsacone A / M. F. Polat // Molecules. – 2022. – Vol. 27. – № 11. – P. 3523.
 4. **Schmidt, A.** Total Synthesis and Structural Assignment of (–)-Fusaequisin A / A. Schmidt, M. Hiersemann // Chemistry – A European Journal. – 2022. – Vol. 28. – № 5. – P. 1 - 5.
 5. The Suzuki–Miyaura Cross-Coupling–Claisen Rearrangement–Cross-Metathesis Approach to Prenylated Isoflavones / G. Kwesiga, J. Greese, A. Kelling [et al.] // The Journal of Organic Chemistry. – 2023. – Vol. 88. – № 3. – P. 1649 - 1664.
 6. Total Syntheses of Calyciphylline A-Type Alkaloids (–)-10-Deoxydaphnipaxianine A, (+)-Daphlongamine E and (+)-Calyciphylline R via Late-Stage Divinyl Carbinol Rearrangements / Y. Zhang, Y. Chen, M. Song [et al.] // Journal of the American Chemical Society. – 2022. – Vol. 144. – № 35. – P. 16042 - 16051.

**Baryshev Bogdan Nikolaevich
Dyachenko Vladimir Danilovich**

The application of rearrangement reactions in the synthesis of natural compounds

The article updates the use of sigmatropic rearrangements concerning the production of natural and biologically active compounds. The conditions for the conduction of transformations are shown, and the experience of using reactions of this class in synthetic practice is generalized.

Keywords: Claisen rearrangement, natural compounds, thermal rearrangements, alkaloids.

Гаркуша Даниил Сергеевич,
лаборант кафедры химии и биохимии
ФГОУ ВО «ЛГПУ»
m3rcurial80@gmail.com

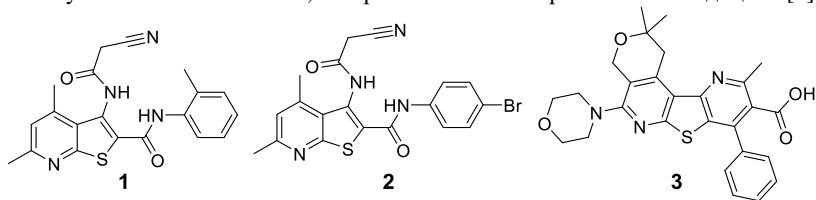
Дяченко Владимир Данилович,
доктор химических наук, профессор,
заведующий кафедрой химии и биохимии
ФГОУ ВО «ЛГПУ»
dyachvd@mail.ru

3-Амино-2-ацил-6-метил-4-(фуран-2-ил)-*N*-фенилтиено[2,3-*b*]пиридин-5-карбоксамида – лекарственные кандидаты

*Исследованы ацилзамещенные во втором положении 3-амино-6-метил-4-(фуран-2-ил)-*N*-фенилтиено[2,3-*b*]пиридин-5-карбоксамида на предмет потенциальной биологической и фармакологической активностей с помощью веб-ресурса PASS ONLINE.*

Ключевые слова: ацилзамещенные тиенопиридины, биологическая активность, реакция Торпа-Циглера.

Ранее полученные нами реакцией Торпа-Циглера (внутримолекулярной циклизацией нитрилов) замещенные тиенопиридины, по данным веб-ресурса PASS ONLINE [1], обладают противоопухолевыми, противовирусными, антиангинальными и кардиотоническими качествами [2]. Отметим, что запатентованные образцы **1**, **2** обладают защищающим эффектом (антидоты) растения подсолнечника от фитотоксического действия гербицида 2,4-дихлорофеноксиуксусной кислоты [3]. Вещество **3** обладает антимутагенной активностью, которая может найти применение в медицине [4].

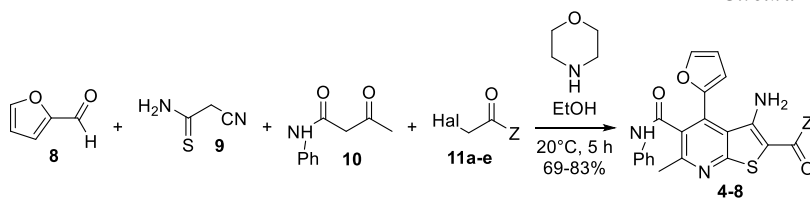


В данной работе мы сконцентрировали свое внимание на 3-амино-6-метил-4-(фуран-2-ил)-*N*-фенилтиено[2,3-*b*]пиридин-5-карбоксамидах с ацильным заместителем во втором положении и их потенциальной биологической активности согласно показателям PASS ONLINE.

Метод получения соединений **4 - 8** аналогичен тому, что описан в статье [5]. В этом многокомпонентном синтезе в качестве исходных продуктов мы использовали: фурфурол **8**, α-цианотиоацетамид **9** и 3-оксо-*N*-фенилбутанамид **10** варьируя только 4-й реагент **11 а - е**, которым могут

выступать α -галогенкетоны и α -галогенэфиры. Общее уравнение реакции представлено на схеме 1.

Схема 1

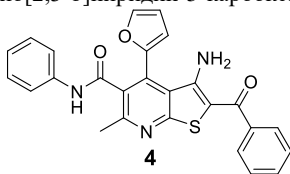


a Z = Ph; **b** Z = 4-MeC₆H₄; **c** Z = BuO; **d** Z = *i*-PrO **e** Z = 4-MeOC₆H₄

При помощи веб-ресурса PASS ONLINE получены данные о потенциальной биологической и фармакологической активности тиенопиридинов, обусловленные их структурой. Результаты представлены в таблицах 1-5 (*Pa* – вероятность быть активным, *Pi* – вероятность быть неактивным).

Таблица 1

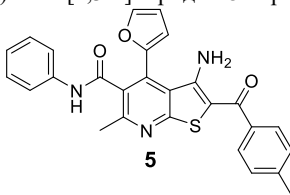
Прогнозируемая активность для 3-амино-2-бензоил-6-метил-N-фенил-4-(фуран-2-ил)-тиено[2,3-*b*]пиридин-5-карбоксамид (4) (*Pa*>0,5)



Активность	<i>Pa</i>	<i>Pi</i>
Антагонист Mcl-1	0,676	0,005
Ингибитор инсулина	0,655	0,015
Ингибитор транскрипционных факторов	0,592	0,005
Антагонист белка-предшественника бета-амилоида	0,555	0,005
Ингибитор киназы 2 фокальной адгезии	0,546	0,005
Усилитель экспрессии HMGCS2	0,513	0,027

Таблица 2

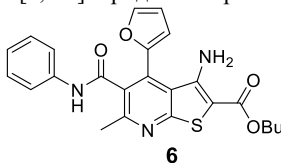
Прогнозируемая активность для 3-амино-6-метил-2-(4-метилбензоил)-N-фенил-4-(фуран-2-ил)тиено[2,3-b]пиридин-5-карбоксамида (5) ($P_a > 0,5$)



Активность	P_a	P_i
Ингибитор инсулина	0,682	0,011
Антагонист Mcl-1	0,661	0,005
Ингибитор транскрипционных факторов	0,616	0,005
Ингибитор киназы 2 фокальной адгезии	0,548	0,005
Антагонист белка-предшественника бета-амилоида	0,547	0,005
Ингибитор транскрипционного фактора STAT3	0,520	0,015

Таблица 3

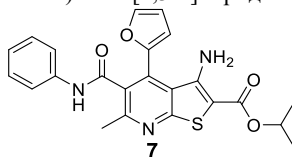
Прогнозируемая активность для бутил-3-амино-6-метил-5-фенилкарбамоил-4-(фуран-2-ил)тиено[2,3-b]пиридин-2-карбоксилата (6) ($P_a > 0,5$)



Активность	P_a	P_i
Ингибитор фактора транскрипции	0,630	0,005
Антагонист белка-предшественника бета-амилоида	0,589	0,004
Антиангинальный	0,578	0,025
Противоишемическое, церебральное	0,547	0,082

Таблица 3

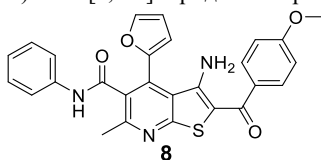
Прогнозируемая активность для изопропил-3-амино-6-метил-5-фенилкарбамоил-4-(фуран-2-ил)тиено[2,3-*b*]пиридин-2-карбоксила (7) ($P_a > 0,5$)



Активность	P_a	P_i
Антагонист белка-предшественника бета-амилоида	0,661	0,004
Антиангинальный	0,647	0,015
Ингибитор фактора транскрипции	0,600	0,005
Противоишемическое, церебральное	0,633	0,042
Ингибитор транскрипционного фактора STAT3	0,540	0,013
Ингибитор транскрипционного фактора STAT	0,502	0,020

Таблица 5

Прогнозируемая активность для 3-амино-6-метил-2-(4-метоксибензоил)-N-фенил-4-(фуран-2-ил)тиено[2,3-*b*]пиридин-5-карбоксамид (8) ($P_a > 0,5$)



Активность	P_a	P_i
Ингибитор инсулина	0,642	0,017
Антагонист Mcl-1	0,616	0,005
Ингибитор транскрипционных факторов	0,600	0,005
Ингибитор киназы 2 фокальной адгезии	0,556	0,004
Антагонист белка-предшественника бета-амилоида	0,525	0,005
Ингибитор транскрипционного фактора STAT3	0,516	0,016

Вывод. По результатам PASS ONLINE, избранные вещества, содержащие во втором положении бензоильный фрагмент (бензоил **4**, 4-метилбензоил **5** и 4-метоксибензоил **8**) могут выступать антагонистами Mcl-1 и ингибиторами инсулина и киназы 2 фокальной адгезии. Тиенопиридины **4 – 8** с большой вероятностью могут быть антагонистами белка-предшественника бета-амилоида и ингибиторами транскрипционных факторов.

Список литературы:

1. **Филимонов, Д.А.** Предсказание спектров биологической активности органических соединений с помощью веб-ресурса PASS ONLINE / Д.А. Филимонов, А.А. Лагунин, Т.А. Глориозова, А.В. Рудик, Д.С. Дружиловский, П.В. Погодин, В.В. Поройков // Химия гетероциклических соединений – 2014. – № 3 – С. 483–499.
2. **Гаркуша, Д.С.** Внутримолекулярная циклизация нитрилов по Торпу-Циглеру / Гаркуша Д.С., Дяченко В.Д. // Вестник Луганского государственного педагогического университета – 2023. – № 2(102) – С. 62–66.
3. **Патент № 2776586** С1 Российская Федерация МПК C07D 495/04 (2006.01), A01N 25/32 (2006.01). N-арил-3[(цианоацетил)амино]-4,6-диметилтиено[2,3-*b*]-пиридил-2-карбоксамиды в качестве антидотов 2,4-Д на подсолнечнике : № 2021133890 : заявл. 19.11.2021 : опубл. 22.07.2022 / В.В. Доценко [и др.] ; заявитель Федерал. гос. бюдж. образ. учрежд. высш. образ. "Кубан. гос. ун-т" (ФГБОУ ВО "КубГУ"). – URL: https://patents.s3.yandex.net/RU2776586C1_20220722.pdf (дата обращения: 30.03.2024). – Текст : электронный.
4. **Патент № 1184244** А1 СССР МПК C07D 495/04 (2006.01) A01N 43/90 (2006.01). 3-Амино-2-карбэтокси-5,5-диметил-8-(N-морфолино)-4,5-дигидро-8Н-пирано(4,3-*D*)тиено(2,3-*B*)пиридин, обладает антимутагенной активностью : № 3728491/04 : заявл. 18.04.1984 : опубл. 20.10.1995 / Пароникян Е.Г. [и др.] ; заявитель Институт тонкой органической химии им. А.Л. Миджояна. – URL: https://patents.s3.yandex.net/SU1184244A1_19951020.pdf (дата обращения 30.03.2024). – Текст: электронный.
5. **Дяченко, И.В.** Многокомпонентный синтез и молекулярное строение 3-амино-4-арил(гетарил)-5-арилкарбамоил-2-ароил-(алкоксикарбонил, арилкарбамоил)-6-метилтиено- [2,3-*b*]пиридинов / И.В. Дяченко, В.Д. Дяченко, П.В. Дороватовский, В.Н. Хрусталева, В.Г. Ненайденко // Химия гетероциклических соединений. – 2019. – № 55(4/5). – С. 442–447

**Garkusha Daniil Sergeevich,
Dyachenko Vladimir Danilovich**

3-Amino-2-acyl-6-methyl-4-(furan-2-yl)-n-phenylthieno[2,3-*b*]pyridine-5-carboxamides are drug candidates

*Acyl-substituted 3-amino-6-methyl-4-(furan-2-yl)-N-phenylthieno[2,3-*b*]pyridine-5-carboxamides in the second position were studied for potential biological and pharmacological activities using the PASS ONLINE web resource.*

Key words: *acyl-substituted thienopyridines, biological activity, Thorpe-Ziegler reaction.*

Реакция между 1,6-диамино-4-арил-2-оксо-1,2-дигидропиридин-3,5-дикарбонитрилами и цианоацетилпиразолом

Взаимодействие замещенных 1,6-диаминопиридинов с цианоацетилпиразолом образуются новые, ранее не описанные в научной литературе соединения – производные N-(6-амино-3,5-дициано-2-оксопиридин-1(2H)-ил)-2-цианоацетамидов. Для полученных продуктов проведен молекулярный докинг, были спрогнозированы возможные протеиновые мишени. Строение полученных соединений было подтверждено спектральными методами.

Ключевые слова: цианоацетгидразид, малононитрил, 1,6-диаминопиридины, азолиты, ацилирование, молекулярный докинг.

Замещенные 1,6-диамино-2-оксо-1,2-дигидропиридин-3,5-дикарбонитрилы **1**, легко доступные в результате трехкомпонентной конденсации цианоацетгидразида с малононитрилом и ароматическими альдегидами, являются удобными исходными реагентами для получения широкого спектра полиазагетероциклов с мостиковым азотом [1, 2]. Наличие двух аминогрупп в структуре молекулы 1,6-диамино-4-арил-2-оксо-1,2-дигидропиридин-3,5-дикарбонитрила открывает богатые синтетические возможности для использования соединений в качестве субстратов в реакциях гетероциклизации. В результате таких реакций следует ожидать образования новых гетероциклических продуктов.

При обработке соединений **1** 1.5 экв. 3,5-диметил-1-цианоацетилпиразола **2** в AcOH были получены новые соединения **3**. Продукты представляют собой порошки, легко растворимые в ацетоне и этилацетате.

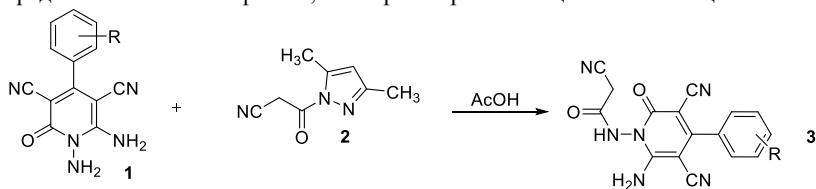


Рисунок 1 Взаимодействие замещенных 1,6-диаминопиридинов с цианоацетилпиразолом

Для достижения результата использовались классические методы органического синтеза, а также физико-химические методы исследования строения. Оценка индивидуальности соединений проводилась методом ТСХ на пластинах Сорбфил-А, элюент ацетон–петролейный эфир или этилацетат–петролейный эфир, проявитель – пары йода, УФ свет. Строение соединений **3** установлено на основании анализа данных ИК и ЯМР-спектров.

Для продуктов реакции были спрогнозированы возможные протеиновые мишени с использованием нового протокола протеин-лигандного докинга GalaxySagittarius на базе веб-сервера GalaxyWeb. Докинг проводился в режимах Binding compatability prediction и Re-ranking using docking.

Для полученного соединения наиболее выражено сродство к ингибиторам киназы, что указывает на перспективность поиска среди соединений такого типа противоопухолевых агентов.

Заключение. Исходя из доступных 4-арил-1,6-диамино-2-оксо-1,2-дигидропиридин-3,5-дикарбонитрилов **1**, были получены новые продукты цианоацетилирования с потенциальным биологическим действием.

Список литературы

1. **Ibrahim, M.A.**, El-Gohary N.M. Heterocyclization with Some Heterocyclic Diamines: Synthetic Approaches for Nitrogen Bridgehead Heterocyclic Systems // Heterocycles. 2014. Vol. 89. № 5. P. 1125–1157.
2. **Soto, J.L.**, Seoane C., Zamorano P., Cuadrado F.J. A convenient synthesis of N-amino-2-pyridones // Synthesis. 1981. № 7. P. 529–530.

Dolganov Alexey Alexeevich

The reaction of 1,6-diamino-4-aryl-2-oxo-1,2-dihydropyridine- 3,5-dicarbonitriles with cyanoacetylpyrazole

The reaction of substituted 1,6-diaminopyridines with cyanoacetylpyrazole afforded new compounds which were not described in the literature, namely, N-(6-amino-3,5-dicyano-2-oxopyridin-1(2H)-yl)-2-cyanoacetamides. Molecular docking was performed for the prepared products and possible protein targets were predicted. The structure of the synthesized compounds was confirmed by spectral methods.

Keywords: cyanoacetohydrazide, malononitrile, 1,6-diaminopyridines, azolides, acylation, molecular docking.

Дяченко Иван Владимирович,
кандидат химических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»,
г. Луганск (Луганская Народная Республика)
ivladya87@mail.ru

**Новые синтетические успехи многокомпонентных конденсаций,
выполненных на кафедре химии и биохимии ЛГПУ**

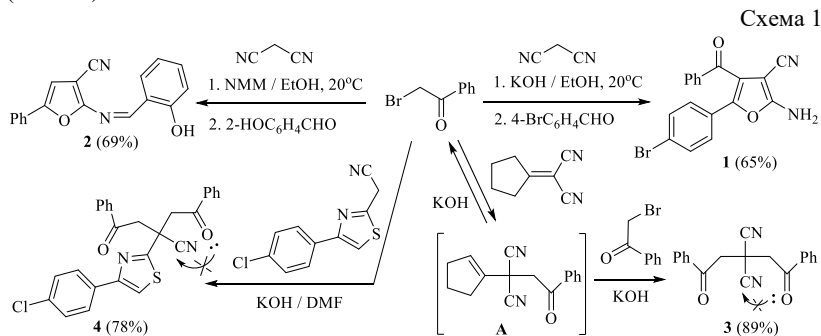
В данной работе отражены основные достижения в области органического синтеза за последние 5 лет. Многокомпонентными конденсациями в мягких условиях с хорошими выходами получены новые производные фурана, тиазола, пирана, пиридина, хинолина, изохинолина и пиримидина с высоким фармацевтическим потенциалом.

Ключевые слова: многокомпонентная конденсация, малононитрил, цианотиоацетамид, фуран, пиран, пиридин, пиримидин.

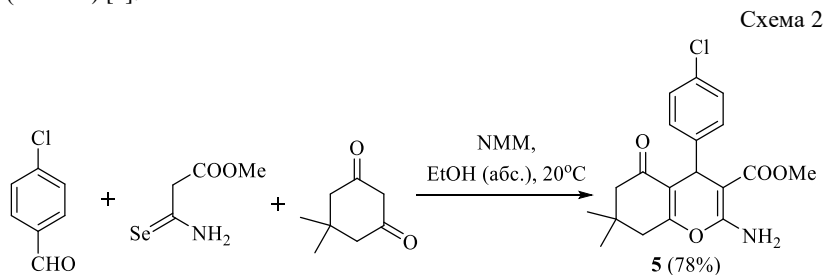
Гетероциклы являются структурной основой углеводов, витаминов, белков, пигментов, нуклеиновых кислот, хлорофилла, гемоглобина и других биологически важных веществ. Это стимулирует исследователей искать новые пути синтеза как известных гетероциклических соединений, так и получать новые структуры, проявляющие практически полезные свойства. На основе многокомпонентных конденсаций нами разработаны селективные и эффективные методы синтеза азот- и халькогенсодержащих гетероциклических соединений, представляющих особый интерес для всестороннего химико-биологического изучения.

Трехкомпонентной реакцией синтезированы труднодоступные 2-аминофураны **1** и **2**. Данный метод основан на взаимодействии фенацилбромид, малононитрила и ароматических альдегидов, которое протекает в этаноле при 20°C в присутствии 10%-ного водного раствора КОН и заканчивается образованием 2-амино-4-бензоил-5-(4-бромфенил)фуран-3-карбонитрила **1**. Замена в этой трехкомпонентной конденсации *n*-бромбензальдегида на салицилаль, а КОН на *N*-метилморфолин при прочих равных условиях привела к изменению направления реакции – образовался (Z)-2-[(2-гидроксibenзилиден)амино]-5-фенилфуран-3-карбонитрил **2**. В свою очередь, алкилирование цикlopентилиденмалононитрила фенацилбромидом в DMF в присутствии водного раствора КОН при 20°C приводит к образованию 2,2-бис(2-оксо-2-фенилэтил)малононитрила **3**. Синтез соединения **3** стал возможным, по-видимому, в результате образования интермедиата **A**, отщепляющего цикlopentanон в щелочной среде и повторно алкилирующегося фенацилбромидом [1]. Установлено, что реакция 2-[4-(4-хлорфенил)тиазол-2-ил]ацетонитрила с фенацилбромидом в DMF при 20°C в присутствии 10%-ного водного раствора КОН протекает региоселективно по схеме двойного C-алкилирования с образованием замещенного тиазола **4** [2]. Отметим, что соединения **3** и **4** образуются независимо от соотношения исходных реагентов,

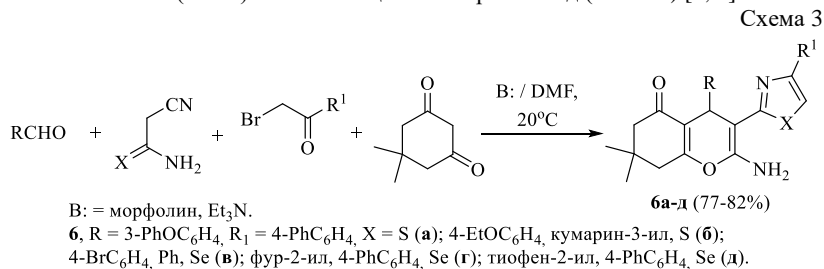
сформировать фурановый цикл при помощи данных реагентов не удалось (схема 1).



Вовлечение в конденсацию с димедоном *p*-хлорбензальдегида и синтезированного нами нового реагента – метил-3-амино-3-селеноксепропаноата [3], привело к образованию частично гидрированного 2-аминохромена **5**. Взаимодействие протекает в абсолютном этаноле при 20°C в атмосфере аргона в присутствии эквимольного количества *N*-метилморфолина (схема 2) [4].

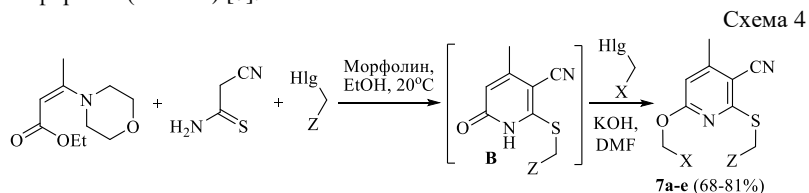


Многокомпонентной конденсацией ароматических альдегидов, циантио(селено)ацетамидов, α -бромкетонов и димедона синтезированы ранее неизвестные тιο(селен)азолилзамещенные пираны **6а-д** (схема 3) [5, 6].



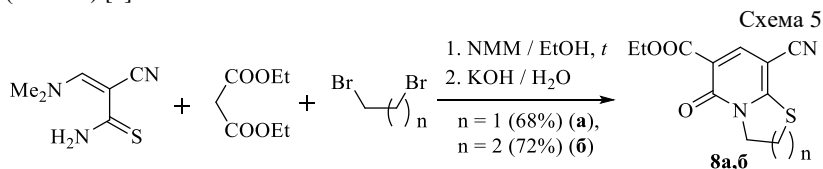
Нами изучено новое взаимодействие β -(морфолин-4-ил)этилкротоната с циантиоацетамидом, морфолином и алкилирующими агентами. Конденсация

протекает в EtOH при 20°C с образованием 2-алкилсульфанил-6-алкокси-4-метилникотинонитрилов **7a-e**. Полагаем, что реакция протекает с образованием тиозфиров **B** (схема 4) [7].

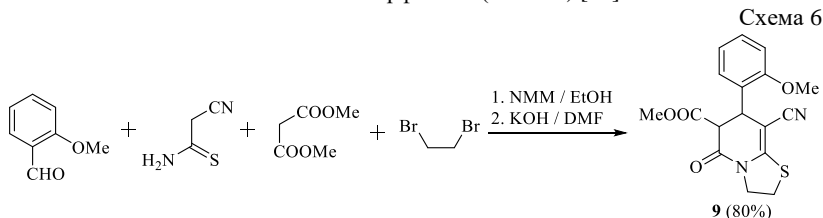


7, Z = Me, X = Ph (**a**); COOPr, CHCH₂ (**b**); Ph, CHCH₂ (**в**); Ph, 2-ClC₆H₄CO (**г**); Ph, H (**д**); Me, CSH (**е**).

Введение синтезированного нами нового реагента – 3-диметиламино-2-цианопроп-2-ентиамида [8] в реакцию нуклеофильного винильного замещения с диэтилмалонатом в этаноле при кратковременном кипячении в присутствии *N*-метилморфолина и последующее добавление в реакционную смесь 1,2-дибромэтана, или 1,3-дибромпропана, а также эквимольного количества водного раствора KOH привело к образованию замещенного тиазола[3,2-*a*]пиридина **8a**, или пиридо[2,1-*b*][1,3]тиазина **8б**, соответственно (схема 5) [9].



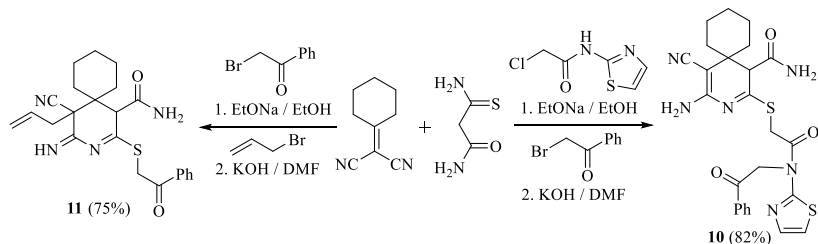
Нами разработан новый метод синтеза метил-7-(2-метоксифенил)-5-оксо-8-циано-3,5,6,7-тетрагидро-2*H*-тиазоло[3,2-*a*]пиридин-6-карбоксилата **9**, состоящий в последовательности превращений «реакция Кнёвенагеля – реакция Михаэля – внутримолекулярный аммонолиз – алкилирование». Показано, что многокомпонентная конденсация *o*-метоксibenзальдегида, цианотиоацетамида, диметилмалоната и 1,2-дибромэтана приводит к образованию соединения **9** с выходом 80%. Превращение проводится в этаноле при 20°C в присутствии эквимольного количества *N*-метилморфолина (схема 6) [10].



Впервые изучены новые варианты многокомпонентных конденсаций, приводящие к получению мало изученных амидов функционализированной 4-спироциклогексаниннотиновой кислоты. Применение в данной многокомпонентной конденсации в качестве акцептора Михаэля циклогексилиденмалонитрила, а в качестве СН-кислоты 3-амино-3-

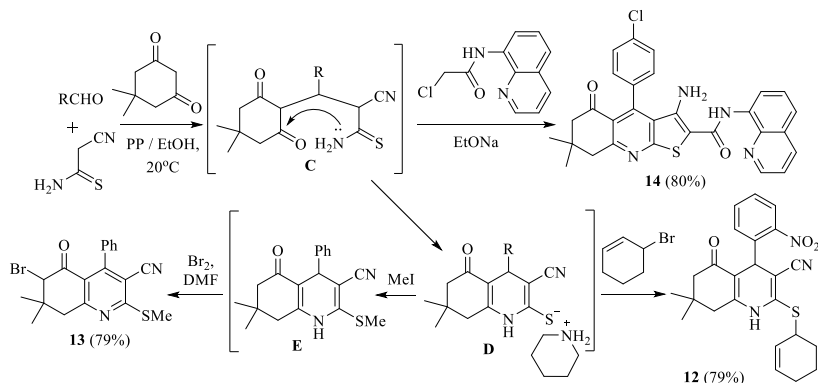
тиоксопропанамида и двух алкилирующих реагентов – α -хлор-*N*-(тиазол-2-ил)ацетамида и фенацилбромид приводит к образованию 4-амино-2-[(2-оксо-2-[(2-оксо-2-фенилэтил)(тиазол-2-ил)амино]этил)тио]-5-циано-3-азаспиро[5.5]ундека-2,4-диен-1-карбоксамида **10**. Последняя стадия реакции протекает в DMF в присутствии водного раствора KOH. Последовательное введение в эту реакцию в качестве алкилирующих реагентов фенацилбромид и аллилбромид в аналогичных указанным выше условиях привело к образованию 2-аллил-4-имино-[(2-оксо-2-фенилэтил)тио]-5-циано-3-азаспиро[5.5]ундек-2-ен-1-карбоксамида **11** (схема 7) [11].

Схема 7



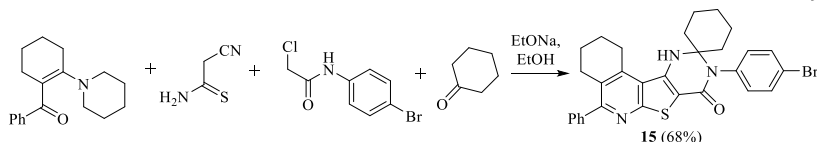
Многокомпонентная конденсация 2-нитробензальдегида, цианотиоацетамида, димедона и 3-бромциклогекс-1-ена протекает в этаноле при 20°C в присутствии пиперидина и заканчивается образованием замещенного хинолина **12**. Вовлечение в рассматриваемую конденсацию бензальдегида, цианотиоацетамида, димедона, метилиодида и брома привело к образованию 6-бромпроизводного хинолина **13**. Логично предположить возникновение в ходе данных взаимодействий интермедиатов **C**, **D** и **E**. Введение в конденсацию с 4-хлорбензальдегидом цианотиоацетамида, димедона и *N*-(4-бромфенил)-2-хлорацетамида при катализе процесса пиперидином и EtONa позволило синтезировать 3-амино-7,7-диметил-5-оксо-*N*-(хинолин-8-ил)-4-(4-хлорфенил)-5,6,7,8-тетрагидро[2,3-*b*]хинолин-2-карбоксамида **14** (схема 8) [12].

Схема 8



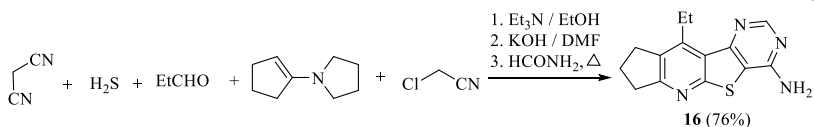
Следующая многокомпонентная конденсация, состоящая из [2-(пиперидин-1-ил)циклогекс-1-ен-1-ил](фенил)метанона, цианотиоацетамида, *N*-(4-бромфенил)-2-хлорацетамида и циклогексанона, приводит к образованию конденсированного пиридина **15**. Она протекает в абсолютном этаноле при комнатной температуре и катализируется этилатом натрия, выход продукта **15** составил 68% (схема 9) [13].

Схема 9



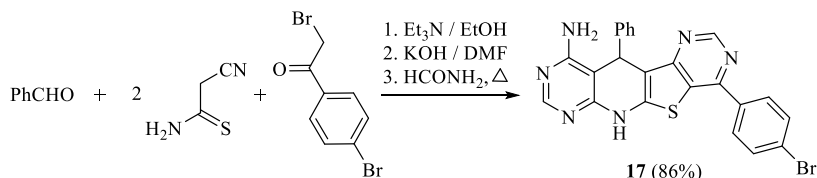
Многокомпонентное взаимодействие малонитрила, сероводорода, пропионового альдегида, 1-(циклопент-1-ен-1-ил)пирролидина, α -хлорацетонитрила и Et_3N приводит к формированию тетрациклической системы **16** (схема 10) [14].

Схема 10

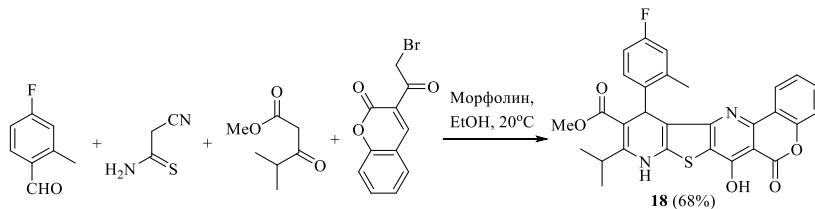


Многокомпонентная конденсация бензальдегида, цианотиоацетамида, 4-бромфенилбромида и формамида позволяет сформировать гетероциклическую систему **17** с высоким выходом 86% (схема 11) [15].

Схема 11



Нами изучена ранее неизвестная многокомпонентная реакция 2-метил-4-фторбензальдегида, цианотиоацетамида, метил-4-метил-3-оксопентаноата и 3-(2-бромацетил)-2*H*-хромен-2-она при 20°C в этаноле в присутствии эквимольного количества морфолина. При этом получена новая гетероциклическая система – метил-7-гидрокси-12-(2-метил-4-фторфенил)-6-оксо-10-(пропан-2-ил)-9,12-дигидро-6*H*-хромено[3'',4'':5',6']пиридо[2',3':4,5]-тиено[3,2-*e*]пиридин-11-карбоксилат **18** (схема 12) [16]. Одним из ключевых реагентов в построении ранее неизвестной гетероциклической системы **18** являлся – цианотиоацетамид – полифункциональный реагент с большими синтетическими возможностями [17, 18].



Вывод. Разработанные нами многокомпонентные конденсации подтверждают огромный потенциал в прикладной химии. Они позволяют в дальнейшем получать продукты в одном реакционном сосуде с количественными выходами, экономить атомы исходных реагентов, быстро и эффективно собирать сложные молекулы, сокращать образование побочных продуктов, а также экономить время и энергию.

Список литературы

1. **Дяченко, И.В.** Алкилирование малононитрила и его димера α -бромкетонами / И.В. Дяченко, В.Д. Дяченко, П.В. Дороватовский, В.Н. Хрусталеv, В.Г. Ненайденко // Журн. орг. химии. – 2022. – Т. 58. – Вып. 5. – С. 459–468.
2. **Дяченко, И.В.** Селективность алкилирования производных малононитрила α -бромкарбонильными соединениями / И.В. Дяченко, В.Д. Дяченко, П.В. Дороватовский, В.Н. Хрусталеv, В.Г. Ненайденко // Журн. орг. химии. – 2022. – Т. 58. – Вып. 12. – С. 1366–1378.
3. **Дяченко, И.В.** Новые производные селенамидоуксусной кислоты для синтеза функционально замещенных селеназолов / И.В. Дяченко, В.Д. Дяченко, Г.М. Абакаров, В.Г. Ненайденко // Журн. орг. химии. – 2021. – Т. 57. – Вып. 7. – С. 1047–1050.
4. **Дяченко, И.В.** Трёхкомпонентный синтез и кристаллическая структура производных 2-амино-3-циано-4*H*-пиранов и тиопирана / И.В. Дяченко, В.Д. Дяченко, П.В. Дороватовский, В.Н. Хрусталеv, Д.Г. Ривера, В.Г. Ненайденко // Журн. орг. химии. – 2023. – Т. 59. – Вып. 1. – С. 38–50.
5. **Дяченко, И.В.** Многокомпонентные синтезы производных тиазола, селеназола, пирана и пиридина, инициируемые реакцией Кнёвенагеля / И.В. Дяченко, В.Д. Дяченко, П.В. Дороватовский, В.Н. Хрусталеv, В.Г. Ненайденко // Журн. орг. химии. – 2019. – Т. 55. – Вып. 2. – С. 266–278.
6. **Дяченко, И.В.** Многокомпонентный синтез функционализированных 2-амино-4*H*-пиранов, инициируемый реакцией Кнёвенагеля / И.В. Дяченко, В.Д. Дяченко, П.В. Дороватовский, В.Н. Хрусталеv, В.Г. Ненайденко // Журн. орг. химии. – 2023. – Т. 59. – Вып. 2. – С. 197–210.

7. **Дяченко, И.В.** Многокомпонентный синтез производных никотиновой кислоты / И.В. Дяченко, В.Д. Дяченко, П.В. Дороватовский, В.Н. Хрусталеv, В.Г. Ненайденко // Хим. гетероцикл. соед. – 2020. – Т. 56. – № 12. – С. 1579–1585.
8. **Дяченко, И.В.** Новый метод синтеза тетрагидроизохинолинов / И.В. Дяченко, В.Д. Дяченко, П.В. Дороватовский, В.Н. Хрусталеv, В.Г. Ненайденко // Журн. орг. химии. – 2022. – Т. 58. – Вып. 5. – С. 469–475.
9. **Дяченко, И.В.** 3-Диметиламино-2-цианопроп-2-ентииоамид – новый реагент для синтеза функционализированных 4-незамещенных этилникотинатов и никотинитрилов / И.В. Дяченко // Журн. общ. химии. – 2019. – Т. 89. – Вып. 5. – С. 701–706.
10. **Дяченко, И.В.** Синтез функционализированных тетрагидропиридонов последовательностью превращений «реакция Кнёвенагеля – реакция Михаэля – внутримолекулярный аммонолиз – алкилирование» / И.В. Дяченко, В.Д. Дяченко, П.В. Дороватовский, В.Н. Хрусталеv, В.Г. Ненайденко // Изв. АН. Сер. хим. – 2021. – № 11. – С. 2145–2155.
11. **Дяченко, И.В.** Новый способ синтеза нитрилов и амидов 4-спироциклопентан- и 4-спироциклогексаникотиновой кислот / И.В. Дяченко, В.Д. Дяченко, П.В. Дороватовский, В.Н. Хрусталеv, В.Г. Ненайденко // Изв. АН. Сер. хим. – 2021. – № 5. – С. 949–959.
12. **Дяченко, И.В.** Многокомпонентный синтез циклоалка[*b*]пиридинов и пиранов / И.В. Дяченко, В.Д. Дяченко, П.В. Дороватовский, В.Н. Хрусталеv, В.Г. Ненайденко // Журн. орг. химии. – 2023. – Т. 59. – Вып. 7. – С. 920–934.
13. **Дяченко, И.В.** Новые синтезы производных циклоалка[*c*]никотинамида и нитрила / И.В. Дяченко, В.Д. Дяченко, П.В. Дороватовский, В.Н. Хрусталеv, Г.М. Абакаров, В.Г. Ненайденко // Журн. орг. химии. – 2023. – Т. 59. – Вып. 6. – С. 734–746.
14. **Дяченко, И.В.** Новый многокомпонентный синтез производных 6,7-дигидро-5*H*-циклопента[*b*]пиридинов / И.В. Дяченко, В.Д. Дяченко, П.В. Дороватовский, В.Н. Хрусталеv, В.Г. Ненайденко // Хим. гетероцикл. соед. – 2020. – Т. 56. – № 12. – С. 1592–1598.
15. **Dyachenko, I.V.** Multicomponent synthesis of pyridine and pyrimidine derivatives initiated by the Knoevenagel reaction / I.V. Dyachenko, V.D. Dyachenko, P.V. Dorovatovskii, V.N. Khrustalev, V.G. Nenajdenko // Russ. J. Gen. Chem. – 2023. – Vol. 93. – Suppl. 1. – P. S61–S72.
16. **Дяченко, И.В.** Новая гетероциклическая система – хромено[3',4':5',6']пиридо[2',3':4,5]тиено[3,2-*e*]пиридин. Синтез, молекулярная и кристаллическая структура / И.В. Дяченко, В.Д. Дяченко, И.А. Якушев, В.Н. Хрусталеv, В.Г. Ненайденко // Журн. орг. химии. – 2020. – Т. 56. – Вып. 9. – С. 1465–1470.

17. **Дяченко, В.Д.** Цианотиоацетамид – полифункциональный реагент с большими синтетическими возможностями / В.Д. Дяченко, И.В. Дяченко, В.Г. Ненайденко // Усп. хим. – 2018. – Т. 87. – Вып. 1. – С. 1–27.
18. **Магеррамов, А.М.** α -Цианотиоацетамид / А.М. Магеррамов, Н.Г. Шихалиев, В.Д. Дяченко, И.В. Дяченко, В.Г. Ненайденко. – М. : Техносфера, 2018. – 224 с.

Dyachenko I.V.

**New synthetic successes of multicomponent condensations performed
at the Department of Chemistry and Biochemistry of Lugansk State
Pedagogical University**

This work reflects the main achievements in the field of organic synthesis over the past 5 years. New derivatives of furan, thiazole, pyran, pyridine, quinoline, isoquinoline and pyrimidine with high pharmaceutical potential were obtained by multicomponent condensations under mild conditions in good yields.

Key words: multicomponent condensation, malononitrile, cyanothioacetamide, furan, pyran, pyridine, pyrimidine.

Ковалева Дарья Игоревна,
старший лаборант кафедры химии и биохимии
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»
г. Луганск (Луганская Народная Республика)
kovaleva3421@mail.ru

Сараева Татьяна Александровна,
кандидат химических наук, доцент,
доцент кафедры химии и биохимии
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»
г. Луганск (Луганская Народная Республика)
sara-chem@mail.ru

Дяченко Владимир Данилович,
доктор химических наук, профессор,
заведующий кафедрой химии и биохимии
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»
г. Луганск (Луганская Народная Республика)
dyachvd@mail.ru

Бромиды *N*-ароилметилхинолина и *N*-ароилметилизохинолина как биологически активные соединения

*В статье рассмотрена потенциальная биологическая активность бромидов *N*-ароилметилхинолина и *N*-ароилметилизохинолина.*

Ключевые слова: *хинолин, изохинолин, четвертичные соли, биологическая активность.*

Четвертичные соли хинолина и изохинолина обладают широким спектром биологической активности. Отвар корня дерева *Xylopia parviflora*, содержащий алкалоиды изохинолина и его четвертичные соли, использовался для лечения расстройства желудка, а корень и кора в болеутоляющих и спазмолитических целях [1]. Изохинолиновое ядро входит в структуру ряда алкалоидов, которые активно применяются в медицине как анестетики [2].

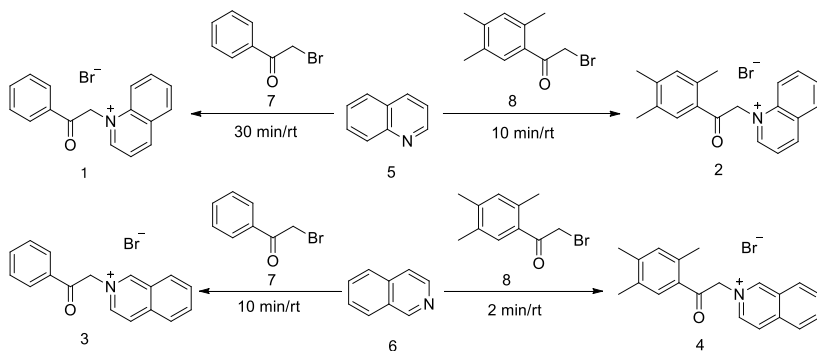
В 1920-х гг. Браунинг и сотрудники открыли противомикробные, а также антисептические и трипаноцидные свойства некоторых солей хинолина. В ходе исследования Эстерлин обнаружил, что все активные противомикробные препараты обладают зеленой флуоресценцией [3].

На сегодняшний день хорошо известно, что производные хинолина, имеющие длинную алифатическую цепь, обладают антибактериальной активностью в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий, а также некоторых штаммов грибов. В 1887 году было открыто действие моночетвертичных солей хинолина на нервно-мышечную систему. Бамбергер сообщил, что *N*-фенацилхинолинийбромид проявляет курареподобное действие. Шнайдер и Денис показали, что 1-метил-5,6-бензохинолиниййодид в

два раза активнее эзерина в подавлении действия ацетилхолинэстеразы, причем он подавляет псевдохолинэстеразу сильнее, чем специфическую. Его изомер, 1-метил-7,8-бензохинолиниййодид в одинаковой степени тормозит обе ацетилхолинэстеразы. Производные хинолина также занимают значительное место среди антигельминтных средств. Пентаметинхиноцианины являются очень эффективными антигельминтиками с широким спектром действия и используются для лечения гельминтозов человека, животных и птиц. Кроме высокого терапевтического индекса они обладают низкой токсичностью. *n*-Диметиламиностирилхинолиниевые соли проявляют высокую активность против личинок *Ascaris suum*, личинок и взрослых форм цепней, а также некоторых гельминтозов *Trichostrongylus colubriformis* овец [4].

Алкалоиды хинолина являются важными гетероциклическими ароматическими соединениями с широким спектром биологической активности. Многие из них были выделены из природных источников и в ходе исследований проявили противоопухолевую, противомаларийную, антибактериальную, противогрибковую, противопаразитарную, противовирусную, противовоспалительную, антитромбоцитарную и другие активности. В настоящее время алкалоиды хинолина и их производные находят широкое применение в медицине и сельском хозяйстве [5].

Ранее [6] соли *N*-ароилметилхинолина (**1**, **2**) и *N*-ароилметилизохинолина (**3**, **4**) были получены взаимодействием хинолина (**5**) или изохинолина (**6**) с бромацетофеноном (**7**) и 2,4,5-триметилбромацетофеноном (**8**) при комнатной температуре (22–23°C).



При помощи компьютерной программы PASS (Prediction of Activity Spectra for Substances) для синтезированных солей *N*-ароилметилхинолина и *N*-ароилметилизохинолина дана предварительная оценка фармакологического потенциала. Данная программа позволяет прогнозировать биологическую активность соединений и оценивает вероятность наличия у тестируемой молекулы проявления определенных эффектов действия. Это достигается соотносением сходства структуры испытуемых соединений со структурами с

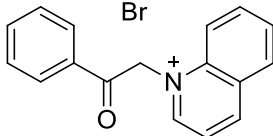
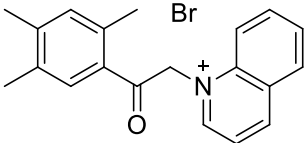
заведомой активностью, образующими обучающую выборку для программы [7].

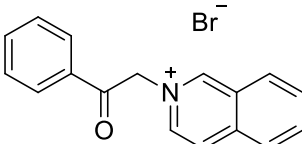
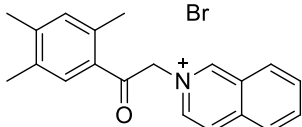
В качестве основных результатов данный симулятор выдает величины (Pa) и (Pi) в пределах варьирования от нуля до единицы и представляют собой соответственно оценочные величины вероятности наличия и отсутствия у тестируемого соединения определенного свойства.

Если для указанного вида активности $Pa > 0.7$, то соединение с большой вероятностью проявит эту активность в эксперименте, но в этом случае существует высокая вероятность наличия аналогии с известными фармацевтическими препаратами.

Если $0.5 < Pa < 0.7$ вещество, скорее всего, проявит свою активность в эксперименте с меньшей вероятностью, но будет обладать оригинальной химической структурой. В то же время маловероятно, что оно явится аналогом известных фармацевтических агентов.

Предполагаемая биологическая активность соединений (1-4) по программе PASS.

Соединение	Pa	Pi	Активность
	0,84 0	0,00 5	Антагонист никотиновых $\alpha_2\beta_2$ рецепторов
	0,823	0,00 8	Антагонист никотиновых $\alpha_6\beta_3\beta_4\alpha_5$ рецепторов
	0,817	0,01 0	Ингибитор гликозилфосфатидилинозито л-фосфолипазы D
	0,808	0,01 7	Ингибитор глутатионтиолэстеразы
	0,701	0,01 6	Ингибитор алкан-1-монооксигеназы
	0,707	0,03 4	Ингибитор гликозилфосфатидилинозито л-фосфолипазы D
	0,687	0,02 0	Ингибитор глутатионтиолэстеразы

	0,777	0,007	Ингибитор 27-гидроксихолестерол-7 α -монооксигеназы
	0,783	0,014	Антагонист никотиновых $\alpha_6\beta_3\beta_4\alpha_5$ рецепторов
	0,738	0,019	Антагонист никотиновых $\alpha_2\beta_2$ рецепторов
	0.610	0,024	Ингибитор 27-гидроксихолестерол-7 α -монооксигеназы
	0,590	0,045	Стимулятор функции почек
	0,551	0,093	Антагонист никотиновых $\alpha_6\beta_3\beta_4\alpha_5$ рецепторов
	0,544	0,018	Противоинфекционное средство

Таким образом, виртуальный скрининг полученных бромидов *N*-ароилметилхинолиния (**1**, **2**) и *N*-ароилметилизохинолиния (**3**, **4**), проведенный с использованием программы PASS по 4000 видам биологической активности, показал, что данные соединения целесообразно изучать как ингибиторы окислительно-восстановительных и гидролитических ферментов.

Список литературы

1. **Nishiyama, Y.** Quaternary isoquinoline alkaloids from *Xylopiya parviflora* / Y. Nishiyama, M. Moriyasu, M. Ichimaru // *Phytochemistry*. – 2004. – Vol. 65. – P. 939–944.
2. **Hebb, A.L.** Phosphodiesterase 10A inhibition is associated with locomotor and cognitive deficits and increased anxiety in mice / A.L. Hebb, H.A. Robertson, E.M. Denovan-Wright // *Eur. Neuropsychopharmacol.* – 2008. – Vol. 18, № 5. – P. 339–363.
3. **Browning, C.H.** Antimicrobial properties of quinoline salts / **C.H. Browning**, J. Cohen, R. Gulbransen // *Proc. Roy. Soc.* – 1922. – №93. – P. 329–335.
4. **Гуцуляк, Б.М.** Соли хинолиния как биологически активные вещества // *Успехи химии*. – 1972. – Т. 41, № 2. – С. 346–374.

5. **Shang, X.F.** Biologically active quinoline and quinazoline alkaloids part I / X.F. Shang, S.L. Morris-Natschke, Y.Q. Liu // *Med. Res. Rev.* – 2018. – Vol. 38. – P. 775–828.
6. **Сараева, Т.А.** Новый метод синтеза бромидов *N*-аройлметилхинолиния и *N*-аройлметилизохинолиния / Т.А. Сараева, В.Д. Дяченко, М.В. Сайфулина // *Вестник Луганского национального университета имени Тараса Шевченко. Серия 6. Биология. Медицина. Химия.* – Луганск. – 2019. – № 2(38). – С. 95–98.
7. **Поройков, В. В.** Компьютерный прогноз биологической активности химических соединений как основа для поиска и оптимизации базовых структур новых лекарств / В. В. Поройков, Д. А. Филимонов. – М. : Иридиум-Пресс, 2001. – С. 123–125.

**Kovaleva D.I.
Saraeva T.A.
Dyachenko V.D.**

***N*-aroylmethylquinolinium and
N-aroylmethylisoquinolinium bromides as biologically active compounds**

*This article describes the potential biological activity of
N-aroylmethylquinolinium and *N*-aroylmethylisoquinolinium bromides.*

Keywords: *quinolines, isoquinolines, bromoacetophenones, quaternary salts, biological activity*

Кожемякина Анастасия Сергеевна

магистрант 2 курса,
направления подготовки «Химия»
магистерская программа «Биохимия»
ФГБОУ ВО «Луганский государственный
педагогический университет»
lastiksk@gmail.com

Тихий Александр Александрович

канд. физ.-мат. наук,
доцент кафедры химии и биохимии
ФГБОУ ВО «Луганский государственный
педагогический университет»
ea0000ffff@mail.ru

Влияние pH среды на спектры оптического поглощения замещённых тиено[b]пиридинов.

Представлены результаты измерений спектров оптического поглощения замещённых тиено[b]пиридинов в кислых водных растворах с различным уровнем pH. Установлено, что 3-амино-6-метил-N²,N⁵-дифенил-4-(пиридин-4-ил)тиено[2,3-b]пиридин-2,5-дикарбоксамид обладает положительным галохромизмом, а 3-амино-N²-(4-бромфенил)-6-метил-N⁵-фенил-4-(пиридин-4-ил)тиено[2,3-b]пиридин-2,5-дикарбоксамид – слабым отрицательным. Различия в характере галохромизма данных соединений, вероятно, связаны с различиями в процессах протонирования азота обусловленных влиянием атома брома.

3-амино-6-метил-N²,N⁵-дифенил-4-(тиофен-2-ил)тиено[2,3-b]пиридин-2,5-дикарбоксамид испытывает химическое превращение в воде, связанное с раскрытием тиопиранового цикла.

Ключевые слова: галохромизм, замещённые тиено[b]пиридины, оптическое поглощение, растворы.

Введение

Важность исследования оптических свойств замещённых тиено[b]пиридинов обусловлена наличием у них разнообразных полезных свойств. Вещества этого класса обладают противоопухолевой [1, 5], противовоспалительной [1, 15], антиатеросклеротической [4], фунгицидной [3] и гербицидной [6] активностью.

Изучение оптических свойств производных гидрированного изохинолина необходимо как для поиска и синтеза новых соединений, обладающих практически полезными оптическими свойствами, так и для аналитических приложений, поскольку для анализа лекарственных веществ часто используются оптические методы – электронная спектрометрия [10]; колебательная спектроскопия [13]; комбинационное рассеяние света [7];

люминесцентный анализ [8, 14] и др. Однако, одним из наиболее доступных методов количественного определения замещённых тиено[*b*]пиридинов является молекулярная абсорбционная спектроскопия [11], так как она не требует использования сложной дорогостоящей аппаратуры.

Замещённые тиено[*b*]пиридины обычно применяются в форме растворов, поэтому их молекулы подвергается различным взаимодействиям с молекулами растворителя, которые могут носить как химический, так и физический характер. Данные взаимодействия, среди прочего, приводят к изменениям спектров оптического поглощения растворов. Это можно использовать как для изучения электронных переходов в самих замещённых тиено[*b*]пиридинов, так и для создания оптических датчиков полярности и pH различных жидкостей. Изучение влияния последнего и является темой данного исследования.

Влияние pH растворителя на спектры оптического поглощения органических соединений обусловлено процессами протонирования/депротонирования различных участков молекулы, которое ведёт к изменению распределения электронной плотности, как в основном, так и в возбужденном состоянии. В свою очередь, это меняет и энергии переходов. Характер данных процессов, а также результирующее изменение спектров определяется химическим строением конкретных молекул [9].

Эксперимент

В качестве исследуемых веществ использовались 3-амино-*N*²-(4-бромфенил)-6-метил-*N*⁵-фенил-4-(пиридин-4-ил)тиено[2,3-*b*]пиридин-2,5-дикарбоксамид **1**, 3-амино-6-метил-*N*²,*N*⁵-дифенил-4-(пиридин-4-ил)тиено[2,3-*b*]пиридин-2,5-дикарбоксамид **2** и 3-амино-6-метил-*N*²,*N*⁵-дифенил-4-(тиофен-2-ил)тиено[2,3-*b*]пиридин-2,5-дикарбоксамид **3**, которые были получены ранее авторами работы [12].

Измерение спектров оптического поглощения всех исследованных веществ проводилось в растворах, которые были приготовлены методом последовательного разведения. При этом первое растворение проводилось в диметилформамиде (ч.д.а.) (ДМФА). Далее полученный раствор разбавлялся в соотношении 1:99 дистиллированной водой, подкисленной HCl до уровней pH = 5,2, 3,2, 2,1, 1,1.

Концентрации всех исследованных растворов составляли порядка $1 \cdot 10^{-5}$ М. Взвешивание исследуемых веществ проводилось на аналитических весах Axis ANZ160C. Измерение объёмов – мерной пипеткой с ценой деления 0,01 мл. pH – с помощью pH-метра pH-150МИ производства НПО «Измерительная техника ИТ» оснащённого электродом ЭСК-10601/4. Спектры оптического поглощения в интервале длин волн от 240 до 550 нм получены на спектрофотометре Альтаит-300УФ с модифицированной системой управления. Спектральная ширина щели – 5 нм.

Результаты и обсуждение

Соединения **1** и **2** имеют схожие спектры, поскольку их строение различается лишь наличием брома в финильном радикале (Рис. 1). Однако максимумы, соответствующие первому и второму возбуждённым состояниям соединения **1** сдвинуты в сторону больших длин волн на 15 и 8 нм, соответственно. Это говорит о хорошем сопряжении бромфинильного радикала с тиенопиридиновым ядром молекулы.

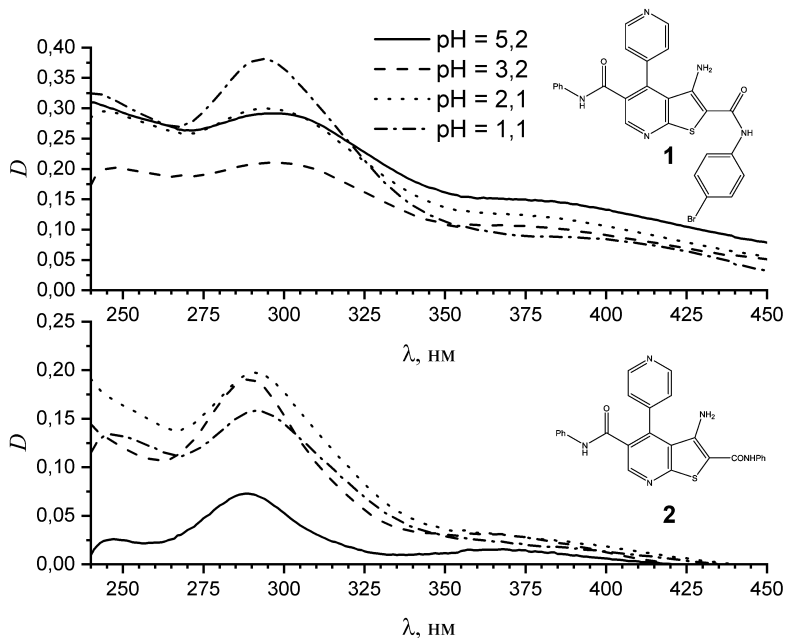


Рис. 1. Спектры оптического поглощения соединений **1** и **2** в водных растворах с различной кислотностью.

Однако с уменьшением pH наблюдается противоположное смещение максимумов поглощения: в соединении **1** наблюдается гипсохромный сдвиг, а в соединении **2** – bathochромный. При этом, соединение **2** более чувствительно к pH среды, чем соединение **1** – смещение максимумов в его спектре наблюдается уже при pH = 2,1, в то время как для соединения **1** – только при pH = 1. Наиболее вероятным механизмом влияния pH на спектры данных соединений является протонирование атомов азота и кислорода. Для выявления подробностей данного явления нами был проведён расчёт энергий и геометрии исходных и протонированных форм соединений **1** и **2** по методу молекулярной механики (ММ2) (Рис. 2). Энергии исходной формы соединения **1** составляет 49 ккал/моль, а соединения **2** – 47 ккал/моль.

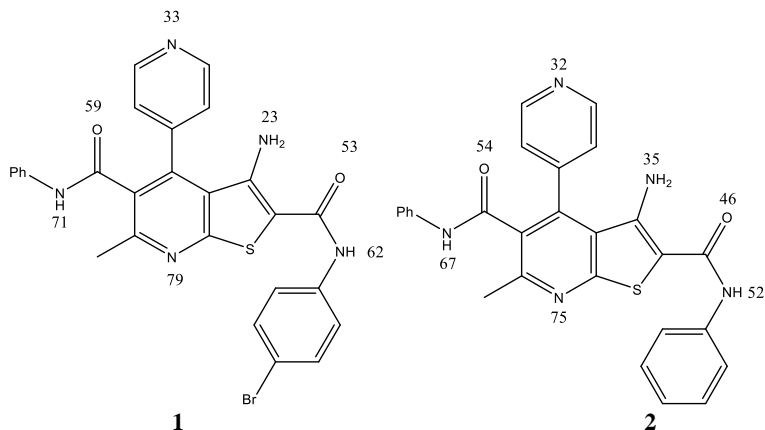


Рис. 2. Энергии протонированных форм соединений **1** и **2** (указаны в ккал/моль цифрами вблизи соответствующих протонируемых атомов).

Как видно из рисунка, в соединении **2** наиболее энергетически выгодно протонирование по атому азота заместителя в четвёртом положении тиенопиридинового ядра, в то время как в соединении **1** более вероятно протонирование аминогруппы.

Дальнейшие расчёты для найденной геометрии молекул, выполненные методом теории функционала плотности (B3LYP/6-311++G(d,p)) показывают, что протонирование в обоих сценариях приводит к bathochromному сдвигу спектров поглощения, что не объясняет гипсохромный сдвиг, наблюдаемый при протонировании соединения **1**.

Соединение **3** не проявило выраженных полос поглощения в водной среде, однако проведенное дополнительно исследование его раствора ДМФА показало наличие таковых (Рис. 3). При этом спектр соединения **3**, ожидаемо, похож на спектры соединений **1** и **2**. Отсутствие выраженных полос поглощения водных растворов соединения **3** объясняется его химической нестабильностью, вероятно обусловленной раскрытием тиопиранового цикла в водной среде.

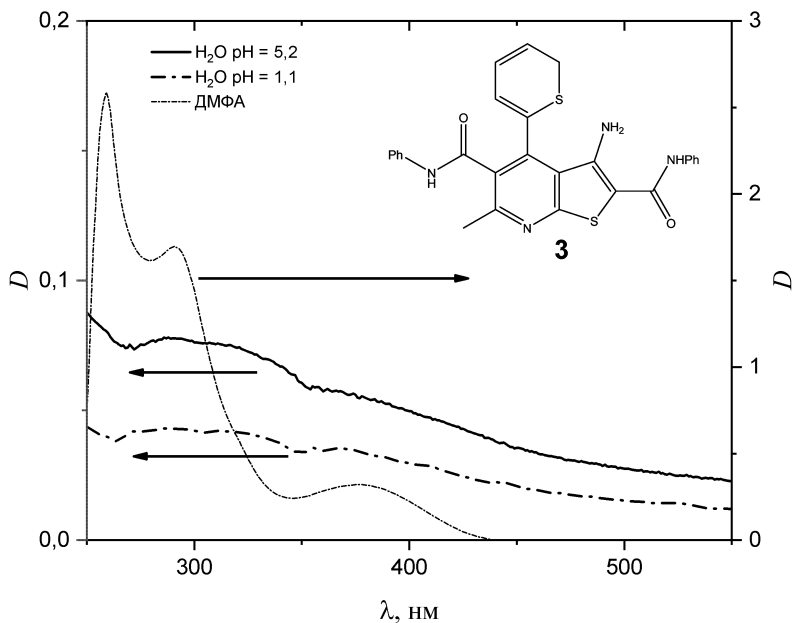


Рис. 3. Спектры оптического поглощения соединения **3** в водных растворах с различной кислотностью и ДМФА.

Выводы

Исследованные соединения имеют схожие спектры оптического поглощения, поскольку имеют схожую химическую структуру. Различие в спектрах соединений **1** и **2** обусловлено наличием атома брома в фенильном радикале соединения **1**. Как показывают расчёты, выполненные методом молекулярной механики, такое замещение оказывает существенное влияние на процессы протонирования атомов азота, которыми и обусловлено влияние pH на спектры исследуемых соединений. Однако причины гипсохромного сдвига спектров соединения **1** с уменьшением pH не ясны, так как, согласно расчётам по методу функционала плотности, протонирование доступных атомов азота должно приводить только к bathochромному сдвигу.

Соединение **3** в водной среде испытывает химическую трансформацию обусловленную раскрытием тиопиранового цикла, в результате которой оптическое поглощение существенно снижается и его спектр утрачивает структуру.

Список литературы

1. **Cutshall, N.S.**, Jeffrey S.C. Pat. US 6777432 (2004).
2. **Mantlo, N.B.**, Schlachter S.T., Josey J.A. Pat. US 6184237 (2001).
3. **Michelotti, E.L.**, Young D.H., McLauchlin T.A. Pat. Australia 752523 (2002).

4. **Muraoka, M.**, Morishita K., Aida N., Tanaka M., Yuri M., Ohashi N. Pat. US 6452008 (2002).
5. **Piazza, G.**, Pamukcu R. Pat. US 6479520 (2002).
6. **Schmidt, F.** Pat. US 6348434 (2002).
7. **Vankeirsbilck, T.** Applications of Raman spectroscopy in pharmaceutical analysis / T. Vankeirsbilck, A. Vercauteren, W. Baeyens, G. Van der Weken, F. Verpoort, G. Vergote, J.P. Remon // Trends in analytical chemistry. – 2002. – Vol. 21, N. 12 – P. 869-877.
8. **Warner, I.M.** Multicomponent analysis in clinical chemistry by use of rapid scanning fluorescence spectroscopy / I.M. Warner, J.B. Callis, E.R. Davidson, G.D. Christian // Clin. Chem. – 1976. – Vol. 22, N 9. – P. 1483-1486.
9. **Yadav, L.D.S.** Organic Spectroscopy / L.D.S. Yadav // Kluwer Academic Publishers. – 2005. – 324 p.
10. **Аниськов, А.А.** Определение строения карбо- и гетероциклических соединений спектральными методами / А.А. Аниськов, И.Э. Варшоломидзе, А.Г. Голиков, О.А. Григорьева, И.П. Ключкова, А.П. Кривенько, А.Ю. Никишин, И.В. Поплевина, В.В. Сорокин, О.В. Федотова, Ю.А. Фомина, М.П. Щекина. – Саратов : Наука, 2010. – 234 с.
11. **Драго, Р.** Физические методы в химии / Р. Драго. – М. : Мир, 1981. – 424 с.
12. **Дяченко, И.В.** Новый метод синтеза функционализированных никотинамидов / И.В. Дяченко, И.Н. Калашник, В.Д. Дяченко, П.В. Дороватовский, В.Н. Хрусталева, В.Г. Ненайденко // Журнал органической химии. – 2019. – Т. 55, № 7. – с. 1127-1142.
13. **Малыхина, О.И.** Идентификация анилина методом колебательной спектrophотометрии / О.И. Малыхина, В.К. Шорманов // Сб. раб. 69-й итог, науч. сессии КГМУ и отд-ния мед. биол. наук Центр.-Чернозём, науч. центра РАМН. – Курск, 2004. – С. 288-289.
14. **Романовская, Г. И.** Новые методы и подходы в люминесцентном анализе / Г. И. Романовская // Журн. аналит. химии. – 1993. – Т. 48, № 2. – С. 198-216.
15. **Удодов, В.В.**, Михалев А.И., Коньшин М.Е., Сыропятов Б.Я., Вахрин М.И. Пат. Россия 231504 (2008).

**Kozhemyakina Anastasia Sergeevna
Alexander Alexandrovich**

The effect of the pH of the medium on the optical absorption spectra of substituted thieno[b]pyridines.

The results of measurements of optical absorption spectra of substituted thieno[b]pyridines in acidic aqueous solutions with different pH levels are presented. It was found that 3-amino-6-methyl-N2,N5-diphenyl-4-(pyridine-4-yl)thieno[2,3-

b]pyridine-2,5-dicarboxamide has a positive halochromism, and 3-amino-*N*2-(4-bromophenyl)-6-methyl-*N*5-phenyl-4-(pyridine-4-yl)thieno[2,3-*b*]pyridine-2,5-dicarboxamide is weakly negative. The differences in the nature of halochromism of these compounds are probably related to differences in nitrogen protonation processes due to the influence of the bromine atom.

3-amino-6-methyl-*N*2,*N*5-diphenyl-4-(thiophene-2-yl)thieno[2,3-*b*]pyridine-2,5-dicarboxamide undergoes a chemical transformation in water associated with the opening of the thiopyrane cycle.

Keywords: halochromism, substituted thiene[*b*]pyridines, optical absorption, solutions.

Костенко Даниил Вячеславович

Студент 3 курса,
кафедры химии и биохимии
ФГБОУ ВО «Луганский государственный
педагогический университет»
daniilvyko200027@mail.ru

Тихий Александр Александрович

канд. физ.-мат. наук,
доцент кафедры химии и биохимии
ФГБОУ ВО «Луганский государственный
педагогический университет»
ea0000ffff@mail.ru

Исследование процессов кинетики обесцвечивания чернил

Исследована кинетика химического и фотообесцвечивания голубого, пурпурного и желтого чернил гелевых ручек. Установлено, что кинетика их химического обесцвечивания в присутствии избытка гипохлорита натрия описывается уравнением первого порядка. Наибольшую стойкость к химическому обесцвечиванию имеют голубые чернила, а наименьшую – пурпурные. Также голубые чернила являются наиболее стойкими к фотообесцвечиванию. Сопоставить между собой стойкость к фотообесцвечиванию пурпурных и желтых чернил затруднительно, поскольку их оптическая плотность снижается по различным законам – кинетическое уравнение имеет 4-тый для пурпурных чернил и 2-й – для желтых.

Ключевые слова: чернила, фотообесцвечивание, химическая стабильность, кинетика, стойкость красителей, оптическая плотность.

Введение

Стойкость красителей к свету является одним из ключевых показателей качества краски или окрасочного покрытия. Светостойкость – это способность красок сохранять свой первоначальный цвет под воздействием светового излучения. Энергия светового излучения инициирует изменение молекулярной структуры красящего вещества, что ведет к постепенной потере им красящих свойств. Это проявляется в уменьшении насыщенности цвета пигмента или красителя и в изменении их цветового тона [1].

Особенно важна светостойкость для окрасочных материалов, используемых на открытом воздухе, таких как фасадные краски, автомобильные краски, лакокрасочные материалы для садовой мебели и прочих изделий, находящихся под воздействием солнечного света. Поэтому при выборе красителей и красок необходимо обращать внимание на их стойкость к свету, чтобы обеспечить долговечность и красочность поверхностей, на которые они будут нанесены [3].

Для определения светостойкости окрасочных материалов используются различные методы, сущность которых заключается в облучении лакокрасочных покрытий или накрасок пигментов источниками искусственного света в течение заданного интервала времени с последующим определением изменения внешнего вида, цвета, блеска и коэффициента отражения. Также, при светостойкости часто имитируются другие условия рабочей среды, такие как влажность и температура [2]. Однако даже методы, обеспечивающее ускоренное протекание процессов фотообесцвечивания требуют значительного времени исследования. В тоже время процессы химического обесцвечивания могут протекать существенно быстрее. Поэтому представляет интерес изучение корреляции химической стойкости и фотостабильности коммерчески доступных органических красителей.

Эксперимент

В качестве исследуемых образцов использовались чернила гелевых ручек марки Mazaгі «Ocean» трёх цветов: голубого, пурпурного и желтого (согласно модели СМΥΚ). Для удобства измерений образцы чернил разбавлялись дистиллированной водой до концентрации, обеспечивающей подходящий для измерения диапазон изменения оптической плотности.

Исследование кинетики химического обесцвечивания проводилось путём добавления раствора гипохлорита натрия в заведомо избыточном количестве.

Обесцвечивание ультрафиолетовым облучением производилось с помощью ртутно-кварцевой лампы низкого давления, мощностью 16 Вт.

Концентрации красителей контролировалось по изменению оптической плотности растворов, которая прямо пропорциональна концентрации красителя. Измерения производились на фотоколориметре КФК-2 и спектрофотометре Альтаир-300УФ с модифицированной системой управления.

Результаты и обсуждение

Экспериментальные зависимости оптической плотности от времени протекания реакции химического обесцвечивания исследованных красителей представлены на рисунке 1. Представленные значения оптической плотности для различных чернил относятся к различным длинам волн: 590 нм для голубого, 540 – для пурпурного, и 440 – для жёлтого, поскольку на данных длинах волн изменение оптической плотности максимально.

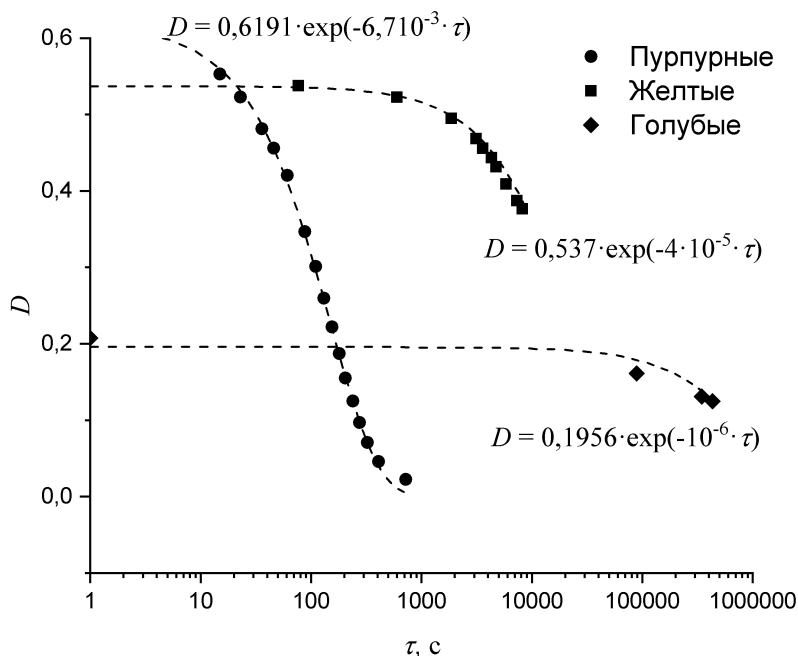


Рис. 1. Зависимости оптической плотности от времени протекания реакции химического обесцвечивания исследованных чернил (точки). Пунктиром показана аппроксимация экспериментальной зависимости оптической плотности от времени протекания реакции кинетическим уравнением 1-го порядка.

Эти данные позволяют определить порядок реакции обесцвечивания n и константы скоростей k для каждого из красителей. Поскольку гипохлорит взят в избытке, для определения этих величин можно воспользоваться методом избыточных концентраций [3]. Согласно данному методу кинетические кривые исследуемых реакций следует продифференцировать и построить в логарифмических координатах $\lg w = f(\lg c)$, где $w = -\frac{dc}{d\tau}$ – скорость реакции, c – концентрация. При этом тангенс угла наклона прямой равен порядку реакции, а отрезок, отсекаемый ей на оси ординат, дает значение $\lg k$. Поскольку, согласно закону Бугера-Ламберта-Бера оптическая плотность D пропорциональна концентрации, построение соответствующих кривых производилось в координатах $\lg w = f(\lg D)$.

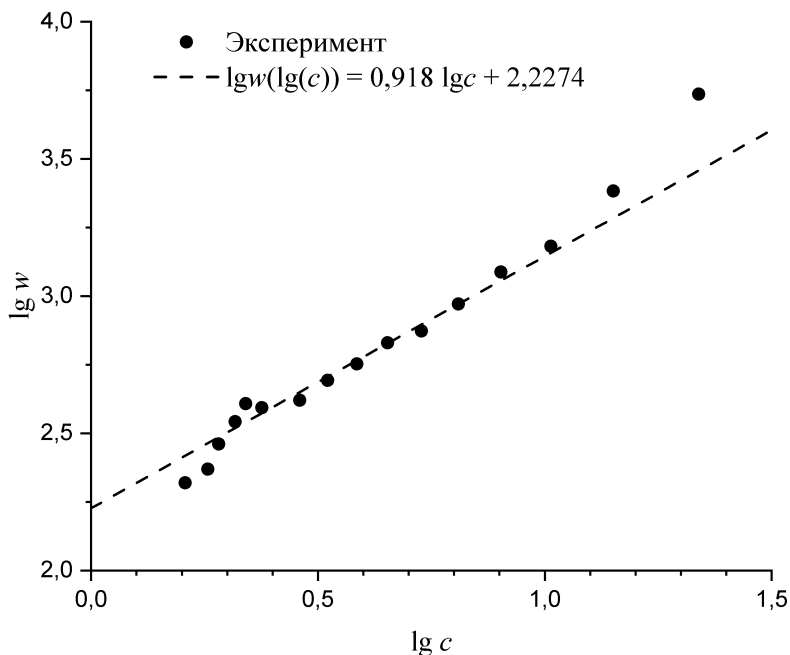


Рис. 2. К определению порядка реакции химического обесцвечивания пурпурных чернил.

Как видно из Рис. 2, построение для пурпурного красителя указывает на то, что исследуемая реакция является реакцией первого порядка. Кинетические кривые других красителей содержат слишком мало точек для успешного применения данного метода. Однако, как видно на Рис. 1, кинетика их обесцвечивания также хорошо описывается уравнением кинетики реакции первого порядка: $c(\tau) = c_0 e^{-k\tau}$ (или, для оптической плотности: $D(\tau) = D_0 e^{-k\tau}$). Константы скорости реакций, в уравнениях, представленных на Рис. 1, найдены по методу наименьших квадратов. Наименьшую константу скорости реакции имеют голубые чернила, а наибольшую пурпурные.

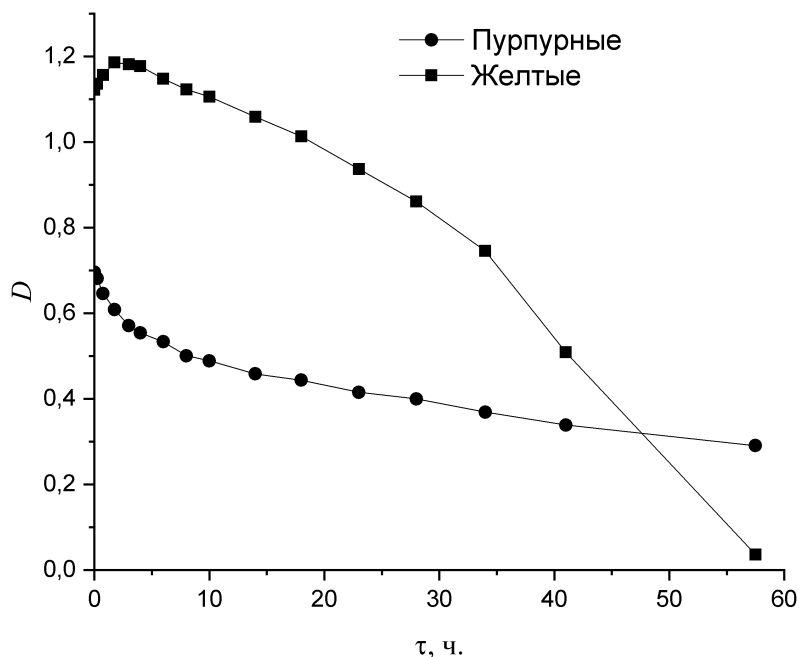


Рис. 3. Зависимости оптической плотности от времени протекания реакции фотообесцвечивания исследованных чернил.

Изучение процессов фотообесцвечивания также указывает на наибольшую стойкость голубых чернил – на протяжении 57 часов облучения каких либо изменений оптической плотности на длине волны 590 нм выявлено не было. Зависимости оптической плотности от времени облучения для желтых и пурпурных чернил представлены на Рис. 3. Как видно из рисунка, вид кривых для жёлтых и пурпурных чернил существенно различается. Использование вышописанного метода определения порядка реакции указывает на 4-тый порядок уравнения для обесцвечивания пурпурных чернил и -2 – для желтых (Рис. 4.).

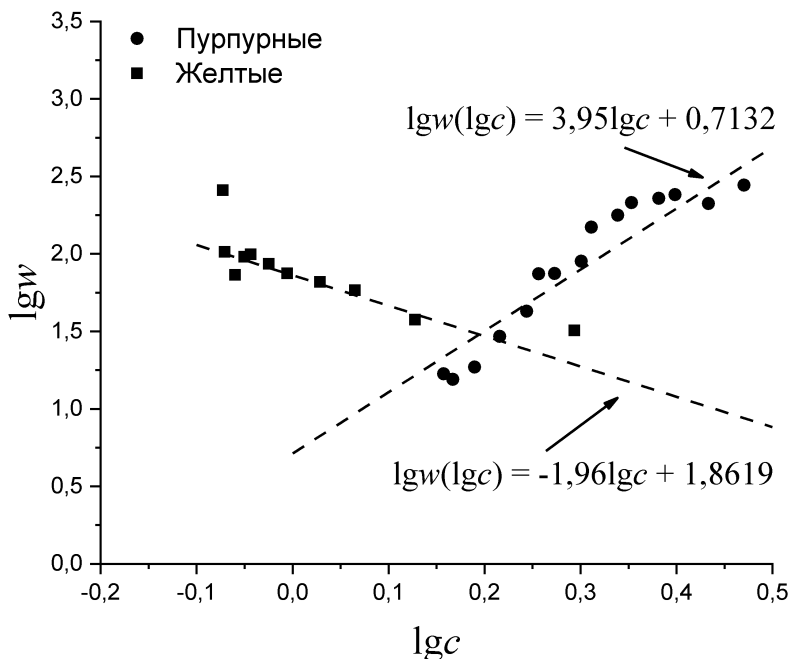


Рис. 4. К определению порядка реакции фотообесцвечивания исследованных чернил.

Вывод

Из исследованных образцов, наибольшую стойкость к химическому обесцвечиванию имеют голубые чернила, а наименьшую пурпурные. Также голубые чернила являются более стойкими к фотообесцвечиванию. Однако сопоставить между собой стойкость к фотообесцвечиванию пурпурных и желтых чернил затруднительно, поскольку их оптическая плотность снижается по различным законам. Процессы фотообесцвечивания желтых и пурпурных чернил не описывается типичным для таких реакций уравнением первого порядка [3], что может быть обусловлено наличием в составе чернил, помимо красителя, большого количества вспомогательных веществ.

Список литературы

1. Андросов, В.Ф. Синтетические красители в легкой промышленности: Справочник. / В.Ф. Андросов, И.Н. Петрова. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 368 с.
2. ГОСТ 21903–76 Материалы лакокрасочные. Методы определения условий светостойкости [текст]. – Введ. с 01.01.1978 по 01.01.1993. – Москва: Издательство стандартов, 1988. – 8 с.

3. Джадд, Д. Цвет в науке и технике / Д. Джадд, Г. Вышецки. – М., 1978.
4. Черепанов, В.А. Химическая кинетика : [учеб. пособие] / В.А. Черепанов, Т.В. Аксенова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : изд-во Урал. ун-та, 2016. – 132 с.

Kostenko D.V.
Tikhii A.A.

Study of the kinetics of ink bleaching

The kinetics of chemical and photobleaching of cyan, magenta and yellow gel pen inks was studied. It has been established that the kinetics of their chemical bleaching in the presence of excess sodium hypochlorite is described by a first-order equation. Cyan ink has the greatest resistance to chemical fading, and magenta ink the least. Cyan ink is also the most resistant to photobleaching. It is difficult to compare the resistance to photobleaching of magenta and yellow inks, since their optical density decreases according to different laws – the kinetic equation is 4th for magenta ink and -2nd for yellow.

Keywords: *ink, photobleaching, chemical stability, kinetics, dye fastness, optical density.*

Перепечай Анастасия Алексеевна
ассистент кафедры химии и биохимии
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»
chem.post@yandex.com

Дяченко Владимир Данилович
д-р хим. наук, профессор
заведующий кафедрой химии и биохимии
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»
dyachvd@mail.ru

Нафтиридинсодержащие алкалоиды: распространение и применение (обзор)

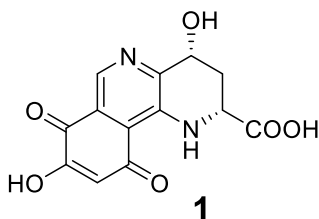
В статье описаны алкалоиды, основой структуры которых являются изомерные нафтиридины. Приведены природные источники данных соединений, а для некоторых структур – данные об их биологической активности.

Ключевые слова: нафтиридины, алкалоиды, бактерии, растения, животные.

Алкалоиды – особая группа азотистых органических соединений основного характера, которые обычно имеют довольно сложный состав, встречаются в готовом виде в растительных (или реже животных) организмах и часто обладают сильным фармакологическим действием [14].

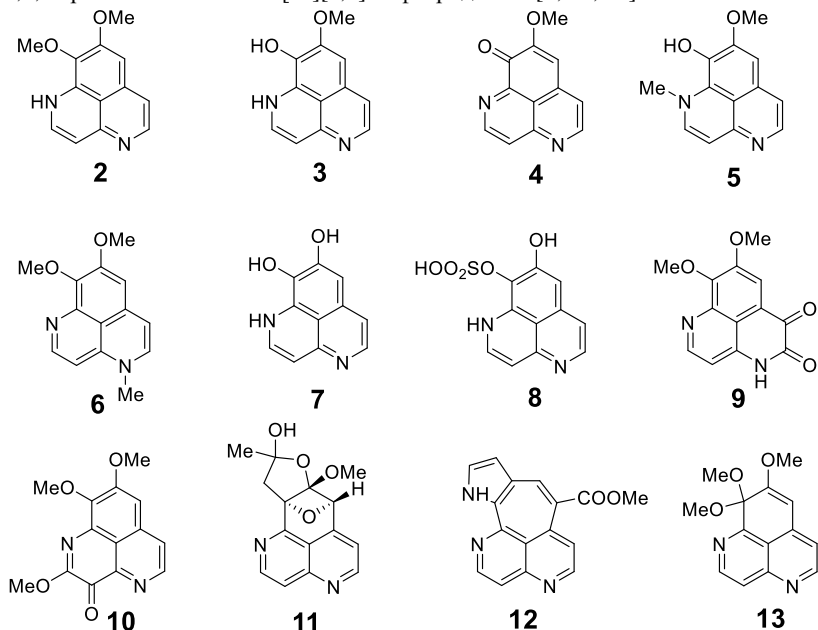
Будучи азотсодержащими конденсированными гетероциклами, изомерные нафтиридины входят в состав многих алкалоидов растительного и животного происхождения [15].

Так, к производным 1,5-нафтиридинов относят фумизохин **С 1** – бензо[с][1,5]нафтиридиновый алкалоид плесневого гриба *Aspergillus fumigatus* [8].

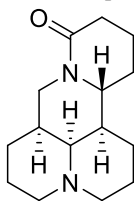


Довольно разнообразны по строению алкалоиды на основе 1,6-нафтиридинового каркаса [15]. Эти соединения, имеющие общее название «ааптамины», в большинстве своем обнаружены в морских губках рода *Aaptos*. К ним относят собственно ааптамин **2** и его производные: 9-деметилааптамин **3**, 9-деметилоксияаптамин **4**, изоааптамин **5**, 4-метилоксияаптамин **6**, бисдеметилааптамин **7**, бисдеметилааптамин-9-О-сульфат **8**, 9-метокси-N-

деметиллааптанон **9**, 2-метокси-3-оксоааптамин **10**, ааптамины А **11** и В **12**, 8,9,9-триметокси-9*H*-бензо[*de*][1,6]-нафтиридин **13** [3; 12; 13].



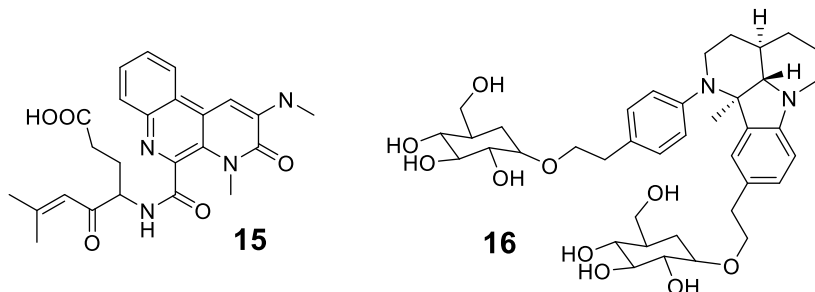
К алкалоидам с 1,6-нафтиридиновым фрагментом также относится (+)-матрин **14**, который вырабатывается некоторыми видами растения рода *Sophora* из семейства *Fabaceae*. Это соединение обладает антиноцицептивными свойствами, которые реализуются посредством активации κ-опиоидных рецепторов и частично через μ-опиоидные рецепторы [4].



14

Богатым источником новых биологически активных соединений являются бактерии рода *Streptomyces*, распространенные в отложениях мангровых лесов. Из *Streptomyces albogriseolus* выделен алкалоид 1-*N*-метил-3-метиламино-[*N*-бутановая кислота 3'-(9'-метил-8'-пропен-7'-он)-амид]-бензо[*f*][1,7]нафтиридин-2-он **15** [5].

Декагидроиндоло[1,7]нафтиридиновый алкалоид инкаргранин В **16** – монотерпеноидный алкалоид с сильной антиноцицептивной активностью. Данное соединение получено из растения *Incarvillea mairei* var. *grandiflora* (Wehrh.) Grierson (*Bignoniaceae*) [11].

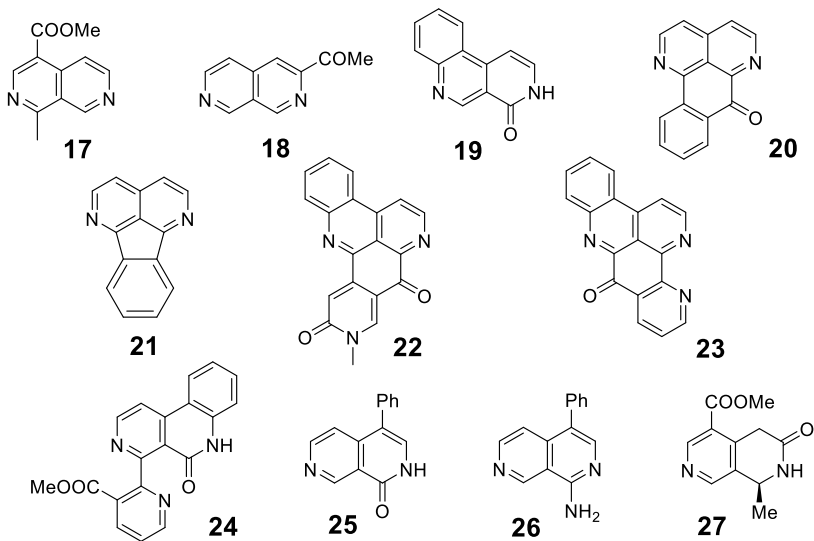


Многообразием отличаются также и алкалоиды – производные 2,7-нафтиридинов. Алкалоид неозейланицин **17** выделен из растения *Neonauclea zeylanica* семейства *Rubiaceae*. 3-Ацетил-2,7-нафтиридин **18** содержится в *Valeriana officinalis* (*Valerianaceae*). Трициклический алкалоид перлолидин **19** содержится во многих растениях, например в *Lolium perenne*, (*Poaceae*). 2,7-Нафтиридиновая кольцевая система входит в состав ряда алкалоидов, выделенных из представителей семейства *Ammonaceae*. К ним относятся, например, противомикробный алкалоид сампангин **20** и эуполауридин **21**, выделенный из *Cleistopholis patens* и *Cananga odorata* [6].

Пиридоакридиновые алкалоиды представляют собой интересный класс полициклических алкалоидов, полученных из сидячих морских беспозвоночных, таких как асцидии, губки, моллюски и морские анемоны. Из тихоокеанской губки *Amphimedon sp.* выделен амфимедин **22** [9]. Пентациклический алкалоид асцидидимин **23** содержится в организме туниката *Didemnum sp* [6]. Бензо[с][2,7]нафтиридиновый алкалоид субарин **24**, выделенные из неопределенной сингапурской асцидии, вероятно имеет биосинтетическую связь с асцидидимином **23**, поскольку представляет собой секоаналог алкалоидов пиридоакридинового типа [7].

Лофокладины А **25** и В **26** – 2,7-нафтиридиновые алкалоиды, выделенные из морской красной водоросли *Lophocladia sp.*, собранной на островах Фиджи. Лофокладин А **25** проявляет сродство к NMDA-рецепторам и является антагонистом δ-опиоидных рецепторов, тогда как лофокладин В **26** проявляет цитотоксичность в отношении опухоли легкого человека NCI-H460 и клеточных линий рака молочной железы MDA-MB-435 [2].

К производным 2,7-нафтиридинов также относят и жасминин **27** – монотерпеновый алкалоид, выделенный из *Jasminum gracile* и других видов *Oleaceae* [1; 10].



На основании вышесказанного можно сделать вывод о чрезвычайном разнообразии алкалоидов, основной структуры которых является нафтиридиновый каркас. В природе эти соединения распространены в бактериях, растениях и морских беспозвоночных животных. Особенно многочисленной является группа 2,7-нафтиридиновых алкалоидов. Полезные свойства этих соединений, такие как цитотоксичность и антиноцицептивная активность, позволяют говорить о их практической значимости и необходимости дальнейшего изучения.

Список литературы

1. **Bennasar, M.-L.** Total synthesis of the naphthyridine alkaloid jasminine / M.-L. Bennasar, T. Roca, E. Zulaica, M. Moneris // *Tetrahedron*. – 2004. – № 60. – P. 6785–6789. – doi: 10.1016/j.tet.2004.06.027.
2. **Gross, H.** Lophocladienes, Bioactive Alkaloids from the Red Alga *Lophocladia* sp. / H. Gross, D. E. Goeger, P. Hills, S. L. Mooberry, D. L. Ballantine, T. F. Murray, F. A. Valeriote, W. H. Gerwick // *Journal of Natural Products*. – 2006. – № 69. – P. 640–644. – doi: 10.1021/np050519e.
3. **Herlt, A.** Alkaloids from marine organisms. Part 8: Isolation of bisdemethylaaptamine and bisdemethylaaptamine-9-*O*-sulfate from an Indonesian *Aaptos* sp. marine sponge / A. Herlt, L. Mander, W. Rombang, R. Rumampuk, S. Soemitro, W. Steglich, P. Tariganc, F. Nussbaume // *Tetrahedron*. – 2004. – № 60. – P. 6101–6104. – doi:10.1016/j.tet.2004.05.068.
4. **Kobashi, S.** Antinociceptive Effects of N-Acyloctahydropyrido[3,2,1-*ij*][1,6]naphthyridine in Mice: Structure–Activity Relation Study of Matrine-Type Alkaloids Part II / S. Kobashi, M. Takizawa, H. Kubo,

- T. Yamauchi, K. Higashiyama // Biological and Pharmaceutical Bulletin – 2003 – Vol. 26 – Iss. 3 – P. 375–379. – doi: 10.1248/bpb.26.375.
5. **Li, X.-L.** A Novel Benzo[f][1,7]Naphthyridine Produced by *Streptomyces Albogriseolus* from Mangrove Sediments / X.-L. Li, M.-J. Xu, Y. - L. Zhao // *Molecules*. – 2010. – № 15 – P. 9298–9307. – doi:10.3390/molecules15129298.
6. **Lotter, M.** First Total Synthesis of the 2,7-Naphthyridine Alkaloids Lophocladine A and B / M. Lotter, J. Schilling, E. Reimann, F. Bracher // *Archiv der Pharmazie – Chemistry in Life*. – 2006. – № 339. – P. 677–679. – doi: 10.1002/ardp.200600134.
7. **Lotter, M.** Short Total Synthesis of the Marine Alkaloid Subarine / M. Lotter, F. Bracher // *Scientia Pharmaceutica*. – 2009. – № 77. – P. 1–7. – doi: 10.3797/scipharm.0901-14.
8. **Masdeu, C.** Fused 1,5-Naphthyridines: Synthetic Tools and Applications / C. Masdeu, M. Fuertes, E. Martin-Encinas, A. Selas, G. Rubiales, F. Palacios, C. Alonso // *Molecules*. – 2020. – № 25. – 3508. – doi: 10.3390/molecules25153508.
9. **Plodek, A.** New Perspectives in the Chemistry of Marine Pyridoacridine Alkaloids / A. Plodek, F. Bracher // *Marine Drugs*. – 2014. – Vol. 14. – Iss. 2. – P. 1–24. – doi:10.3390/md14020026.
10. **Ranarivelo, Y.** Selective amination of secoiridoid glycosides to give monomeric pyridine, dimeric pyridine, and naphthyridine alkaloids / Y. Ranarivelo, P. Magiatis, A.-L. Skaltsounis, F. Tillequin // *Natural Product Letters*. – 2000. – Vol. 15. – Iss. 2. – P. 131–137. – doi: 10.1080/10575630108041270.
11. **Shen, Y.-H.** A Unique Indolo[1,7]naphthyridine Alkaloid from *Incarvillea mairei* var. *grandiflora* (Wehrh.) Grierson / Y.-H. Shen, Y.-Q. Su, J.-M. Tian, S. Lin, H.-L. Li, J. Tang, W.-D. Zhang // *Helvetica Chimica Acta*. – 2010. – № 93. – P. 2393–2396. – doi: 10.1002/hlca.201000092.
12. **Trang, D. T.** Four new aaptamine alkaloids from marine sponge *Aaptos aaptos* / D. T. Tranga, B. H. Taia, D. T. T. Hanga, P. H. Yena, N. X. Nhiema, P. V. Kiema // *Natural product research*. – 2022. – Vol. 36. – Iss. 19. – P. 5022–5031. – doi: 10.1080/14786419.2021.1917572.
13. **Wang, P.** Aaptodines A–D, Spiro Naphthyridine–Furooxazoloquinoline Hybrid Alkaloids from the Sponge *Aaptos suberitoides* / P. Wang, J. Huang, T. Kurtan, A. Mandi, H. Jia, W. Cheng, W. Lin // *Organic Letters*. – 2020. – Vol. 22. – Iss. 21. – P. 8215–8218. – doi: 10.1021/acs.orglett.0c02645.
14. **Орехов, А. П.** Химия алкалоидов / А. П. Орехов // Издательство Академии наук СССР. – 1955. – 860 с.
15. **Перепечай, А.А.** Биологическая активность производных 1,6-нафтиридинов природного происхождения (обзор) / А. А. Перепечай, В. Д. Дяченко // Вестник Луганского государственного педагогического университета: сб. науч. тр. / гл. ред. В.Д. Дяченко; вып. ред. Г.Г. Калинина; ред. сер. М.В. Воронов; ФГБОУ ВО

«ЛГПУ». – Луганск: Книта, 2023. – № 2 (102). Серия 4. Биология. Медицина. Химия. – С. 72–77.

**Perepechay A.A.
Dyachenko V.D.**

**Naphthyridine-Containing Alkaloids: Distribution and Application
(Review)**

The article describes isomeric-naphthyridines-based alkaloids. Natural sources of these compounds are given. Data of biological activity for some structures are presented.

Key words: *naphthyridines, alkaloids, bacteria, plants, animals.*

Самородов Павел Олегович

*магистрант 2 курса,
направления подготовки
04.04.01 «Химия»
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»
nmkhrustaleva@yandex.ru*

Хрусталёва Наталья Михайловна

*кандидат химических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»
nmkhrustaleva@yandex.ru*

Изучение антацидных свойств медицинских сорбентов с применением электрохимических методов

Работа посвящена исследованию антацидных свойств популярный медицинских сорбентов с использованием электрохимических методов исследования (потенциометрическое измерение pH).

Ключевые слова: антациды, медицинские сорбенты, электрохимические методы исследования.

На сегодняшний день довольно большое количество людей по всему миру (40-50% населения всех стран) так или иначе страдает от кислотозависимых заболеваний желудочно-кишечного тракта [1]. Длительное отсутствие лечения кислотозависимых заболеваний желудочно-кишечного тракта зачастую приводит к необратимым последствиям, вплоть до инвалидизации пациента. К группе таких заболеваний относят гастроэзофагеальную рефлюксную болезнь (изжога) для купирования которой в медицине применяют антацидные средства разного состава [2]. Несмотря на обширные исследования в данной области и широкий спектр антацидных средств, тема остается актуальной, так как сегодня данная патология желудочно-кишечного тракта остается широко распространенным явлением.

Подробные данные об особенностях различных препаратов могут помочь пациентам правильно подбирать дозировку для достижения максимального эффекта, при этом не вызывая негативных побочных эффектов.

Для проведения исследования было отобрано три наиболее популярных антацидных препарата в нашем регионе. Этими препаратами оказались Алмагель и Алмагель Нео от израильской компании Teva Pharmaceutical Industries, а также Маалокс от французской компании Sanofi. Популярность была определена с помощью опроса работников аптек.

Далее, согласно источникам [3,4], была рассчитана эталонная проба, имитирующая кислотность среды желудка после чего проведены исследования pH до и после применения препаратов в разных концентрациях. Для измерений pH среды использовался прибор pH-метр pH-150МИ с комбинированным (хлоридсеребряным) электродом [5].

Данные, полученные после изучения Алмагель, Алмагель Нео и Маалокс приведены в таблице 1, а также на рисунке 1.

Установлено, что из исследуемых образцов наибольшей эффективностью при нейтрализации кислотности среды обладает медицинский препарат Алмагель Нео при любой дозировке. Также установлено, что медицинские препараты Алмагель и Маалокс не полностью нейтрализуют кислотность среды, а лишь на несколько единиц увеличивают её pH.

Медицинский препарат Маалокс, по сравнению с Алмагель и Алмагель Нео, имеет меньшую эффективность действия при нейтрализации кислотности среды.

Таблица 1. Сводная таблица результатов исследования

	Эталон	Алмагель			
pH	1.03	1.5 грамм	3.0 грамм	5.0 грамм	10.0 грамм
pH	1.03	1.33	3.32	3.73	4.58
pH	1.03	Алмагель Нео			
pH	1.03	1.5 грамм	3.0 грамм	5.0 грамм	10.0 грамм
pH	1.03	1.54	3.85	6.12	7.11
pH	1.03	Маалокс			
pH	1.03	1.5 грамм	3.0 грамм	5.0 грамм	10.0 грамм
pH	1.03	1.25	1.55	3.55	4.33

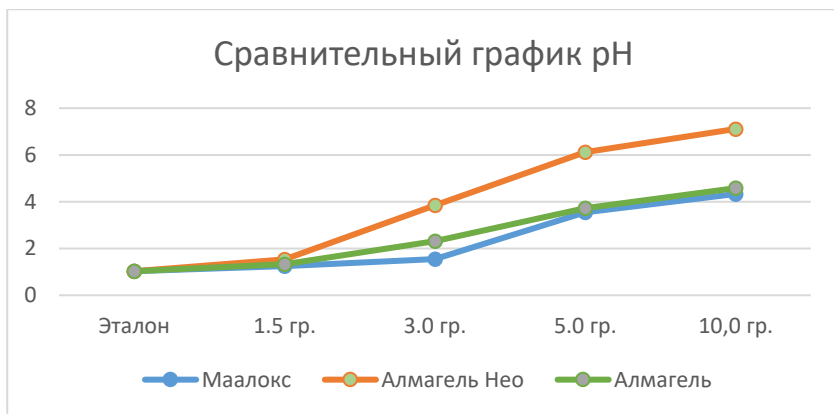


Рисунок 1. Сравнительный график результатов исследования

Список использованной литературы

1. **Минушкин, О. М.** Антацидные средства в лечении гастроэзофагиальной рефлюксной болезни. // Фарматека. – 2007. – №6. – С. 44–47.
2. **Казюлин, А. Н.** Роль современных антацидных средств в терапии кислотозависимых заболеваний / А. Н. Казюлин, Е. Б. Грищенко // Медицинский Совет.. 2014 – №7. – С. 12–19.
<https://doi.org/10.21518/2079-701X-2014-7-12-19>DOI:
<https://doi.org/10.21518/2079-701X-2014-7-12-19>. URL:
<https://cyberleninka.ru/article/n/rol-sovremennyh-antatsidnyh-sredstv-v-terapii-kislotozavisimyh-zabolevaniy> (дата обращения: 11.03.2024).
3. **Шкляев, А. Е.** Магнитно-резонансная томография с нагрузочным питьевым тестом как метод оценки эвакуаторной функции желудка / А. Е. Шкляев, К. В. Максимов, К. Э. Пантелеев // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2022. – №11. – С. 110–116. – URL: <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-207-11-110-116>. (дата обращения: 11.03.2024).
4. Узи желудка – Текст : электронный // Медицинский центр Добромед : [сайт]. – URL: <https://dobromed.ru/uslugi/uzi-zheludka.html> (дата обращения: 09.02.2023).
5. Справочник по электрохимии / Под А. М. Сухотина. – Л.: Химия, 1981. – 488 с.

**Samorodov. P.O.
Khrustaleva N.M.**

**Study of antacid properties of medical sorbents
using electrochemical methods**

The work is devoted to the study of the antacid properties of popular medical sorbents using electrochemical research methods (potentiometric pH measurement).

Key words: antacids, medical sorbents

Серов Никита Юрьевич,

кандидат химических наук, доцент,
ФГАОУ ВО «КФУ», Химический институт им. А.М. Бутлерова,
г. Казань (Республика Татарстан)
Nikita.Serov@kpfu.ru

Штырлин Валерий Григорьевич,

кандидат химических наук, доцент,
ФГАОУ ВО «КФУ», Химический институт им. А.М. Бутлерова,
г. Казань (Республика Татарстан)
Nikita.Serov@kpfu.ru

Бухаров Михаил Сергеевич,

кандидат химических наук, доцент,
ФГАОУ ВО «КФУ», Химический институт им. А.М. Бутлерова,
г. Казань (Республика Татарстан)
Nikita.Serov@kpfu.ru

Ермолаев Антон Валерьевич,

б/с, преподаватель,
ФГАОУ ВО «КФУ», Химический институт им. А.М. Бутлерова,
г. Казань (Республика Татарстан)
Nikita.Serov@kpfu.ru

Кинетика и механизмы образования ди- и трипептидов и их замещения в комплексах меди(II)

В статье рассматриваются кинетика и механизмы процессов с участием ди- и трипептидов в водных растворах, а именно реакции образования олигопептидов из аминокислоты в присутствии триметафосфата натрия и реакции замещения олигопептидов из их комплексов с медью(II). Механизмы предложены на основе совокупности данных экспериментальных и расчетных методов, а так же сопоставления с литературными сведениями. Результаты исследования представляют интерес в фундаментальном плане для решения проблемы пребиотического синтеза биополимеров и происхождения гомохиральности, а также в плане углубления понимания взаимодействия биометаллов с биолигандами, что имеет важное значение для разработки лекарственных препаратов на основе координационных соединений.

Ключевые слова: кинетика, механизм, олигопептид, комплекс, медь(II)

Крупными и до сих пор окончательно нерешенными проблемами современного естествознания являются пребиотическое образование

биополимеров и происхождение гомохиральности биомолекул. Координационные соединения являются возможным ключом к решению обеих упомянутых проблем, поскольку могли выступать катализаторами различных пребиотических процессов, а также могли осуществлять отбор энантиомеров за счет стереоселективных эффектов в комплексообразовании и/или в замещении хиральных лигандов в координационной сфере. Изучение координационных соединений биометаллов с биолигандами важно и в плане углубления понимания биохимических процессов с участием ионов металлов, а также разработки лекарственных препаратов на основе комплексных соединений.

Целью исследования является установление механизмов пребиотического синтеза олигопептидов и их замещения в комплексах меди(II). Выбор последней обусловлен как разнообразием свойств ее координационных соединений, так и многообразием доступных методов для их изучения.

Важной частью работы являлось изучение кинетики и установление механизма пребиотического синтеза олигопептидов глицина под действием триметафосфата натрия на основе данных экспериментальных методов (ВЭЖХ-анализ, спектроскопия ЯМР ^{31}P) с привлечением математического моделирования и квантово-химических расчетов. Эта часть достаточно подробно описана в опубликованной работе [1], здесь остановимся лишь на некоторых ключевых моментах: синтез происходит в щелочных средах (наиболее оптимальными являются pH 9.5-10.5), увеличение температуры ускоряет протекание процесса (однако чрезмерное нагревание приводит к большому количеству побочных продуктов), в процессе синтеза происходит понижение pH реакционной смеси, что замедляет процесс, проведение же процесса в термоциклическом режиме с добавлением щелочи позволяет достигать достаточно высоких выходов олигопептидов за сравнительно короткое время. В качестве катализаторов в упомянутых системах могут выступать такие соединения как имидазол и N-метилимидазол.

Образование глицилглицина и диглицилглицина в проточной системе может быть описано простой двухстадийной кинетической моделью, учитывающей только аминокислоту, ди- и трипептид, полный же механизм состоит из четырех (без катализа имидазолом) или пяти (с катализом имидазолом) стадий, включает образование промежуточных фосфатов (глицил-N-трифосфата, циклического фосфата аминокислоты и др.), основан на литературных и собственных экспериментальных данных и подтвержден результатами квантово-химических расчетов [1].

Для изучения кинетики замещения олигопептидных лигандов в комплексах меди(II) необходимы сведения о термодинамике образования гомо- и гетеролигандных комплексов с выбранными пептидами и гистидином, который был выбран в качестве аминокислоты поскольку является важным центром связывания металлов в белках, и, кроме того, потому что *бис*-гистидинат меди(II) является эффективным средством лечения болезни Менкеса [2]. Константы, структуры и спектральная информация по системе медь(II) – гистидин подробно описана в работе [3], а бинарные и тройные системы с глицилглицилглицином (и его тирозинсодержащим аналогом) представлены в работах [4, 5]. В последних двух работах достаточно подробно

описана и кинетика замещения трипептидных лигандов на гистидин в комплексах меди(II), поэтому в данной статье основное внимание уделено аналогичным системам с дипептидами – глицилглицином и глицил-*L*-тирозином.

Исследование бинарных систем медь(II) – дипептид при 25°C на фоне 1.0 М KNO₃ комплексом экспериментальных методов (рН-потенциометрия, спектрофотометрия и ЭПР) показало, что в растворах таких систем в нейтральной и слабощелочной среде доминируют комплексные формы с депротонированным пептидным атомом азота. Структуры этих форм, оптимизированные в программе ORCA [6], представлены на рисунке 1.

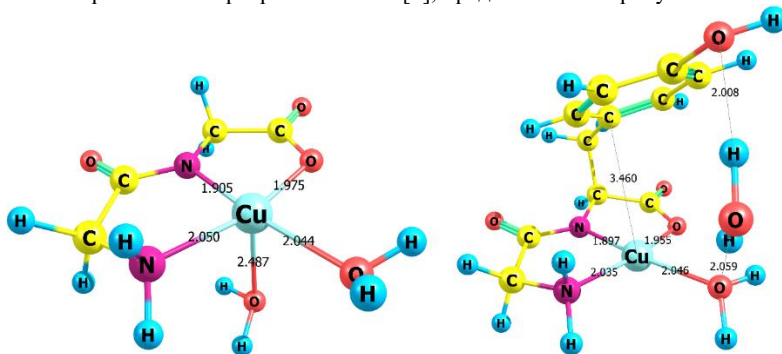


Рис. 1. Структуры комплексов меди(II) с дипептидами, оптимизированные по программе ORCA методом DFT на уровне B3LYP/def2-TZVPPD с коррекцией дисперсии D3 и учетом эффектов растворителя в модели C-PCM.

Следует отметить, что медь(II) в приведенных комплексах является пентакоординированной с более удаленным аксиальным положением, которое в случае глицилглицина занято молекулой воды, а в случае глицил-*L*-тирозина – феноксильным фрагментом, причем аксиальная координация последнего стабилизирована водородными связями с экваториальной молекулой воды через дополнительную молекулу воды (см. рисунок 1).

Исследование замещения упомянутых дипептидных лигандов на гистидин методом остановленной струи со спектрофотометрическим детектированием в условиях псевдопервого порядка (10-ти кратный избыток гистидина) показало, что кинетические зависимости (пример представлен на рисунке 2) хорошо описываются экспоненциальным спадом (что говорит о первом порядке реакции по комплексу меди(II)). Замещение тирозин-содержащего дипептида происходит более чем на порядок медленнее, чем глицилглицина, что объясняется наличием объемного стерического заместителя (феноксильного фрагмента), который занимает одно из аксиальных положений меди (см. рисунок 1), препятствуя вхождению гистидина, что хорошо согласуется с хорошо известным ассоциативным характером замещения и обмена лигандов в комплексах меди(II).

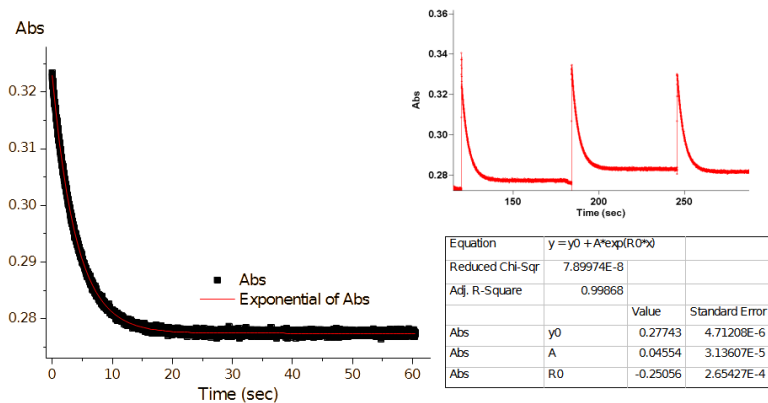


Рис. 2. Кинетические зависимости в системе медь(II) – глицил-*L*-тирозин (GY-H) – *L*-гистидин (HisH) (1:1:10), полученные методом остановленной струи при быстром смешивании равных объемов растворов I и II с регистрацией при $\lambda = 550$ нм ($l = 1$ см); $I - c_{Cu(II)} = 9.956 \cdot 10^{-3}$ М, $c_{GY-H} = 1.004 \cdot 10^{-2}$ М; $II - c_{L-HisH} = 0.1001$ М; $c_{Tris} = 0.10$ М, $c_{mes} = 0.10$ М, $T = 298$ К, 1.0 М KNO_3 ; pH 7.81.

С переходом от нейтральной к слабощелочной среде скорость замещения увеличивается, в этом же диапазоне pH происходит увеличение концентрации анионной формы гистидина. Скорость замещения возрастает и при увеличении общей концентрации гистидина. С учетом этих экспериментальных фактов наблюдаемая константа скорости может быть представлена следующим образом:

$$k_{obs} = k_0 + k_{LH}[\text{HisH}] + k_L[\text{His}^-],$$

где k_0 – вклад от диссоциативного механизма и/или от замещения с участием буфера, k_{LH} – вклад от нейтральной формы гистидина (HisH), k_L – вклад от анионной формы гистидина (His⁻). Из зависимостей наблюдаемой константы скорости от концентрации анионной формы гистидина (которая была рассчитана для экспериментальных условий с помощью программы STALABS [7] на основе известных констант [3]) при различных общих концентрациях гистидина могут быть вычислены все три вклада. Результаты такого анализа показали, что в случае замещения глицил-*L*-тирозина протонированная форма гистидина практически не принимает участия в процессе в нейтральной и слабощелочной среде, что существенно отличает ситуацию с ним от случаев глицилглицина, диглицилглицина [4] и глицилглицил-*L*-тирозина [5].

Следует отметить, что наблюдаются различия в константах скоростей замещения глицилглицина на энантиомерно чистую и рацемическую форму гистидина, однако эти различия не являются статистически значимыми, в отличие от ранее опубликованных результатов с диглицилглицином [4]. Тем не менее, наличие таких различий хорошо согласуется со ступенчатым механизмом замещения [4, 5]. В случае же глицил-*L*-тирозина наблюдается

стереоселективность в замещении на анионную форму гистидина, причем скорость реакции выше в случае *L*-изомера аминокислоты.

Список литературы

1. **Serov, N.Yu.** The kinetics and mechanisms of reactions in the flow systems glycine – sodium trimetaphosphate – imidazoles: the crucial role of imidazoles in prebiotic peptide syntheses / N.Yu. Serov, V.G. Shtyrln, Kh.R. Khayarov // *Amino Acids*. – 2020. – V. 52, Is. 5. – P. 811–821.
2. **Sarkar, B.** Treatment of Wilson and Menkes diseases / B. Sarkar // *Chem. Rev.* – 1999. – V. 99, N. 9. – P. 2535–2544.
3. **Shtyrln, V.G.** Complex formation, chemical exchange, species structure, and stereoselective effects in the copper(II) – *L/DL*-histidine systems / V.G. Shtyrln, Yu.I. Zyavkina, E.M. Gilyazetdinov, M.S. Bukharov, A.A. Krutikov, R.R. Garipov, A.S. Mukhtarov, A.V. Zakharov // *Dalton Trans.* – 2012. – V. 41, N. 4. – P. 1216–1228.
4. **Serov, N.Yu.** Complex structures, formation thermodynamics and substitution reaction kinetics in the copper(II) – glycyglycylglycine – *L/D/DL*-histidine system / N.Yu. Serov, V.G. Shtyrln, M.S. Bukharov, A.V. Ermolaev, E.M. Gilyazetdinov, A.A. Rodionov // *Polyhedron*. – 2021. – V. 197. – Art. 115041.
5. **Serov, N.Yu.** Complex structures, formation thermodynamics and substitution reaction kinetics in the copper(II) – glycyglycyl-*L*-tyrosine – *L/D*-histidine systems / N.Yu. Serov, V.G. Shtyrln, M.S. Bukharov, A.V. Ermolaev, E.M. Gilyazetdinov, K.V. Urazaeva, A.A. Rodionov // *Polyhedron*. – 2022. – V. 228. – Art. 116176.
6. **Neese, F.** The ORCA program system / F. Neese // *WIREs Comput. Molec. Sci.* – 2012. – V. 2, N. 1. – P. 73–78.
7. **Shtyrln, V.G.** Stability, lability, spectral parameters and structure of complexes and stereoselective effects in the nickel(II) – *L/D/DL*-histidine – *L/D/DL*-methionine systems / V.G. Shtyrln, E.M. Gilyazetdinov, N.Yu. Serov, D.F. Pyreu, M.S. Bukharov, A.A. Krutikov, N.S. Aksenin, A.I. Gizatullin, A.V. Zakharov // *Inorg. Chim. Acta*. – 2018. – V. 477. – P. 135–147.

Nikita Yurievich Serov
Shtyrin Valery Grigorievich
Bukharov Mikhail Sergeevich
Ermolaev Anton Valerievich

Kinetics and mechanisms of di- and tripeptide formation and their substitution in copper(II) complexes

The article discusses the kinetics and mechanisms of processes involving di- and tripeptides in aqueous solutions, namely the formation of oligopeptides from amino acids in the presence of sodium trimetaphosphate and the substitution reactions of oligopeptides from their complexes with copper(II). The proposed mechanisms are based on a combination of data from experimental and computational methods, as well as comparison with literature information. The results of the study are of fundamental interest for solving the problem of prebiotic synthesis of biopolymers and the origin of homochirality, as well as in terms of deepening the understanding of the interaction of biometals with bioligands, which is important for the development of drugs based on coordination compounds.

Keywords: kinetics, mechanism, oligopeptide, complex, copper(II)

Скоробогатова Елена Николаевна

*магистрант 2 курса,
направления подготовки «Химия»
магистерская программа «Биохимия»
ФГБОУ ВО «Луганский государственный
педагогический университет»
alena.skorobogatova.92.92@mail.ru*

Тихий Александр Александрович

*канд. физ.-мат. наук,
доцент кафедры химии и биохимии
ФГБОУ ВО «Луганский государственный
педагогический университет»
ea0000ffff@mail.ru*

Влияние pH среды на спектры оптического поглощения конденсированных пиразолонов.

*Представлены результаты измерений спектров оптического поглощения конденсированных пиразолонов в кислых водных растворах с различным уровнем pH. Установлено, что 3-амино-6-метил-N²,N⁵-дифенил-4-(пиридин-4-ил)тиено[2,3-*b*]пиридин-2,5-дикарбоксамид обладает положительным галохромизмом, а 3-амино-N²-(4-бромфенил)-6-метил-N⁵-фенил-4-(пиридин-4-ил)тиено[2,3-*b*]пиридин-2,5-дикарбоксамид – слабым отрицательным. Различия в характере галохромизма данных соединений, вероятно, связаны с различиями в процессах протонирования азота обусловленных влиянием атома брома. 3-амино-6-метил-N²,N⁵-дифенил-4-(тиофен-2-ил)тиено[2,3-*b*]пиридин-2,5-дикарбоксамид испытывает химическое превращение в воде, связанное с раскрытием тиопиранового цикла.*

Ключевые слова: *галохромизм, замещённые тиено[*b*]пиридины, оптическое поглощение, растворы.*

Введение

Конденсированные пиразолоны обладают рядом биологических активностей. Среди них найдены вещества с выраженной противораковой [1], противосудорожной [9] и антигипертензивной [11] активностью.

Изучение оптических свойств производных пиразоло[3,4-*b*]пиридина необходимо как для поиска и синтеза новых соединений, обладающих практически полезными оптическими свойствами, так и для аналитических приложений, поскольку для анализа лекарственных веществ часто используются оптические методы – электронная спектрометрия [5]; колебательная спектроскопия [8]; комбинационное рассеяние света [2]; люминесцентный анализ [3, 10] и др. Однако, одним из наиболее доступных

методов количественного определения производных пиразоло[3,4-*b*]пиридина является молекулярная абсорбционная спектроскопия [6], так как она не требует использования сложной дорогостоящей аппаратуры.

Поскольку рассматриваемые вещества обычно применяются в форме растворов, их молекулы подвергается различным взаимодействиям с молекулами растворителя, которые могут носить как химический, так и физический характер. Данные взаимодействия, среди прочего, приводят к изменениям спектров оптического поглощения растворов, что можно использовать как для изучения электронных переходов в самих замещённых тиено[*b*]пиридинов, так и для создания оптических датчиков полярности и pH различных жидкостей. Изучение влияния последнего и является темой данного исследования.

Влияние pH растворителя на спектры оптического поглощения органических соединений обусловлено процессами протонирования/депротонирования различных участков молекулы, которое ведёт к изменению распределения электронной плотности, как в основном, так и в возбужденном состоянии. В свою очередь, это меняет и энергии переходов. Характер данных процессов, а также результирующее изменение спектров определяется химическим строением конкретных молекул [4].

Эксперимент

В качестве исследуемых веществ использовались 5-метил-2-фенил-3,6,7,8,9,10-гексагидроциклогепта[*d*]пиразоло[3,4-*b*]пиридин-1(2*H*)-он **1**, 2-(2,5-дифенил-1,2,6,7,8,9-гексагидро-1-оксо-3*H*-пиразоло[3,4-*c*]изохинолин-3-ил)ацетонитрил **2** и 2,5-дифенил-2,3,6,7,8,9-гексагидро-7-метил-1*H*-пиразоло[3,4-*c*]изохинолин-1-он **3**, которые были получены ранее авторами работы [7].

Измерение спектров оптического поглощения всех исследованных веществ проводилось в растворах, которые были приготовлены методом последовательного разведения. При этом первое растворение проводилось в диметилформамиде (ч.д.а.) (ДМФА). Далее полученный раствор разбавлялся в соотношении 1:99 дистиллированной водой, подкисленной HCl до уровней pH = 5,2, 3,2, 2,1, 1,1.

Концентрации всех исследованных растворов составляли порядка $1 \cdot 10^{-5}$ М. Взвешивание исследуемых веществ проводилось на аналитических весах Axis ANZ160C. Измерение объёмов – мерной пипеткой с ценой деления 0,01 мл. pH – с помощью pH-метра pH-150МИ производства НПО «Измерительная техника ИТ» оснащённого электродом ЭСК-10601/4. Спектры оптического поглощения в интервале длин волн от 240 до 550 нм получены на спектрофотометре Альтаит-300УФ с модифицированной системой управления. Спектральная ширина щели – 5 нм.

Результаты и обсуждение

Спектры соединений **1** и **2** представлены на Рис. 1. Соединение **3** пришлось исключить из рассмотрения, поскольку его водный раствор с pH = 5,2

не проявляет выраженных максимумов поглощения в исследованном диапазоне длин волн, а уменьшение pH до 1,1 и вовсе приводит к выпадению кристаллов.

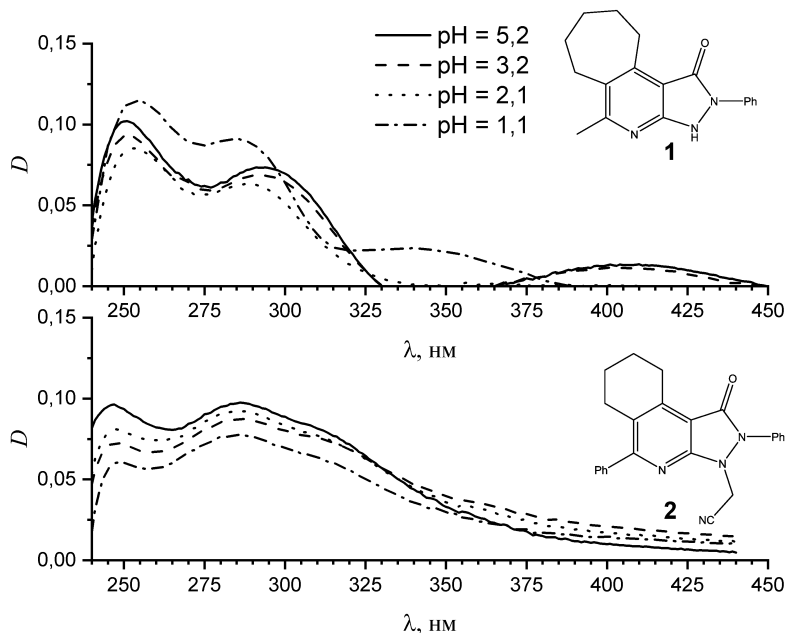


Рис. 1. Спектры оптического поглощения соединений **1** и **2** в водных растворах с различной кислотностью.

Соединение **1** демонстрирует сложную зависимость спектра оптического поглощения от величины pH – при pH = 2,1 исчезает широкий максимум поглощения при 410 нм, а пиксимумы при 250 и 295 нм испытывают противоположные батохромный и гипсохромный сдвиги, соответственно. Дальнейшее увеличение pH ведёт к появлению максимума при 345 нм, в то время как коротковолновые максимумы остаются практически неизменными.

Спектр соединения **2**, напротив практически не подвержен влиянию pH среды и демонстрирует лишь незначительное снижение поглощения с уменьшением pH.

Наиболее вероятным механизмом влияния pH на спектры данных соединений является протонирование атомов азота и кислорода. Для выявления подробностей данного явления нами был проведён расчёт энергий и геометрии исходных и протонированных форм соединений **1** и **2** по методу молекулярной механики (ММ2) (Рис. 2). Энергии исходной формы соединения **1** составляет 37 ккал/моль, а соединения **2** – 55 ккал/моль.

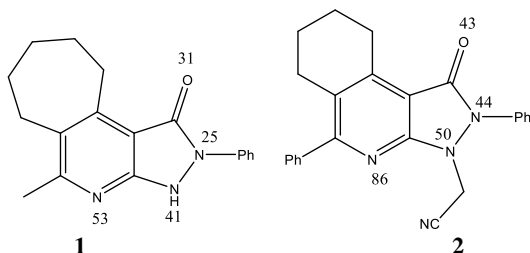


Рис. 2. Энергии протонированных форм соединений **1** и **2** (указаны в ккал/моль цифрами вблизи соответствующих протонируемых атомов).

Как видно из рисунка, в соединении **1** наиболее энергетически выгодно протонирование по фенилзамещённому атому азота, а энергия формы протонированной по кислороду существенно выше, в то время как в соединении **2** протонирование азота и кислорода практически равновероятно. Для объяснения наблюдаемого влияния pH на спектры исследованных соединений можно предположить, что протонирование азота и кислорода создаёт производит конкурирующие эффекты на структуру энергетических уровней, которые в соединении **2** уравнивают друг друга, а в соединении **1** сначала происходит преимущественно протонирование азота, а затем кислорода.

Выводы

Исследованные соединения имеют схожие спектры оптического поглощения, поскольку имеют схожую химическую структуру. Различие в спектрах соединений **1** и **2** обусловлено наличием атома брома в фенильном радикале соединения **1**. Как показывают расчёты, выполненные методом молекулярной механики, такое замещение оказывает существенное влияние на процессы протонирования атомов азота, которыми и обусловлено влияние pH на спектры исследуемых соединений. Однако причины гипсохромного сдвига спектров соединения **1** с уменьшением pH не ясны, так как, согласно расчётам по методу функционала плотности, протонирование доступных атомов азота должно приводить только к bathochromному сдвигу.

Соединение **3** в водной среде испытывает химическую трансформацию обусловленную раскрытием тиопиранового цикла, в результате которой оптическое поглощение существенно снижается и его спектр утрачивает структуру.

Список литературы

1. **Cavasotto, C.N.** In silico identification of novel EGFR inhibitors with antiproliferative activity against cancer cells / C.N. Cavasotto, M.A. Ortiz, R.A. Abagyan, F.J. Piedrafita // *Bioorg. Med. Chem. Lett.* – 2006. – Т. 16. – p. 1969 - 1974.
2. **Vankeirsbilck, T.** Applications of Raman spectroscopy in pharmaceutical analysis / T. Vankeirsbilck, A. Vercauteren, W. Baeyens, G. Van der

- Weken, F. Verpoort, G. Vergote, J.P. Remon // Trends in analytical chemistry. – 2002. – Vol. 21, N. 12 – P. 869–877.
3. **Warner, I.M.** Multicomponent analysis in clinical chemistry by use of rapid scanning fluorescence spectroscopy / I.M. Warner, J.B. Callis, E.R. Davidson, G.D. Christian // Clin. Chem. – 1976. – Vol. 22, N 9. – P. 1483–1486.
 4. **Yadav, L.D.S.** Organic Spectroscopy / L.D.S. Yadav // Kluwer Academic Publishers. – 2005. – 324 p.
 5. **Аниськов, А.А.** Определение строения карбо- и гетероциклических соединений спектральными методами / А.А. Аниськов, И.Э. Варшоломидзе, А.Г. Голиков, О.А. Григорьева, И.П. Ключкова, А.П. Кривенько, И.В. Поплевина, В.В. Сорокин, О.В. Федотова, Ю.А. Фомина, М.П. Щекина. – Саратов : Наука, 2010. – 234 с.
 6. **Драго, Р.** Физические методы в химии / Р. Драго. – М. : Мир, 1981. – 424 с.
 7. **Дяченко, И.В.** Синтез и алкилирование пиразоло[3,4-*c*]изохинолинов и гексагидроциклогепта[*d*]пиразоло[3,4-*b*]пиридинов / И.В. Дяченко, Э.Б. Русанов, М.В. Вовк // Журнал органической химии. – 2019. – Т. 55, № 7. – с. 1127–1142.
 8. **Малыхина, О.И.** Идентификация анилина методом колебательной спектrophотометрии / О.И. Малыхина, В.К. Шорманов // Сб. раб. 69-й итог, науч. сессии КГМУ и отд-ния мед. биол. наук Центр.-Чернозём, науч. центра РАМН. – Курск, 2004. – С. 288–289.
 9. **Пароникян, Е.Г.** Синтез и противосудорожная активность производных пиразоло[3,4-*b*]пирано(тиопирано)[4,3-*d*]пиридинов и пиразоло[3,4-*c*]изохинолинов / Е.Г. Пароникян, С.Н. Сиракян, А.С. Норавян, И.А. Джагацпаян, Р.Г. Пароникян // Хим.-фарм. ж. – 2001. – Т. 35. – с. 9–11.
 10. **Романовская, Г. И.** Новые методы и подходы в люминесцентном анализе / Г. И. Романовская // Журн. аналит. химии. – 1993. – Т. 48, № 2. – С. 198–216.
 11. **Штайнхаген, Х.**, Хубер Й., Риттер К., Пирар Б., Бьергард К., Патек М., Смрчина М., Вей Л. Пат. 2415855 (2006). Россия. РЖХим. 2012, 19О187П.

**The effect of the pH of the medium on the optical absorption spectra
of condensed pyrazolones**

The results of measurements of optical absorption spectra of condensed pyrazolones in acidic aqueous solutions with different pH levels are presented. It was found that 3-amino-6-methyl-N2,N5-diphenyl-4-(pyridine-4-yl)thieno[2,3-b]pyridine-2,5-dicarboxamide has a positive halochromism, and 3-amino-N2-(4-bromophenyl)-6-methyl-N5-phenyl-4-(pyridine-4-yl)thieno[2,3-b]pyridine-2,5-dicarboxamide is weakly negative. The differences in the nature of halochromism of these compounds are probably related to differences in nitrogen protonation processes due to the influence of the bromine atom.

3-amino-6-methyl-N2,N5-diphenyl-4-(thiophene-2-yl)thieno[2,3-b]pyridine-2,5-dicarboxamide undergoes a chemical transformation in water associated with the opening of the thiopyrane cycle.

Keywords: *halochromism, substituted thieno[b]pyridines, optical absorption, solutions.*

Коробка Аэлиита Арионовна

*магистрант 2 курса,
направления подготовки «Химия»
ФГБОУ ВО «Луганский государственный
педагогический университет»
korobkaaelita0@mail.ru*

Ивкова Мария Сергеевна

*магистрант 2 курса,
направления подготовки «Химия»
ФГБОУ ВО «Луганский государственный
педагогический университет»
ivkovamasha22@mail.ru*

Коровин Максим Сергеевич

*магистрант 2 курса,
направления подготовки «Химия»
ФГБОУ ВО «Луганский государственный
педагогический университет»
kromberg.lis@yandex.ru*

Тихий Александр Александрович

*канд. физ.-мат. наук,
доцент кафедры химии и биохимии
ФГБОУ ВО «Луганский государственный
педагогический университет»
ea0000ffff@mail.ru*

Сольватохромизм замещенных алицикло[с]аннелированных пиридонов.

Исследовано влияние растворителей на спектры оптического поглощения замещенных алицикло[с]аннелированных пиридонов. В качестве растворителей использованы вода, диметилформамид, ацетон, тетрагидрофуран. Изучено влияние растворителей и заместителей на положение максимумов поглощения. Установлено, что наблюдаемые полосы поглощения формируются в результате $n \rightarrow \pi^$ -переходов.*

Ключевые слова: *сольватохромизм, оптическое поглощение, π -сопряжение, электронные переходы, алицикло[с]аннелированные пиридоны.*

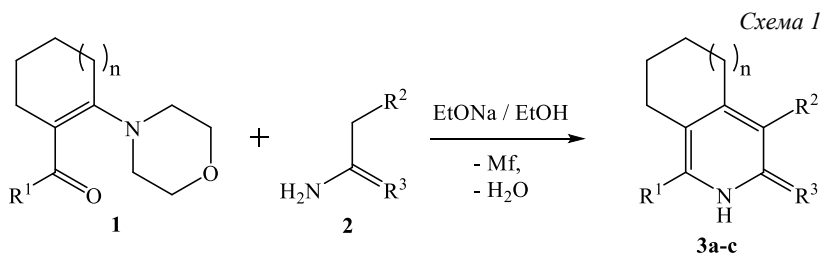
Замещенные алицикло[с]аннелированные пиридоны входят в структуру различных алкалоидов и используются в качестве полупродуктов для их синтеза. Вещества, содержащие в своей структуре этот фрагмент, могут использоваться в качестве оптических материалов для пленок Лангмюра–Блоджетт, хромофоров, прекурсоров агентов ЦНС, фунгицидов, антагонистов

калиевых рецепторов, ингибиторов ферментов, а также проявляют целый ряд биологических активностей [1]. Всё это стимулирует научное исследование и всестороннее изучение данного класса соединений.

Изучение влияния растворителей на спектры оптического поглощения органических соединений позволяет получить дополнительную информацию, необходимую для правильного отнесения наблюдаемых полос поглощения к электронным переходам. Знание спектральных зависимостей оптического поглощения этих веществ и их взаимосвязи со структурой молекул необходимо как для синтеза соединений с заданными оптическими свойствами, так и для аналитических приложений.

Результаты и обсуждение

Исследуемые замещенные алицикло[с]аннелированные пиридины ранее синтезированы авторами [1] с помощью реакции нуклеофильного винильного замещения ($S_N\text{Vin}$). В качестве исходных реагентов использованы различные енаминокетоны **1** и СН-кислоты **2**. В результате их взаимодействия в мягких условиях были получены продукты **3a-c** (схема 1).



3: $n = 1$ (**a**, **c**), 2 (**b**); $\text{R}^1 = \text{Ph}$ (**a**), Me (**b**, **c**); $\text{R}^2 = \text{CN}$ (**a**, **b**), $\text{C}(\text{O})\text{NHPh}$ (**c**); $\text{R}^3 = \text{C}(\text{CN})_2$ (**a**, **b**), S (**c**).

В настоящей работе представлены результаты исследования влияния растворителей на спектры оптического поглощения растворов указанных соединений. Исследуемые растворы готовились методом последовательного разведения в диметилформамиде (ДМФА). Их концентрации для соединений **3a** и **3b** составили $1,8$ и $2 \cdot 10^{-3}$ М, соответственно. Для соединения **3c** исходный раствор насыщенный (концентрация менее $5 \cdot 10^{-3}$ М). Далее исходный раствор был добавлен к исследуемым растворителям в пропорции 1 к 99 по объёму. В качестве таковых использовались ДМФА, тетрагидрофуран (ТГФ), ацетон и вода.

Измерения спектров оптического поглощения проводились в стандартных кюветах с длиной оптического пути 1 см на спектрофотометре Альтаит-300УФ с модифицированной системой управления. Спектральная ширина щели – 5 нм. Полосы поглощения исследованных соединений представлены на Рис. 1. Для каждого из растворителей, измерения проводились в диапазоне от 550 нм до начала поглощения самого растворителя.

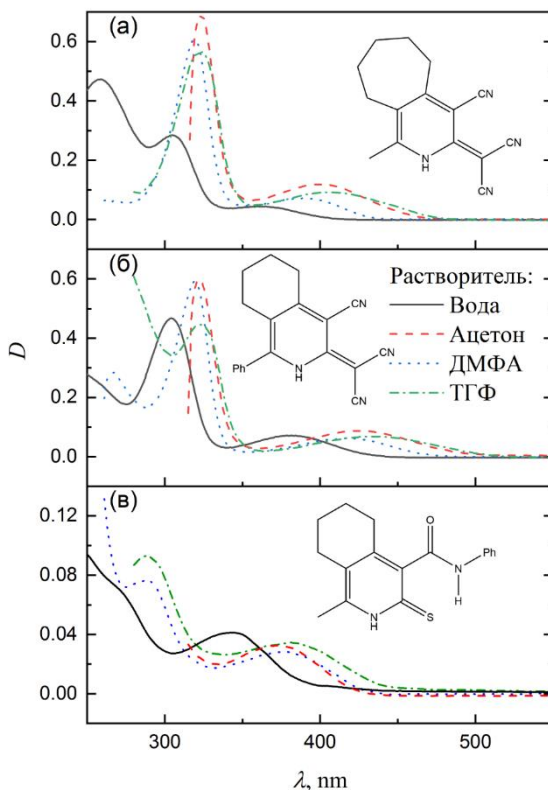


Рис. 1. Спектры оптического поглощения 2-(1-метил-4-циано-2,5,6,7,8,9-гексагидро-3*H*-циклогепта[с]пиридин-3-илиден)малононитрила (а), 2-(1-фенил-4-циано-5,6,7,8-тетрагидроизохинолин-3(2*H*)-илиден)малононитрила (б) и 1-метил-3-тиоксо-*N*-фенил-2,3,5,6,7,8-гексагидроизохинолин-4-карбоксамида (в).

В указанных пределах спектры всех исследованных соединений имеют схожий вид и демонстрируют два максимума поглощения. Для обоих этих максимумов, во всех соединениях, наблюдаемый отрицательный сольватохромный эффект. Он указывает на то, что основное состояние исследуемых соединений является более полярным, чем возбуждённое, что характерно для $n \rightarrow \pi^*$ -переходов [2]. При этом сольватохромный эффект для соединения **3c** проявляется меньше, чем для соединений **3a** и **3b**. Это обусловлено меньшим количеством полярных групп находящихся в сопряжении с системой π -связей. Меньшая интенсивность полученных

спектров данного соединения обусловлена меньшей концентрацией исследованных растворов.

Положения максимумов поглощения исследованных веществ при фиксированном растворителе ожидаемо испытывает батохромный сдвиг при увеличении размеров системы сопряженных связей.

Каких-либо закономерностей в изменении интенсивности пиков поглощения, при изменении полярности растворителей не наблюдается. Все различия интенсивностей, вероятно, обусловлены различиями в концентрациях исследуемых растворов вследствие погрешности эксперимента.

Выводы

Исследованные вещества имеют схожий вид спектров оптического поглощения и демонстрируют отрицательный солватохромизм. Последний указывает на то, что наблюдаемые полосы поглощения формируются в результате $n \rightarrow \pi^*$ -переходов. Помимо полярности растворителя, положения полос поглощения зависят от размеров систем сопряженных связей, что согласуется с известными закономерностями формирования электронных спектров органических веществ [2]. Влияния растворителя на интенсивность полос поглощения не выявлено.

Список литературы

1. Дяченко, И.В. Производные алицикло[с]аннелированного пиридина. Методы синтеза и химические свойства / И.В. Дяченко, В.Д. Дяченко // Журн. орг. хим. – 2017. – Т. 53, вып. 12. – С. 1735–1754.
2. Yadav, L.D.S. Organic Spectroscopy / L.D.S. Yadav // Kluwer Academic Publishers. – 2005. – 324 p.

Korobka A.A.
Ivkova M.S.
Korovin M.S.
Tikhii A.A.

Solvatochromism of substituted alicyclo[c]annelated pyridones.

The effect of solvents on the optical absorption spectra of substituted alicyclo[c]annelated pyridones was studied. Water, dimethylformamide, acetone, and tetrahydrofuran were used as solvents. The influence of solvents and substituents on the position of absorption maxima was studied. It has been established that the observed absorption bands are formed as a result of $n \rightarrow \pi$ -transitions.

Key words: solvatochromism, optical absorption, π -conjugation, electronic transitions, alicyclo[c]annelated pyridones.

Цикалова Виктория Николаевна

*кандидат химических наук, доцент,
доцент кафедры общей химии,*

ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»,

*г. Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация
vika.tim@list.ru*

Цикалов Виктор Валентинович,

кандидат химических наук,

доцент кафедры общей химии,

ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»,

*г. Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация
vika.tim@list.ru*

Сулейманова Кемия Решатовна,

магистр Института биохимических технологий,

экологии и фармации

ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»,

*г. Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация
vika.tim@list.ru*

Получение ряда перацетатов *o*-β-алкоксиарилгликозидов *N*-ацетил-*D*- глюкозамина методом межфазного катализа

*В представленной работе описано получение ряда перацетилированных *O*-β-алкоксиарилгликозидов *N*-ацетил-*D*-глюкозамина на основе 2-ацетамидо-3,4,6-три-*O*-ацетил-2-дезоксид-*D*-глюкопиранозилхлорида и следующих фенолов: *o*- и *p*-метоксифенолов, а также *o*-этоксифенола методом межфазного катализа в системе «жидкость-твердое тело» в присутствии полиэтиленгликоля-1500 и безводного карбоната калия в кипящем дихлорметане и в ацетонитриле, используемом при комнатной температуре.*

Ключевые слова: *межфазный катализ, арилгликозиды, полиэтиленгликоли, 1,2-транс-гликозилирование.*

Межфазный катализ является хорошо отработанной технологией в препаративной химии и широко используется для органического синтеза, в частности, для нуклеофильного замещения [1]. Важным преимуществом этого метода является то, что катализаторы межфазного катализа, в частности, четвертичные аммонийные соли, криптанды, краун-эфиры, полиэтиленгликоли, являются доступными и недорогими реагентами. Их заслуга как органических структур проявляется в том, что они резко увеличивают скорость реакции, не влияя на продукты. Межфазный катализ как вариант органического синтеза отличает простота и мягкие условия реакции. В химии углеводов межфазный катализ в присутствии полиэтиленгликолей (ПЭГ) позволяет получить 1,2-

транс-арилгликозиды с высокими выходами. В экспериментах по подбору условий гликозирования было выяснено, что наиболее оптимальными соотношениями гликозил-донора к гликозил-акцептору является 1:1, количество безводного карбоната калия – 4,5-кратный избыток по отношению к гликозил-донору, а полиэтиленгликоли различной массы – в соотношении 0,1:1 по отношению к гликозил-донору [2, 3]. В одном из подобных исследований проводилось сравнение влияния массы полиэтиленгликолей на выходы реакции гликозирования. Взаимодействие 2-ацетамидо-3,4,6-три-*O*-ацетил-2-дезоксид- α -D-глюкопиранозилхлорида и 2-нафтола происходило в присутствии карбоната калия и полиэтиленгликоля с различными молекулярными массами, в качестве органического растворителя были использованы хлористый метилен и ацетонитрил (рис.1). В работе применяли полиэтиленгликоли с молекулярными массами 1500, 4000, 6000.

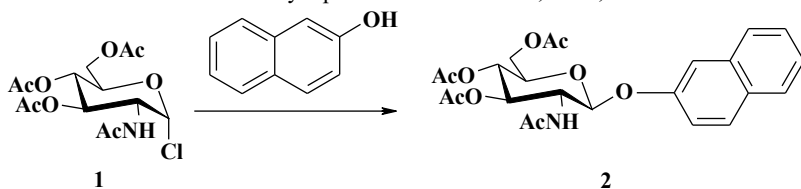


Рис. 1. Схема получения перацетата β -нафтилгликозида *N*-ацетил-D-глюкозамина **2**.

По данным этого исследования более эффективным оказался метод с использованием в качестве растворителя дихлорметана в условиях его кипения. С возрастанием молекулярной массы полиэтиленгликоля выходы гликозирования также увеличивались. Выходы β -2-нафтилгликозида **2** составили при ПЭГ [1500] – 49%, при ПЭГ [4000] – 84%, при ПЭГ [6000] – 93% [4].

Целью данного исследования является гликозирование ряда замещенных фенолов методом межфазного катализа в системе «жидкость-твердое тело» в присутствии полиэтиленгликоля-1500 при 4,5-кратном избытке карбоната калия в хлористом метиле в условиях кипения растворителя и в ацетонитриле, используемом при комнатной температуре.

В качестве гликозил-донора был использован 2-ацетамидо-3,4,6-три-*O*-ацетил-2-дезоксид- α -D-глюкопиранозилхлорида, в качестве гликозил-акцепторов брались эквимоларные количества метокси- и этоксизамещенных фенолов. Карбонат калия в качестве основания использовали в 4,5-кратном избытке по отношению к гликозил-донору, а полиэтиленгликоль с массой 1500 в соотношении 0,1:1 по отношению к гликозил-донору. Все полученные гликозиды выделяли и очищали кристаллизацией из изопропилового спирта.

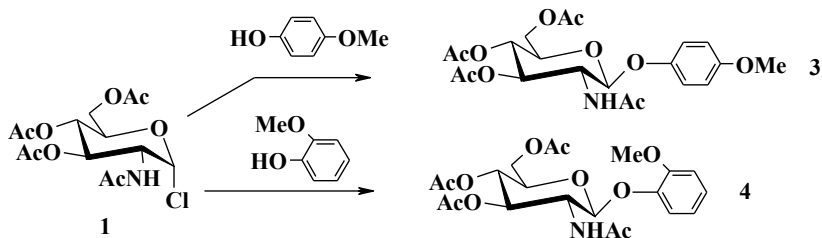


Рис. 2. Схема синтеза перацетатов *O*-β-4-метоксифенил- и *O*-β-2-метоксифенилгликозидов *N*-ацетил-D-глюкозамина **3**, **4**.

В первой серии экспериментов гликозилировали *o*- и *p*-метоксифенолы (рис. 2). Реакцию проводили в кипящем дихлорметане. Время синтеза составляло в среднем 5–6 часов. Выходы целевых гликозидов **3** и **4** определились как 76% и 50% соответственно. В следующем эксперименте использовали *o*-этоксифенол (рис.3). Но реакцию проводили дважды в кипящем дихлорметане и в ацетонитриле при комнатной температуре. В первом случае синтез грели порядка 14 часов, выход гликозида **5** после обработки и очистки составил 20%. Во втором случае синтез прошел в течение 4 часов и выход составил 32%

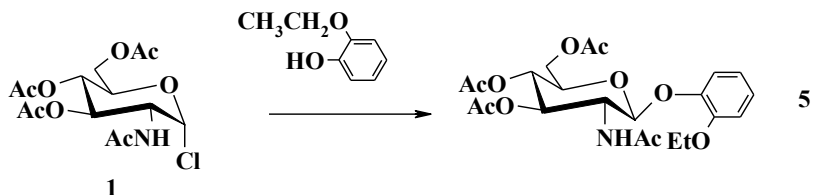


Рис. 3. Схема синтеза перацетата *O*-β-2-этоксифенилгликозида *N*-ацетил-D-глюкозамина **5**.

Данное исследование показало, что использование полиэтиленгликоля-1500 позволяет проводить подобного рода гликозилирования с достаточно высокими выходами и без деструкции исходных и конечных веществ. Уменьшение выходов в случае 2-этоксифенола, возможно, объясняется пространственным затруднением *орто*-замещенных фенолов в подобных реакциях.

Список литературы

1. Демлов, Э. Межфазный катализ / Э. Демлов. – М.: Мир, 1987. – 482 с.
2. Межфазное глюкозаминилирование фенолов, катализируемое полиэтиленгликолем / В.О. Курьянов, У.С. Прискока, Т.А. Чупахина [и др.] // Биоорганическая химия. – 2005. – Т. 31, № 3. – С. 335–336.
3. Чупахина, Т.А. Особенности межфазного каталитического гликозилирования 2-меркаптобензимидазола / Т.А. Чупахина, В.О. Курьянов // Биоорганическая химия. – 2020. – Т. 46, № 6. – С. 792–796.

4. Цикалова, В.Н. Синтез перацетата β -нафтилгликозида *N*-ацетил-*D*-глюкозамина в условиях межфазного катализа с различными полиэтиленгликолями / В.Н. Цикалова, Н.А. Купреева // Современная химия – основа устойчивого развития: сборник материалов научно-практической конференции, (Астрахань, 25–27 мая 2021): тезисы докладов / Астрахань (Российская Федерация), 2021. – С. 186.

**Tsikalova Victoria Nikolaevna
Tsikalov Viktor Valentinovich,
Suleymanova Kemiya Reshatovna,**

Synthesis a range of peracetates *O*- β -alkoxyaryl glycoside of *N*-acetyl-*D*-glucosamine by method of phase-interface catalysis

*The presented article describes the preparation of a series of peracetylated *O*- β -alkoxyaryl glycosides of *N*-acetyl-*D*-glucosamine based on 2-acetamido-3,4,6-tri-*O*-acetyl-2-deoxy- α -*D*-glucopyranosyl chloride and *o*-, *p*-methoxyphenols, *o*-ethoxyphenol, by phase transfer catalysis in a liquid-solid system in the presence of polyethylene glycol-1500 and anhydrous potassium carbonate in boiling dichloromethane and in acetonitrile used at room temperature.*

Key words: *phase transfer catalysis, aryl glycosides, polyethylene glycols, 1,2-trans-glycosylation.*

Шейнов Александр Олегович,
студент 2к магистратуры химического факультета,
ФГБОУ ВО «ВГУ», г. Воронеж, Воронежская обл.
elsalem481@gmail.com

Потапов Андрей Юрьевич,
доктор химических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «ВГУ», г. Воронеж, Воронежская обл.
pistones@mail.ru

Синтез 1-амино-2,2,4-триметил-1,2,3,4-тетрагидрохинолина

Разработан удобный синтетический подход к получению 1-амино-1,2,3,4-тетрагидрохинолина. Подход основан на последовательном N-нитрозировании 2,2,4-триметил-1,2,3,4-тетрагидрохинолина и селективном восстановлении полученного 1-нитрозо-2,2,4-триметил-1,2,3,4-тетрагидрохинолина дихлоридом титана в инертной атмосфере.

Ключевые слова: 1,2,3,4-тетрагидрохинолин, несимметричный гидразин.

Известно, что гидрохинолины проявляют различные свойства в зависимости от их строения. Этот класс соединений востребован в различных отраслях: фармацевтика, аграрная, пищевая промышленность, строительная индустрия и т.д. В частности, 2,2,4-триметил-1,2,3,4-тетрагидрохинолин и его производные обладают бактерицидными и антикоагулянтными свойствами, стимулируют рост растений и обладают широким спектром фармакологической активности [1 - 3]. В связи с этим актуальна разработка синтеза новых производных 2,2,4-триметил-1,2,3,4-тетрагидрохинолина.

Ранее установлено, что нитрозирование незамещенного 1,2,3,4-тетрагидрохинолина при температуре 0-5 градусов и мольном соотношении с нитритом натрия 1:1.2 в кислой среде приводит к образованию 1-нитрозопроизводного [4].

В большинстве случаев восстановление N-нитрозаминов даёт несимметричные гидразины [5]. Основная трудность заключается в том, что в условиях восстановления происходит расщепление по связи N-N с образованием исходных аминов, что уменьшает выход конечного продукта. Авторами [6] предложен способ восстановления нитрозамина реагентом, содержащим низковалентный титан, что позволяет получить искомым несимметричный гидразин без расщепления по связи N-N.

При использовании методологии [4] нами показано, что из 2,2,4-триметил-1,2,3,4-тетрагидрохинолина **1** образуется 1-нитрозо-2,2,4-триметил-1,2,3,4-тетрагидрохинолин **2**, который был выделен с выходом 91%. Нами установлено, что использование в качестве восстановителя свежеприготовленного раствора $TiCl_2$ приводит к образованию 1-амино-2,2,4-триметил-1,2,3,4-тетрагидрохинолина **3**. Выход **3** составил 67%.

Чистота и структура полученных соединений установлены методом ВЭЖХ-МС.

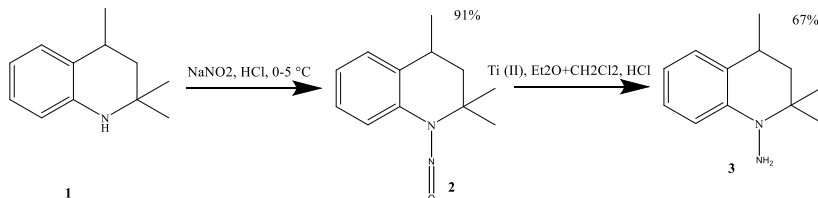


Рисунок 1. Синтетический маршрут получения 1-нитрозо- и 1-амино-2,2,4-триметилтетрагидрохинолина.

Таким образом синтезирован перспективный в синтетическом плане 1-амино-2,2,4-триметил-1,2,3,4-тетрагидрохинолин **3**, открывающий доступ к дальнейшей модификации по типу реакции Штолле.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания ВУЗам в сфере научной деятельности на 2023-2025 годы, проект № FZGU-2023-0009.

Список литературы

1. Литвинов В.И., Макарова М.В., Рыжов А.М., Иванов Ю.А., Фролов А.Ю., Осинин В.В., Перевезенцев В.М. Патент РФ, № 372916, 2009.
2. Antitrypanosomal Activity of 1,2-Dihydroquinolin-6-ols and Their Ester Derivatives / J. Fotie, M. Kaiser, D.A Delfin, J. Manley, C.S. Reid, J.M. Paris et al. // Journal of medicinal chemistry. – 2010. – №53 (3) – P. 966–982.
3. Медведева, С. М. Гибридные молекулы на основе 6-гидрокси-2,2,4-триметилтетрагидрохинолинов / С. М. Медведева, Х. С. Шихалиев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2015. – № 2. – С. 29–34.
4. Paris, D. Synthesis, Structure-Activity Relationships, and Pharmacological Evaluation of Pyrrolo[3,2,1-ij]quinoline Derivatives: Potent Histamine and Platelet Activating Factor Antagonism and 5Lipoxygenase Inhibitory Properties. Potential Therapeutic Application in Asthma / D. Paris, M Cottin, P. Augert, Demonchaux // Journal of Medicinal Chemistry. – 1995 – №38 (4) – P. 669–685.
5. Мокрушин В. С. Основы химии и технологии биоорганических и синтетических лекарственных веществ : учебное пособие / В. С. Мокрушин, Г. А. Вавилов. – Пб: Проспект Науки, 2017. – 496 с.
6. Entwistle I. D. Metal-Assisted Reactions—Part 11: Rapid Reduction of N-Nitrosoamines to N,N-Disubstituted Hydrazines; the Utility of Some Low-Valent Titanium Reagents / I. D. Entwistle, R. A. W Johnstone, A. H. Wilby // Tetrahedron. – 1982 – №38 (3) – P. 419–423.

**Sheinov Alexander Olegovich
Potapov Andrey Yurievich**

Synthesis of 1-amino-2,2,4-trimethyl-1,2,3,4-tetrahydroquinoline

A convenient synthetic approach to the preparation of 1-amino-1,2,3,4-tetrahydroquinoline has been developed. The approach is based on sequential N-nitrosation of 2,2,4-trimethyl-1,2,3,4-tetrahydroquinoline and selective reduction of the resulting 1-nitroso-2,2,4-trimethyl-1,2,3,4-tetrahydroquinoline dichloride titanium in an inert atmosphere.

Key words: tetrahydroquinoline, asymmetrical hydrazine.

Юрченко Валерия Сергеевна,
*преподаватель дисциплин общеобразовательного цикла,
Политехнический колледж
ФГБОУ ВО «ЛГАУ имени К.Е. Ворошилова»
E-mail: valeriyaa_k7@mail.ru*

Полупаненко Елена Геннадиевна,
*доктор педагогических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»
г. Луганск (Луганская Народная Республика)
aktiniua@mail.ru*

Никотиновая кислота и её влияние на организм человека

В статье рассматривается никотиновая кислота (ниацин), известный также как витамин РР. Обсуждается его роль в питании и влияние на организм человека. Описываются основные источники, включая продукты растительного и животного происхождения, и функции данного вещества.

Ключевые слова: *никотиновая кислота, ниацин, витамин, витамин РР, пеллагра, питание.*

В современном мире, где многие люди ведут малоподвижный образ жизни и питаются нездоровой пищей, вопрос о влиянии различных веществ на организм становится все более актуальным. Одним из таких веществ является никотиновая кислота или ниацин, который широко используется в медицине и пищевой промышленности. Никотиновая кислота играет важную роль в организме, участвуя в ряде биохимических процессов. Она участвует в синтезе ДНК и РНК, обмене жиров и холестерина и регуляции уровня глюкозы в крови. Недостаток никотиновой кислоты может привести к развитию серьезных заболеваний, включая пеллагру [3]. Поэтому понимание влияния никотиновой кислоты на здоровье человека и ее роли в профилактике и лечении различных заболеваний является важным аспектом здорового образа жизни.

Название «витамин» прочно закрепилось в научной литературе и используется до сих пор, поскольку витамины являются незаменимыми пищевыми веществами, необходимыми для поддержания жизни. Из-за содержания аминокислот в первых обнаруженных витаминах, произошли латинские слова *vita* – «жизнь», *vitamin* – «амин жизни», т.е. «амин, необходимый для жизни» [2].

В древности люди не страдали от недостатка витаминов, так как их рацион был богат свежими фруктами, овощами, мясом и рыбой. Они также получали витамины из трав и растений, которые использовали для лечения различных заболеваний. Однако с развитием цивилизации и изменением образа жизни, люди стали потреблять меньше натуральных продуктов и витаминов, что приводит к возникновению авитаминозов и других заболеваний.

Таким образом, *целью данной статьи* является изучить в каких реакциях и процессах участвует никотиновая кислота, её влияние на здоровье

человека, описать продукты, богатые этим витамином, и предупредить об опасности авитаминоза.

Впервые никотиновая кислота (Рис. 1) была синтезирована в 1867 году путем окисления никотина хромовой кислотой. Этот процесс осуществил ученый по имени Хубер [7]. С тех пор никотиновая кислота стала активно изучаться, и была определена ее важная роль для здоровья человека, в частности, в предотвращении такого заболевания, как пеллагра.

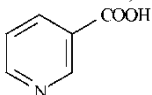


Рис. 1. Структурная формула никотиновой кислоты.

История открытия и изучения противопеллагрического витамина отражает сложность и многообразие научных подходов к изучению витаминов, с течением времени и развитием научных методов, понимание важности данного витамина для здоровья человека менялось, и только в 1937 году было окончательно установлено, что никотиновая кислота является витамином PP (англ. pellagra preventing – предупреждающий пеллагру) [11].

Изучение витамина и его роли в предотвращении пеллагры является примером сложности и противоречий научного процесса, когда на пути к открытию ученые сталкиваются с ошибками и неточностями, однако в результате многочисленных исследований и экспериментов было установлено, что никотиновая кислота (витамин PP) является ключевым элементом в борьбе с этим заболеванием [11]. Однако, как отмечает М.И. Смирнов [9], амид никотиновой кислоты является истинным противопеллагрическим фактором, а никотиновая кислота - провитамином PP, и оба вещества обладают широким спектром фармакологических эффектов, включая нейротропное, вазокардиотропное и гепатотропное действие, а также благоприятное влияние на липидный обмен.

Как отметила Булавинцева О.А. в своем учебном пособии [1], применение никотиновой кислоты в качестве лекарственного средства не ограничивается только лечением авитаминоза PP, а также может быть эффективно при других заболеваниях и состояниях, благодаря ее невитаминическим свойствам, таким как расширение сосудов, снижение уровня холестерина и антилиполитическое действие.

По данным литературных источников [3, 7, 10, 12] никотиновая кислота содержится в продуктах животного и растительного происхождения: овощи, фрукты, злаки, орехи, семена подсолнечника, бобовые и др. (табл. 1). Но в свободном виде никотиновая кислота в этих продуктах содержится в малых количествах. Также было выявлено, что в пищевых продуктах животного происхождения преобладающей формой витамина является никотинамид, а в продуктах растительного происхождения – никотиновая кислота. Эти формы витамина связаны с полисахаридами, пептидами и гликопептидами, содержащимися в продукте. Причем никотиновая кислота и никотинамид в животном и растительном сырье находятся в основном в форме

никотинамидаденин нуклеотида (НАД) и никотинамидадениндинуклеотид фосфата (НАДФ) [5, 12].

Сопоставление приведенных данных показывает, что никотиновая кислота (или витамин РР) является важным питательным веществом, играющим ключевую роль в обмене веществ и функционировании нервной системы. Этот витамин устойчив к внешним воздействиям, что позволяет ему сохранять свою активность в продуктах питания даже при нагревании и продолжительном хранении. Витамин РР лучше всего сохраняется в продуктах, приготовленных без добавления воды или обработанных на пару.

Как показали работы К.С. Петровского, Д.П. Белоусова, А.С. Беляева, Н.Н. Смирнова, ценность ниацина зависит от его формы (легкодоступной или плотно связанной), а не только от количества потребляемого витамина. Бобовые содержат его в легкоусвояемой форме, в то время как злаки практически не усваиваются, что делает его практически недоступным для организма. Большое количество никотиновой кислоты содержится в оболочках злаковых культур – отрубях. В кукурузе наиболее неблагоприятное сочетание витамина [8].

Таблица 1

Содержание никотиновой кислоты в продуктах (мг %)

Продукт	Содержание никотиновой кислоты, (мг %)
Арахис	14,7
Говядина, свинина	4-7
Горох сушеный	2,2
Горох свежий	5,6
Грибы свежие	6-8
Грибы сушеные	40-82
Дрожжи пивные	46
Дрожжи прессованные	11,4
Картофель	3,7
Колбасы	2-3
Кролик	6,2
Крупа гречневая	4,2
Крупа перловая	2
Крупа рисовая	1,6
Мясо птицы	7,8
Курага	3
Отруби пшеничные	10,5
Печень куриная	10
Рыба	1-2
Селедка	4
Семена подсолнечника	10,1
Соя	2,2
Субпродукты	5-12
Тунец	10,6
Фасоль	2,1

Фрукты, ягоды	0,1-0,5
Фундук	2
Хлеб, хлебобулочные изделия	1,5-3
Чечевица	1,8

Следует также отметить, что в организме витамин РР синтезируется из аминокислоты триптофана, достаточное количество которого возможно только при высоком уровне белка (животного) в пищевом рационе. При правильном белковом питании потребность организма в витамине полностью удовлетворяется. Потребность в никотиновой кислоте в связи с эндогенным ее синтезом определена ориентировочно: в среднем она составляет 20 мг в сутки [8].

В.Г. Лифляндский констатирует, что окислительно-восстановительные ферменты, участвуя в различных процессах, таких как клеточное дыхание, энергетический обмен и синтез гормонов, имеют в своем составе никотиновую кислоту, которая играет важную роль в организме. Она необходима для нормальной работы пищеварения, нервной и сердечно-сосудистой системы. Недостаток ниацина может привести к различным заболеваниям, включая пеллагру. Недостаток витамина РР может годами никак не проявляться. Однако у человека повышается утомляемость, раздражительность, снижение аппетита, запоры и синюшность различных частей тела. Возможно снижение иммунитета. После появления общих симптомов, появляются и специфические: поносы, тяжесть в области желудка, отрыжка. Наблюдаются изменения в полости рта (слинотечение, жжение, отечность губ, «лакированный» язык). Нередки изменения кожи, она становится отечной, появляется зуд, шелушение. Практически всегда имеются нарушения со стороны ЦНС. Конечным итогом недостаток витамина РР приводит к развитию заболевания – пеллагры. Поэтому важно следить за своим питанием и при необходимости принимать витаминные добавки. Это может помочь людям, страдающим от дефицита ниацина, обеспечить себе полноценное питание и предотвратить развитие связанных с этим дефицитом заболеваний [6].

Анализируя данные многочисленных исследований [9] становится понятно, что попадая в организм, никотиновая кислота претерпевает ряд превращений, в ходе которых вначале приобретает биологическую активность, а затем вновь ее теряет.

Всасывание никотиновой кислоты в значительной степени осуществляется уже в желудке и продолжается в двенадцатиперстной кишке. Всосавшаяся никотиновая кислота попадает в печень, где амидируется.

Избирательная способность печени амидировать никотиновую кислоту доказана рядом исследований, в которых производилась инкубация никотиновой кислоты со срезами печени и других тканей различных животных. Амид никотиновой кислоты (АНК) еще не обладает биологической активностью, но приобретает ее в следующем этапе превращений после соединения с нуклеотидами. По мнению ряда авторов (Н.Н. Андрюшечкина, 1948; Euler, Malmberg, Schlenk, 1942; Vilter и др., 1939), эта реакция происходит

также в печени. Образовавшиеся в печени никотинамидадениндинуклеотид и никотинамидадениндинуклеотидфосфат (НАД и НАДФ) переносятся к тканям кровью, причем находятся главным образом в эритроцитах; содержание никотинамиднуклеотидов в плазме, как указывает Levitas с сотрудниками (1947), ничтожно. Те же авторы установили, что в эритроцитах содержится примерно в 8 раз больше НАД, чем НАДФ [9].

Будучи коферментами дегидразных систем, никотинамиднуклеотиды, обратимо переходя из окисленной в восстановленную форму, осуществляют перенос водорода в самых различных условиях (Beinert, Green и др., 1953; Holzer и Schneider, 1955). В результате эти коферменты контролируют течение различных сторон интермедиарного обмен, во всех тканях организма. Давая сводку о ферментах, Abderhalden (1962) указывает, что НАД и НАДФ являются участниками 155 важных ферментных реакций. Наиболее заинтересован в этих коферментах обмен углеводов [2]. Наряду с этим не менее важным показателем является и выделение метилникотинамида (МНА) – главного конечного продукта превращений никотиновой кислоты в организме, отражающего утилизацию никотинамиднуклеотидов. Исходя из этих соображений большинство отечественных и зарубежных авторов считают НАД (НАДФ) к рови и МНА мочи адекватными показателями РР-витаминной обеспеченности человека [9].

Существуют методы для оценки для оценки обеспеченности витаминами и минералами. В эту группу входят расчетные, анкетно-опросные и весовые методы для получения сведений о числе витаминов, поступающих в организм человека с пищей [4].

Для исследования использовались результаты социологического опроса студентов первого курса Политехнического колледжа ЛГАУ. В ходе исследования были проанализированы результаты опроса (табл. 2).

Таблица 2

Результаты социологического опроса студентов

	Да	Нет	Часто	Редко
Принимаете ли вы витамин РР аптечного происхождения?	-	91%	-	9%
Часто используете в пищу продукты, содержащие витамин РР?	46%	2%	39%	13%
Часто вы едите арахис?	30%	11%	27%	32%
Часто вы едите печень?	13%	54%	15%	18%
Часто вы едите продукты на дрожжах?	61%	8%	25%	6%

Есть ли у вас проблемы с ЖКТ?	21%	32%	4%	53%
-------------------------------	-----	-----	----	-----

Уровень потребления витамина РР аптечного происхождения и частота употребления продуктов, содержащих витамин РР, могут быть связаны с пищевыми предпочтениями, заболеваниями ЖКТ и образом жизни участников опроса. По результатам опроса выявлено, что потребление витамина РР аптечного происхождения практически не используется.

Полученные данные позволили оценить уровень осведомленности студентов о никотиновой кислоте и её значении для здоровья, а также выявить возможные направления для улучшения здорового питания и профилактике дефицита витамина.

В данной работе были рассмотрены метаболические процессы, связанные с витамином РР. Данный витамин является крайне важным как для микроорганизмов, так и для людей, так как входит в состав коферментов НАД и НАДФ, которые входят в состав жизненно важных ферментов. Знание свойств и биохимической роли витамина РР поможет людям составить правильный рацион питания, а также поможет избежать и излечить разного рода заболевания.

Список литературы

1. **Булавинцева, О. А.** Витамины: учебное пособие для иностранных студентов с / О.А. Булавинцева, И. Э. Егорова, ГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава России, Кафедра химии и биохимии. – Иркутск : ИГМУ, 2014 – 41с.
2. **Евлаш, В.В.,** Отрошко Н.А., Кузнецова Т.О. Химия витаминов : учебное пособие / В.В. Евлаш, Н.А. Отрошко, Т.О. Кузнецова : Харьковский государственный университет питания и торговли. – Харьков, 2014. – 155 с.
3. **Канюков, В.Н.** Витамины: учебное пособие / В.Н. Канюков, А.Д. Стрекаловская, Т.А. Санеева; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2012. – 108 с.
4. **Коденцова В.М.** Витамины / В.М. Коденцова. – М.: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2015 – 408 с.
5. **Козлов, В. А.** Витамины: История. Химия. Биохимия. Фармакология. Клиника : учебное пособие / В. А. Козлов. – 3-е изд. с испр. и доп. – Чебоксары : Чуваш. гос. пед. ун-т, 2012 – 148 с.
6. **Лифляндский, В.Г.** Витамины и минералы : [справочник] / В.Г. Лифляндский. – Москва : ОЛМА Медиа Групп, 2010. – 630 с.
7. **Олейникова, И.Ю.** Никотиновая кислота как объект фармацевтической химии / И.Ю. Олейникова, А.С. Шинкаренко // Молодой учёный. – 2017. – № 26. – С. 62–64.
8. **Петровский, К.С.,** Витамины круглый год / Петровский К.С., Белоусов Д.П., Беляева А.С., Смирнова Н.Н. – М: Россельхозиздат, 1984. – 96 с.

9. **Смирнов, М.И.** Потребность человека в витаминах / М.И. Смирнов. – Москва: Медицина, 1966 г. – 287 с
10. **Тюкавкина, Н.А.** Биоорганическая химия: учебник / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С.Э. Зурабян. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 416 с.
11. **Халецкий, А.В.** Фармацевтическая химия: учебник для фармацевт. ин-тов и фармацевт. фак. мед. ин-тов. - Ленинград : Медицина. Ленингр. отд-ние, 1966. – 762 с.
12. **Trenerry, V.C.** The application of capillary electrophoresis to the analysis of vitamins in food and beverages / V.C. Trenerry // Electrophoresis. – 2001. – V. 22. P. 1468 – 1478.

**Yurchenko Valeria
Sergeevna,**

Nicotinic acid and its effect on the human body

Abstract: The article discusses nicotinic acid (niacin), also known as vitamin PP. Its role in nutrition and its effect on the human body are discussed. The main sources, including products of plant and animal origin, and the functions of this substance are described.

Keywords: nicotinic acid, niacin, vitamin, vitamin PP, pellagra, nutrition.

ПЕДАГОГИКА

УДК 378

Агзамова Инзиля Ильгизаровна,
магистр педагогического образования
ФГАОУ ВО «К(П)ФУ»,
г. Казань (Россия)
agzamtovain01@mail.ru

Гильманшина Сурия Ирековна,
доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой
ФГАОУ ВО «К(П)ФУ»,
г. Казань (Россия)
gilmanshina@yandex.ru

Специфика формирования профессиональной компетенции ПК-1 у будущих учителей химии

На основе анализа теоретических основ формирования профессиональных компетенций выявлена специфика формирования компетенции ПК-1 учебного плана подготовки будущих учителей химии. Разработаны и размещены в цифровом образовательном ресурсе соответствующей методической дисциплины профессиональные задачи на выявление сформированности компетенции ПК-1.

Ключевые слова: компетенция, подготовка учителя химии, спиральное обучение, междисциплинарная связь, естественнонаучное образование.

Современное общество диктуют новые требования к подготовке будущих специалистов и учителей химии в том числе. Картина формирования профессиональных компетенций удачно фиксируется в портфолио выпускника [6], где видны его достижения. Однако сам процесс формирования профессиональных компетенций является длительным и многоэтапным, требующим освоения целого ряда дисциплин учебного плана подготовки специалиста, на что влияет специфика будущей профессиональной деятельности. Профессиональные компетенции будущего учителя химии имеют свою специфику и формируются при освоении дисциплин предметно-методического блока соответствующего учебного плана.

Цель исследования: выявить специфику формирования профессиональной компетенции ПК-1 при подготовке будущих учителей химии.

Методы исследования: теоретические – анализ и систематизация научно-педагогической отечественной и зарубежной литературы; практические – проведение анкетирования и опроса студентов – будущих учителей химии.

Результаты исследования и их обсуждение. Профессиональные компетенции, как разъясняется в нормативном документе [1],

«устанавливаемые программой бакалавриата, формируются на основе профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников» [1]. Следовательно, и их формирование у будущих учителей химии происходит в результате профессионально-направленной поисковой деятельности, реализуемой на занятиях в университете и в ходе соответствующих педагогических практик.

Профессиональные компетенции формируются поэтапно в процессе теории и практики изучения предметно-методического блока дисциплин учебного плана. В соответствии с ФГОС [1] и разработанной образовательной программой профессиональная компетенция конкретно ПК-1 предполагает способность использовать основы специальных (предметных) и методических дисциплин в профессиональной деятельности, когда учитель разрабатывает образовательные программы и учебно-методические обеспечения по предмету (химия), организует деятельность обучающихся в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта.

Поскольку накопление специальных (предметных) и методических знаний идет постепенно в ходе изучения дисциплин предметно-методического блока, расширяя и углубляя уже имеющиеся химические и научно-методические понятия, представляет интерес рассмотреть технологию спирального обучения для формирования предметной компетенции ПК-1.

Спиральное обучение рассматривается как модель активного обучения, направленная на изучение теоретических научных концепции определенной области знаний в разные моменты учебного времени с возрастающим количеством деталей. Первоначально без предоставления специфических подробностей вводятся базовые понятия концепции. Затем, по мере продвижения обучения, дается более подробная информация по рассматриваемым понятиям и самой концепции, областям ее практического применения. В результате происходит плавный охват новых тем с усвоением ранее изученных понятий. О важности применения технологии спирального обучения говорится в исследованиях [4; 5].

Применение данной технологии обеспечивает естественный переход от одного этапа формирования профессиональной компетенции ПК-1 к другому этапу. При этом следует концентрировать внимание на активной реализации междисциплинарных связей, что обеспечит системность и научность организации учебного процесса подготовки учителей химии. Речь идет о связях между такими дисциплинами, как «Введение в неорганическую химию» и «Прикладная химия», между курсами дисциплин «Химия элементов и их соединений» и «Методика химии», «Дидактика химии» и другими.

Таким образом, специфика формирования профессиональной компетенции ПК-1 связана с необходимостью активной реализации междисциплинарных связей и технологии спирального обучения дисциплинам предметно-методического блока учебного плана подготовки будущих учителей химии.

Согласно исследованию [2], «университетская образовательная среда подготовки будущих учителей химии включает достаточное количество цифровых образовательных ресурсов, ориентированных на формирование

профессиональных компетенций» [2]. Однако все отмеченное выше в концентрированном виде реализовано в содержании разработанной специально теме «Педагогические технологии в химическом образовании» цифрового образовательного ресурса «Дидактика химии» (автор С. И. Гильманшина) [3]. Данная дисциплина служит завершающим этапом формирования компетенции ПК-1. В указанной теме курса представлены теория и практика технологии спирального обучения химии, а также междисциплинарные профессиональные задачи на выявление сформированности у студентов – будущих педагогов компетенции ПК-1.

Список литературы

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование с изменениями и дополнениями от 26 ноября 2020 г., 8 февраля 2021 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fgosvo.ru/fgosvo/index/24> (дата обращения: 14.03.2024).
2. **Гильманшина, С. И.** Авторские цифровые ресурсы как элементы образовательной среды подготовки учителей химии / С. И. Гильманшина, Г. Д. Каримова, Р. Н. Шакирова // Современные проблемы науки и образования. – 2022. – № 1. – С. 14.
3. **Гильманшина, С. И.** Дидактика химии: цифровой образовательный ресурс [Электронный ресурс] / С. И. Гильманшина. – Казань: КФУ. – Режим доступа: <https://edu.kpfu.ru/course/view.php?id=3138> (дата обращения: 25.03.2024).
4. **Назимова, Л. Г.** Современные педагогические технологии на уроках химии: методическое пособие [Электронный ресурс] / Л. Г. Назимова. – Режим доступа: <https://infourok.ru/sovremennie-pedagogicheskie-tehnologii-na-urokah-himii421258.html> (дата обращения: 20.03.2024).
5. **Петеляк, В. Е.** Применение спиральной модели обучения при подготовке специалистов / В. Е. Петеляк // Сборник научных трудов XXI Международной научно-практической конференции; под общей редакцией Д. В. Чистова. – М., 2021. – Ч. 1. – С. 387–90.
6. **Sakhieva, R. G.** A Portfolio as an alternative means of presenting the university student's achievements / R. G. Sakhieva, S. I. Gilmanshina, I. R. Gilmanshin [and others] // Asian Social Science. – 2015. – Т. 11. – № 3. – С. 162–167.

Specifics of the formation of professional competence PC-1 of future chemistry teachers

Based on the analysis of the theoretical foundations of the formation of professional competencies, the specifics of the formation of the PK-1 competence of the curriculum for the training of future chemistry teachers have been identified. Professional tasks to identify the maturity of PC-1 competence have been developed and posted in the digital educational resource of the corresponding methodological discipline.

Key words: *competence, chemistry teacher training, spiral learning, interdisciplinary communication, science education.*

Багавиева Татьяна Камильевна,
*старший преподаватель,
ФГБОУ ВО «НГПУ»,
г. Новосибирск (Новосибирская область)
bagavieva.tanya@mail.ru*

Качалова Галина Семёновна,
*кандидат педагогических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «НГПУ»,
г. Новосибирск (Новосибирская область)
kachalova_gs_met@list.ru*

Подготовка к экспериментальной задаче и лабораторной работе основного государственного экзамена по химии

В статье рассматривается тренировочный учебный процесс при подготовке учащихся к некоторым заданиям основного государственного экзамена (ОГЭ) по химии. Отражена практическая значимость выполнения лабораторных работ для успешного выполнения заданий 23 и 24 и достижения максимальных результатов по баллам на экзамене.

Ключевые слова: химия, учащийся, ОГЭ, задание, эксперимент, реактивы.

Каждому учащемуся в 9-ом классе в конце учебного года предстоит сдача ОГЭ, представляющая собой государственную итоговую аттестацию выпускников основной школы. Данный экзамен ориентирован на проверку достижения выпускниками основной школы уровня подготовки, предусмотренного образовательными стандартами [2].

Экзаменационный вариант ОГЭ по химии содержит две части с заданиями по различным содержательным блокам, которые изучаются в курсе химии основной школы. Во второй части экзаменационного варианта содержится пять заданий высокого уровня сложности с развернутым ответом, из которых задания 23 и 24 образуют практическую составляющую каждого экзаменационного варианта [1].

Задания второй части наиболее трудны для учащихся: некоторые из них не решаются выполнять во время экзамена задание 24 по причине страха и пристального наблюдения за выполнением лабораторной работы со стороны двух специалистов по проведению инструктажа и обеспечению лабораторных работ, визуально оценивающих выполнение задания. Для того чтобы избежать дополнительного стресса, необходимо перед экзаменом проводить тренировку по экспериментальному выполнению таких заданий.

Также не все учащиеся понимают взаимосвязь заданий 23 и 24. А ведь при верном выполнении лабораторной работы по заданию 24 можно наглядно увидеть признак каждой реакции, доказать образование продуктов реакции, которые необходимо указать в задании 23. Следовательно, задание 24 помогает

учащемуся успешно справиться с заданием 23 и получить максимально возможные баллы, поскольку верно указанный признак каждой реакции из двух оценивается в один балл. Соответственно максимальная оценка за задания 23 и 24 составляет 4 балла и 2 балла.

Учащиеся 9-х классов МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №189», МБОУ «Гимназии №4» и МБОУ «Лицей №113» г. Новосибирска тренируются в решении экспериментальных задач для успешного выполнения заданий на ОГЭ на факультативных занятиях по химии, проводимых на базе кафедры химии ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет».

Прежде чем решать типовые задачи, на одном из занятий учащиеся экспериментально знакомятся с индикаторами – фенолфталеином, метиловым оранжевым и лакмусом, изучают окраску их растворов в нейтральной, кислой и щелочной среде. Данный материал требует повторения, так как был пройден в предыдущем учебном году при изучении кислот и оснований (программа 8-го класса). Далее в ходе лабораторной работы повторяются химические свойства гидроксидов металлов, кислот и солей, особое внимание уделяется признакам и возможности протекания реакций.

На следующем занятии учащиеся приступают к решению задачи 23 практической части из сборника типовых экзаменационных заданий ОГЭ [1]. Например,

Дан раствор сульфата меди(II), а также набор следующих реактивов: железо, оксид магния, карбонат кальция, соляная кислота, растворы нитрата бария, хлорида лития.

Используя только вещества из приведённого перечня, запишите молекулярные уравнения двух реакций, которые характеризуют химические свойства сульфата меди(II), и укажите признаки их протекания (наличие/отсутствие запаха у газа, цвет осадка или раствора).

Для верного выбора двух реакций учащемуся необходимо, опираясь на систематические названия веществ записать их молекулярные формулы в виде небольшой схемы (Рис. 1).

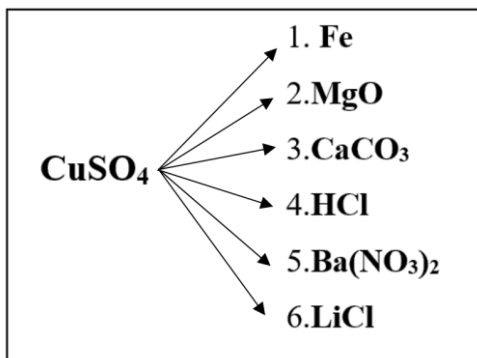


Рисунок 1. Ориентировочная основа действий при решении задачи

Далее учащиеся, воспользовавшись знаниями о химических свойствах веществ, принадлежащих к разным классам, должны исследовать возможность реакций сульфата меди(II) с каждым из предложенных веществ.

Реакция сульфата меди(II) и железа возможна, так как железо является более активным металлом, чем медь, и вытесняет его из раствора соли.

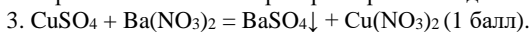
Оксиды металлов с солями не реагируют, следовательно, исключается оксид магния. Карбонат кальция исключается по причине нерастворимости в воде.

Реакции сульфата меди(II) с соляной кислотой и хлоридом лития являются по сути обратимыми, так как образуются растворимые в воде продукты. А вот при взаимодействии сульфата меди(II) с нитратом бария прогнозируется выпадение осадка сульфата бария.

Таким образом, выбираются два реактива, с которыми будет взаимодействовать сульфат меди(II) – железо Fe и нитрат бария $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$. Учащиеся записывают уравнения реакций в молекулярном виде:



2. Признак первой реакции (образование осадка красного цвета) указывается при выполнении лабораторной работы задания 24 (1 балл).



4. Признак второй реакции (выпадение осадка белого цвета) также указывается при выполнении лабораторной работы задания 24 (1 балл).

Затем учащиеся внимательно знакомятся с инструкцией по выполнению задания 24 в пособии [1, с. 7]. После этого преподаватель в ходе демонстрации разъясняет все пункты инструкции так, как это делает специалист по проведению инструктажа и обеспечению лабораторных работ на самом экзамене:

1. всем учащимся показывает, каким лабораторным оборудованием и реактивом они должны пользоваться;
2. как проводить отбор жидкости и в каком объеме при наличии пипетки в склянке или же при ее отсутствии;
3. как брать порошкообразное вещество, если оно необходимо в опыте;
4. что нужно сделать, если реактив взят в излишке;
5. как своевременно и правильно закрывать сосуды с реактивами;
6. как растворять порошкообразные вещества в воде или смешивать реактивы;
7. что нужно сделать, если реактив попал на рабочий стол, кожу или одежду.

После инструктажа учащиеся готовы к эксперименту и начинают выполнять опыт. При проведении каждой реакции ученики проверяют, соответствует ли результат опыта записанному уравнению реакции по заданию 23, и записывают свои наблюдения.

В ходе многократного выполнения лабораторных работ учащиеся отрабатывают свои умения и навыки, избавляются от страха и успешно справляются с практической частью на экзамене.

Список литературы

1. Основной государственный экзамен (ОГЭ). Химия: типовые экзаменационные варианты : 30 вариантов / под. Ред. Д.Ю. Добротина. – М.: Национальное образование, 2024. – 256 с.
2. Федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС) [Электронный ресурс]. URL: <https://fgos.ru/> (дата обращения: 07.03.2024).

**Bagavieva Tatyana Kamilyevna
Kachalova Galina Semyonovna**

Preparation for the experimental task and laboratory work for the basic state exam in chemistry

There is a consideration about exercises for students, preparing to the basic state exam (BSE) in chemistry in the article. It was found the practical importance of laboratory tasks for tests №23 and №24.

Key words: *chemistry, student, OGE, task, experiment, reagents.*

Гильманшина Сурия Ирековна,
доктор педагогических наук, профессор,
заведующий кафедрой
ФГАОУ ВО «К(П)ФУ»,
г. Казань (Россия)
gilmanshina@yandex.ru

Подготовка будущих учителей естественнонаучных предметов к работе с одарёнными учащимися в условиях цифровых инноваций

В статье раскрыта специфика подготовки будущих учителей естественнонаучных предметников к работе с одарёнными обучающимися в условиях цифровых инновационных технологий обучения предмету (на примере обучения химии). Разработана и реализована в обучении студентов – будущих учителей химии специальная тема, включающая теорию и практику обучения одарённых учащихся.

Ключевые слова: подготовка учителя, инновация, образовательная технология, одарённый учащийся, естественнонаучное образование.

В современных условиях цифровизации естественнонаучного образования [2] остро стоит проблема опережающей подготовки будущих учителей-предметников к выявлению и обучению одарённых учащихся в области естественных наук, применяя цифровые технологии в их образовании.

Учеными исследуются отдельные аспекты работы с одарёнными детьми младшего возраста и особенности подготовки учителей дошкольного и начального образования [4; 6]. Имеют место отдельные публикации по обучению [9; 10] и выявлению одарённости в области инженерных и естественных наук [3]. В тоже время не обнаружено системных исследований по подготовке к работе с одарёнными учащимися студентов педагогического бакалавриата – будущих учителей естественнонаучных предметов в условиях цифровых инноваций.

Таким образом, **цель исследования:** выявить специфику университетской подготовки студентов – будущих учителей естественнонаучных предметников к работе с одарёнными учащимися в условиях цифровых инновационных технологий обучения предмету (на примере обучения химии).

Методы исследования: анкетирование и опытно-экспериментальная педагогическая деятельность. Методологической основой исследования служил системно-деятельностный подход с опорой на принципы целостности, непрерывности, деятельности, вариативности, психологической комфортности, творчества.

Результаты исследования и их обсуждение. Вначале определимся с такими понятиями исследования, как «одарённость» и «одарённые учащиеся». Поскольку в представленном исследовании речь идет только об академической и интеллектуальной одарённости обучающихся, в дальнейшем будем опираться

на концепцию одаренности А.И. Савинкова и определения Ф.Д. Халиковой [8]. А именно, «одарённость – постоянно развивающийся дар или потенциал, предоставляющий человеку возможность приобретать такие характеристики личности, как надежность, конкурентоспособность, успешность при постоянном движении в направлении развития профилирующих способностей» [8]; «одарённые учащиеся... обладают одаренностью как динамической характеристикой их личности, которая позволяет им приобретать такие характеристики личности, как надежность, конкурентоспособность, успешность в профилирующем направлении развития» [8].

Поскольку разделение обучающихся на одарённых и неодарённых можно отнести к нравственной проблеме, будем считать одарёнными тех обучающихся, которые способны к углубленному изучению выбранного профильного предмета (в данном исследовании – химии).

Анализ психолого-педагогической литературы позволил К.Г. Бендюкевич в выпускной квалификационной работе [1], выполненной под руководством С.И. Гильманшиной, составить ориентировочный портрет одарённого обучающегося. В работе [1] к положительным качествам одарённого учащегося отнесены его «стремление к изучению новой информации, умение анализировать проблемную ситуацию и решать её логическим путем, развитая интуиция и продуктивное мышление» [1].

В целом, одарённость в области естественных наук предполагает наличие у обучающегося баланса логики и интуиции (развитого логического, продуктивного и творческого мышления).

Следовательно, подготовка студентов к работе с одарёнными в области естественных наук обучающимися в условиях цифровых инноваций предполагает деятельность в двух направлениях – ознакомление будущих учителей со специальными методиками выявления такой одарённости и обучение применению цифровых инновационных технологий обучения профильному естественнонаучному предмету.

В нашей ранее опубликованной работе [3] подробно описана адаптация известной методики диагностирования дивергентного мышления [7] для выявления одарённости в области естественных наук. Уточним, что под дивергентным мышлением, служащим основой креативности, понимается способность искать и находить альтернативные решения конкретной проблемы. Показателями являются беглость, гибкость, оригинальность, продуктивность. Адаптированная методика, согласно [3], содержит четыре «блока заданий: на выявление вербальной инициативности; умений интерпретировать символы и знаки, выявлять и сопоставлять символы и рисунки с естественнонаучными объектами; легко выдвигать идеи, абстрагироваться; определение легкости оперирования с цифровым или символическим материалом» [3]. Если какой-то ответ встречается реже одного процента случаев в выборке, делается вывод об его оригинальности и добавляется один балл к результатам по продуктивности (т.е. оригинальность идет как дополнение).

На примере описанной методики студенты знакомятся с существующими методиками определения одарённости и их адаптацией под выявление одаренности в области естественных наук.

Относительно цифровых инновационных технологий обучения профильному естественнонаучному предмету выявлено следующее. Поскольку одарённым обучающимся характерно легкое и быстрое изучение и усвоение большого объема информации, нестандартное и высокоразвитое логическое мышление, а также умение решать проблему нетрадиционным подходом, становится очевидным неприемлемость только традиционного обучения физики, химии, биологии.

Под традиционным подходом понимается либо реализация пополнения знаний по восходящей линии, либо в виде движения по окружности, когда изучение материала идет поэтапно, соответственно, переходя от первого на следующий круг (этап). Для обучения одарённых учащихся, в соответствии с литературным источником [5], наиболее приемлемы индивидуальные образовательные маршруты, где пополнение знаний идет по логарифмической спирали. В этом случае определенный тип деятельности, используясь многократно, постоянно системно углубляется и расширяется, активизируя логическое мышление и творчество одновременно.

В результате проведенного анализа инновационных технологий обучения химии одарённых учащихся определены наиболее востребованные инновационные образовательные технологии. Это цифровые технологии вебинаров и онлайн-школ, онлайн-конференций и онлайн-олимпиад, интеллект-карт и индивидуальных образовательных маршрутов.

Проведен анализ таких онлайн-школ, как «Foxford», «Лекториум», «Examer», «Chem-school», «Новиссе» по критериям: наглядность презентаций, научность изложения темы, доступность информации, системность изучаемого материала, компетентность преподавателя. Выявлены лучшие.

Рассмотрены имеющие место в России онлайн-олимпиады такие, как Межрегиональная олимпиада КФУ для школьников, Всесибирская открытая олимпиада школьников, Интернет-олимпиада «СУНЦ МГУ», Московская олимпиада школьников по химии, Всероссийская олимпиада школьников «Нанотехнологии – прорыв в будущее!».

Несколько подробнее остановимся на технологии интеллект-карт (интеллектуальных карт, mind maps), которые, как известно предложил психолог Тони Бьюзен. Применительно к образовательным целям под интеллект-картами следует понимать схематическое наглядное изображение ключевых аспектов рассматриваемой темы, где название темы помещено в центре. Наиболее оправдано применение интеллект-карт при подготовке обучающихся к сдаче единого государственного экзамена и олимпиадам разного уровня, для объяснения сложного материала с целью его систематизации. Например, целесообразно применение технологии интеллект-карт при изучении достаточно сложной для усвоения учащимися темы «Химическое производство».

Все выше отмеченное отражено в авторском курсе «Дидактика химии» для студентов, обучающихся по направлению 44.03.01 Педагогическое образование, профиль «химическое образование». В данном курсе имеет место теоретический материал «Инновационные технологии обучения одарённых учащихся», задания по решению профессиональных задач на разработку

интеллект-карт, индивидуальных образовательных маршрутов, подготовку к вебинарам и онлайн-олимпиадам. В ходе педагогической деятельности получены обнадеживающие результаты опытно-экспериментальной работы по подготовке будущих учителей химии к работе с одарёнными учащимися в условиях цифровых инноваций.

Таким образом, специфика подготовки будущих учителей естественнонаучных предметов к работе с одарёнными учащимися в условиях инноваций связана с необходимостью разработки и реализации в обучении специальной темы в курсе одной из методических дисциплин, где отражены специальные методики выявления одарённости и наиболее востребованные и эффективные педагогические технологии обучения высокомотивированных учащихся в условиях цифровых инноваций.

Список литературы

1. **Бендюкевич, К. Г.** Подготовка будущих учителей химии к работе с одарёнными обучающимися: выпускная квалификационная работа / К. Г. Бендюкевич. – Казань, 2019. – 80 с.
2. **Гильманшина, С. И.** Разработка и внедрение цифровых видеоматериалов методического сопровождения химического практикума / С. И. Гильманшина, А. Р. Рахманова, В. А. Миннахметова // Современные наукоемкие технологии. – 2022. – № 4. – С. 151–155.
3. **Гильманшина, С. И.** Методика выявления одаренности в области инженерных и естественных наук / С. И. Гильманшина, К. Г. Бендюкевич, И. Р. Гильманшин, В. А. Глушкова // Международная научно-техническая конференция «Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы – 2018» (МНТК «ИМТОМ-2018») г. Казань 5–7 декабря 2018 г. – Казань: Изд-во Фолиант, 2018. Ч. 1. – С. 259–263.
4. **Любарт, Т.** Психология креативности / Т. Любарт, К. Муширу, С. Торджман, Ф. Зенасни. – Москва: Когито-Центр, 2009. – 215 с.
5. **Массарова, Е. О.** Технология индивидуальных образовательных маршрутов в системе «лицей-университет» / Е. О. Массарова, С. И. Гильманшина // Казанский педагогический журнал. – 2021. – № 4 (147). – С. 175–181.
6. **Наволокова, Н. П.** Практическая педагогика / Н. П. Наволокова, В. Н. Андреева. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2014. – 118 с.
7. **Солдатова, Е. Л.** Психология в школе / Е. Л. Солдатова // Вестник практической психологии образования. – 2005. №2(3). – С. 119 – 124.
8. **Халикова, Ф. Д.** Педагогическая система обучения одаренных учащихся в условиях университетского кластера (на примере естественнонаучных дисциплин): автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора педагогических наук / Ф. Д. Халикова / Казанский федеральный университет. – Казань, 2023. – 44 с.
9. **Benny, N., Blonder, R.** Factors That Promote/Inhibit Teaching Gifted

Students in a Regular Class: Results from a Professional Development Program for Chemistry Teachers / N. Benny, R. Blonder // Education Research International. – 2016. – P. 1–8. – Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/2742905> (дата обращения: 25.02.2024).

10. **Gilmanshina, S. I.** Teaching Gifted Adolescents in Terms of the Transforming Natural Sciences Education / S. I. Gilmanshina, F. D. Khalikova // IFTE – 2nd International Forum on Teacher Education. – 2016. – Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.15405/epsbs.2016.07.9> (дата обращения: 25.02.2024).

Gilmanshina Suriya Irekovna

Preparing future science teachers for work with gifted students in the context of digital innovation

The article reveals the specifics of preparing future natural science teachers to work with gifted students in the context of digital innovative technologies for teaching the subject (using the example of teaching chemistry). A special topic has been developed and implemented in the training of students – future chemistry teachers, including the theory and practice of teaching gifted students.

Key words: teacher training, innovation, educational technology, gifted student, science education.

Дмитриева Инна Викторовна,
учитель химии ВКК,
МБОУ «СОШ с УИОП №13»,
Воронеж, Россия.
inna.capranova@yandex.ru

Здоровьесберегающие технологии в классах естественнонаучного профиля

В статье рассматриваются примеры исследовательских проектов, связанных с сохранением здоровья человека и мероприятия, направленные профилактику алиментарных заболеваний.

Ключевые слова: здоровьесберегающие технологии, исследовательский проект, творческие задания.

Здоровьесберегающие образовательные технологии можно рассматривать и как технологическую основу здоровьесберегающей педагогики – одной из самых перспективных образовательных систем, и как совокупность приемов, форм и методов организации обучения школьников, без ущерба для их здоровья, и как качественную характеристику любой педагогической технологии по критерию ее воздействия на здоровье учащихся и педагогов.

Учитывая сказанное, в своей работе я придерживаюсь здоровьесберегающей организации учебного процесса:

- Все используемое должно быть оценено с позиции влияния на психофизическое состояние участников образовательного процесса
- Учащийся является непосредственным участником здоровьесберегающих мероприятий
- Акцент делается только, а положительное, в любом поступке, действии сначала выделяют плюсы, а только потом отмечают недостатки
- Объем учебной нагрузки сложность материала должны соответствовать возрасту учащихся
- Работа ведется не от случая к случаю, а систематически [1, с. 60]

Одним из способов заинтересовать обучающихся является возможность продемонстрировать им связь изучаемого материала с реальной жизнью (в том числе с сохранением собственного здоровья), т.е. вовлечь ребят в исследовательские проекты. Примером таких проектов могут служить – «Микроорганизмы в ладошке», «Здоровом теле- здоровый дух», «Будьте здоровы».

Данные проекты выполнены учащимися классов естественнонаучного профиля. Цель первого проекта: проверить правильность утверждения о пользе кисломолочных продуктов, рассмотреть микрофлору молочных продуктов. Учащиеся исследовали кисломолочные продукты – биолакт, кефир и биойогурт. Сравнили результаты и применяли кисломолочные продукты в пищу в период

исследования. Цель второго проекта: представить некоторые данные о взаимосвязи слюны с физиологическими процессами в организме человека. Учащиеся изучали собственный биоматериал, проводили исследование в стоматологическом кабинете – вязкость слюны. В школьной лаборатории – качественные реакции на анионы хлора, фосфат- и роданид-анионы, амилазу и муцин. А также кислотно-основное состояние слюны и микрокристаллы. Цель третьего проекта: микроскопирование зубного налета, изучение положительной и отрицательной роли зубного налета. Учащиеся изучали собственный биоматериал, провели микроскопирование в благоприятных условиях для развития зубного налета и неблагоприятных условиях – применение ополаскивателя. Получили консультации врача-стоматолога – проведен тест витального окрашивания зубов. Врач-педиатр дал рекомендации по поводу правильного питания.

Выполняя данные исследовательские работы, ребята общаются со школьными врачами, находят информацию в библиотеке. Ребята получают информацию из первых уст, преобразуют ее и адаптируют в своем исследовании. Практикум предполагает «выход» за рамки учебного процесса, в пространство социальной практики. Обучающиеся получают социальный опыт, активного участия в мероприятиях по сохранению своего здоровья и получают возможность рассказать об этом другим. Теоретические знания о влиянии правильного питания, если они не будут сочетаться с практическими делами, не создадут у подростков ощущение удовлетворения от приносимой им пользы в представлении здорового образа жизни.

Представление этих проектов вызвало большой интерес в аудитории, потому что обучающиеся имели возможность убедиться в том, что забота о своем здоровье снижает риск возникновения заболеваний.

Включение обучающихся в творческий процесс снижает риск наступления утомления. В рамках предметной недели к 190-летию Д.И. Менделеева, были использованы занимательные задания. Конкурс рисунков, урок-игра «Дом, который построил М» для учащихся 5–6 классов в рамках изучения естествознания провели ученики 9 класса. Ребята на уроке работали с ПС, решали ребусы, шарады и отгадывали загадки. При проведении мониторинга учащихся 5–11 классов в рамках предметной недели, были получены следующие результаты – большинство учащихся хотели бы получать творческие (или практические) задания и выполнять работу, где можно почувствовать себя в роли учителя.

У учащихся особенно чувствительной является нервная система, поэтому важным во время урока является: чередование различных видов учебной деятельности (4–7 видов), использование различных методов, способствующих активизации инициативы и творческого самовыражения самих обучающихся. Проведение физкультурных минуток в 5–6 классах или динамических пауз в 7–9 классах. Важное значение имеет эмоциональный климат на уроке: шутка, поучительная картинка, поговорка. Урок-шутка по теме: «Техника безопасности в кабинете химии» – был создан фото и видеоряд комичных ситуаций при несоблюдении ТБ.

От уровня рациональности урока во многом зависит функциональное состояние школьников в процессе учебной деятельности. Нельзя забывать и о том, что гигиенические условия влияют и на состояние учителя. Забота о здоровье учеников неотделима от заботы учителя о своем собственном здоровье. Педагог должен подавать пример своим образом жизни, так как собственный пример лучше всяких слов. [1, с. 61–64]

Данные мероприятия, по моему мнению, способствуют развитию познавательных навыков учащихся, умению ориентироваться в информационном пространстве и самое главное, формируют позитивное отношение к собственному здоровью и здоровью окружающих.

Список литературы:

1. **Капанова, И.В.** Здоровьесберегающие технологии в классах химико-биологического профиля, использование современных технологий в образовательном процессе по предметам естественнонаучного цикла в условиях введения ФГОС: материалы заочной научно-практической конференции / ред.колл.: О.В. Ключникова, С.В. Дендебер, Л.А. Межова; отв. ред. С.В. Дендебер. – Воронеж: Воронежский государственный педагогический университет, 2014.– 260с.

Dmitrieva Inna Viktorovna

Health-saving technologies in science classes

The article discusses examples of research projects related to the preservation of human health and activities aimed at the prevention of nutritional diseases.

Key words: health-saving technologies, research project, creative tasks.

Добрицкая Юлия Юрьевна,
учитель химии и биологии, заместитель директора
ГБОУ ЛНР «СЛСШ ПГТ ПЕТРОВКА»
dobritskayaulyiya@yandex.com

Онлайн-сервисы в работе учителя химии

В статье рассмотрены основные цифровые инструменты и сервисы, которые могут быть использованы для создания учебного контента, электронных образовательных ресурсов, дистанционных учебных курсов. Перечислены возможности образовательных платформ, сайтов и порталов. Представлены веб-технологии для общения и взаимодействия, оболочки для тестирования и диагностики, инструменты для создания видео и анимации, среды для совместной работы.

Ключевые слова: электронные образовательные ресурсы, образовательные платформы, цифровые инструменты, дистанционное обучение.

На сегодняшний день вопрос применения новых информационных технологий в процессе обучения достаточно актуален. Использование мультимедийных презентаций, обучающих видео уже прочно вошло в жизнь каждого школьного учителя. Но наши ученики не дают нам «расслабиться» и мы – учителя, находимся в постоянном поиске: как увлечь детей, как объяснить новый сложный учебный материал доступно, и, вообще, как нам не «отстать» от своих учеников в использовании информационных ресурсов?

Каким образом учитель-предметник может использовать ИКТ на своих уроках? Например, для подготовки красочных и наглядных учебно-методических материалов, создания тестов, записи аудио, видео и анимационных роликов, создания инфографики, организации совместной онлайн-работы над проектами или веб-квестами, и, конечно, при дистанционном обучении.

В работе [1], Панюкова С.В. выделяет основные подходы к созданию образовательного контента, электронных образовательных ресурсов:

- использование языков программирования;
- использование специальных и универсальных прикладных программных средств;
- использование цифровых инструментов и веб-сервисов;
- формирование учебного контента из информации, представленной на образовательных каналах, платформах, порталах и сайтах.

В таблице 1 представлены основные позиции использования информационного контента и название программного обеспечения или ссылки на ресурсы.

Таблица 1

№ п/п			Программное обеспечение (ссылки на онлайн ресурсы)
1	Использование специальных и универсальных прикладных программных средств	Текстовые процессоры	Microsoft Word, Word Perfect, ChiWriter, Multi-Edit, Open Office и др.
		Программа подготовки электронных презентаций	MS PowerPoint, Prezi, SlideRocket, VoiceThread и др
		Табличные процессоры	Microsoft Excel, Lotus, Quattro Pro и др.
		Графические редакторы	Paint, Corel DRAW, Adobe Photoshop и Adobe Illustrator.
2	Использование цифровых инструментов и веб-сервисов	Платформы для создания тестов, опросов	Google формы, Online Test Pad, Webanketa, Simpoll, БанкТестов РУ, Mentimeter.com,
		Платформы для создания игр, викторин, кроссвордов	Quizizz, «Фабрика кроссвордов», CROSS, Crosswordus, Flippity
		Ментальные (интеллектуальные) карты	Mindmeister, IBrainstorm, Xmind,
		Онлайн доски	Padlet, Popplet, FlockDraw,
		Интерактивные карты	TimeMapper, TimelineJS,
3	Формирование учебного контента из информации, представленной на образовательных каналах, платформах, порталах и сайтах	«Единая коллекция ЦОР»	http://school-collection.edu.ru/
		Федеральный Центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	http://fcior.edu.ru/
		Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru/

		Федеральный портал «Российское образование»	http://www.edu.ru/about/
		Коллекция Российского общеобразовательного портала	www.school.edu.ru
		Российская электронная школа	https://resh.edu.ru/
		Портал информационной поддержки ЕГЭ	http://www.ege.edu.ru
		ЦОС «Моя школа»	https://myschool.edu.ru/
		И другие платформы	Учи.ру, Learningsapps2, Google Classroom, Edmodo, Kahoot!, ReadWriteThink, ClassDojo

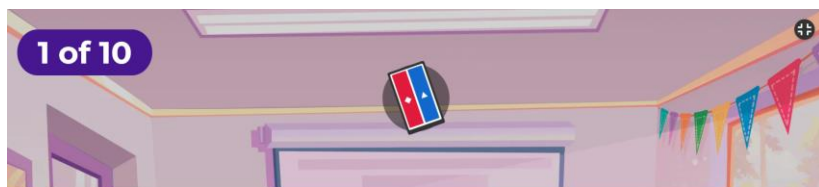
Из таблицы видно, что большинство информационных образовательных ресурсов универсальны. Учитель любой специализации может использовать их на своих уроках.

В своей практике с большим удовольствием использую следующие образовательные платформы:

Российская электронная школа (<https://resh.edu.ru/>) – готовые интерактивные уроки по всем предметам, они содержат методически правильно сконструированный урок. РЭШ может использовать не только учитель, но и ученик, и родитель. Каждый урок содержит тестирование на уровень усвоения нового материала, домашнего задания, содержит видеофрагмент, задания на функциональную грамотность и задания для подготовки к ЕГЭ/ОГЭ/ВПР. К сожалению, еще не все уроки, представленные на данном сайте, соответствуют ФГОС ООО, ФГОС СОО, ФООП.

Каталог ЦОР «Моя школа» (<https://lesson.edu.ru/04/08>) – также содержит готовые интерактивные уроки, но в отличие от РЭШ они все соответствуют ФГОС и ФООП, постоянно пополняются.

Kahoot! (<https://kahoot.com/>) – конечно, он известен большинству педагогов, это удобный инструмент для создания он-лайн-викторин, тестов, опросов. Данный сервис является прекрасной альтернативой дорогостоящим пультам, системам. Все, что нужно для работы – это компьютер, проектор у учителя, планшет или смартфон у ученика (Рисунок 1, 2).



Алканы относят к химически активным веществам



Рис.1



Рис.2

Learningsapps (<https://learningsapps.org/>) – один из известных сайтов-конструкторов учебных материалов. Также имеется большая библиотека уже готовых образовательных ресурсов, которая разбита на категории по предметам, уровню образования и уровню сложности. Учитель может воспользоваться уже готовым материалом, взять его за основу, редактировать его под свои запросы или создать новый.

Он-лайн доска (<https://padlet.com/>) – удобна в совместной работе с учениками, особенно при дистанционном обучении. Онлайн доску можно

использовать во время коллективного «мозгового штурма», группового или индивидуального опроса при синхронном и асинхронном обучении, выполнения домашнего задания, при изучении алгоритмов и др.

Средства для создания тестов (<https://docs.google.com/forms/>) – удобный бесплатный сервис, который можно использовать учителю-предметнику не только для проверки знаний, но и для создания опроса, сбора информации, анкетирования родителей и др. Единственный «минус» – сложности в введении химических формул, уравнений химических реакций.

Интеллектуальные карты (<https://www.mindmeister.com/ru>) – удобный инструмент для «мозгового штурма», удобное программное обеспечение, которое устанавливается на ноутбук (компьютер) или можно работать онлайн. При изучении нового раздела или темы, которая содержит большое количество терминов, понятий, взаимосвязей возможно одновременное заполнение карты с ребятами, а при установке приложения на смартфон можно дать задание для самостоятельного составления ментальной карты.

Использование презентаций в формате MS PowerPoint прочно вошло в нашу жизнь – на каждом уроке мы визуализируем информацию, используем флеш-анимации, встраиваем видеофрагменты и др. Он-лайн презентации (<https://prezi.com/>) – это интерактивные презентации, главное отличие презентаций, созданных при помощи Prezi, – интерактивность. Эта особенность реализована в Prezi через «диалоговое представление». Оно включает зрителей в процесс и позволяет лучше понять и запомнить информацию. Prezi обеспечивает отличную возможность показать взаимосвязь общей картины и отдельных её деталей. Особенно это удобно для схем. Когда мы рассматриваем схему со множеством элементов и работаем над каждой её частью по отдельности, можно время от времени возвращаться к общему плану. Это помогает не потеряться в деталях и не упустить из виду общий смысл (Рисунок 3)



Рис.3

Завершая обзор по информационным образовательным сервисам, нужно отметить, что выбор образовательного ресурса остается за учителем, за

его способностью адаптироваться к новым вызовам, новым технологиям. Также не нужно забывать о целесообразности применения того или иного ресурса во время образовательного процесса, ну и, конечно же, не забыть о соблюдении санитарно-гигиенических требований.

Список литературы:

1. **Панюкова, С.В.** Цифровые инструменты и сервисы в работе педагога. Учебно-методическое пособие. – М. : Изд-во «Про-Пресс», 2020 – 33 с.

Dobritskaya Julia Yurievna

Online services in the work of a chemistry teacher

The article discusses the main digital tools and services that can be used to create educational content, electronic educational resources, and distance learning courses. The possibilities of educational platforms, websites and portals are listed. Web technologies for communication and interaction, shells for testing and diagnostics, tools for creating videos and animations, and environments for collaboration are presented.

Keywords: electronic educational resources, educational platforms, digital tools, distance learning.

Закирова Эльнара Расимовна,
студент,
ФГАОУ ВО «КФУ»,
г. Казань (Россия)
elnara.zakirova@list.ru

Применение модели «перевернутое обучение» как компонент опережающего обучения во внеурочной деятельности

В современном мире, где объем информации увеличивается с каждым днем, становится актуальным получение знаний в ускоренном режиме. В связи с этим, опережающее обучение становится неотъемлемой частью образовательного процесса. В данной статье рассматривается модель обучения перевернутое обучение как компонент опережающего обучения во внеурочной деятельности. В статье приведен пример использования модели перевернутого обучения и результаты её применения во внеурочной деятельности.

Ключевые слова: опережающее обучение, внеурочная деятельность, перевернутое обучение, химия, цифровизация.

Использование современных методов обучения, ориентированных на учащихся, в образовательных процессах может способствовать развитию когнитивных навыков, а также способности, в коротких сроках, находить решения для сложных жизненных и ситуационных задач. Способность человека решать интеллектуальные задачи и мыслить нетривиально становится актуальным при цифровизации реальности. Креативное мышление является одним из факторов развития государства.

Целью данной научной статьи является изучение опережающего обучения во внеурочной деятельности по химии. Мы рассмотрим взаимосвязь опережающего обучения с перевернутым обучением во внеурочной деятельности и эффективность в образовательном пространстве. Для достижения поставленной цели использовались такие методы исследования, как систематизированный литературный обзор, сравнительный анализ, систематизация и анализ исходных данных.

Образование играет важную роль в формировании личности. В России – понятие образования трактуется как «единый целенаправленный процесс воспитания и обучения, являющийся общественно значимым благом и осуществляемый в интересах человека, семьи, общества и государства, а также совокупность приобретаемых знаний, умений, навыков, ценностных установок, опыта деятельности и компетенции определенных объема и сложности в целях интеллектуального, духовно-нравственного, творческого, физического и (или) профессионального развития человека, удовлетворения его образовательных потребностей и интересов» [3].

Осуществление образовательной деятельности происходит не только в урочное, но и во внеурочное время. Для обучающихся, заинтересованных

решать задания повышенного уровня сложности, которым необходимы дополнительные учебные материалы, с целью повышения знаний, умений, способностей и талантов, обучающихся применяется опережающее обучение.

Рассмотрим форму опережающего обучения на примере перевернутого обучения. Перевернутое обучение состоит двух компонентов: подготовительного и основного этапа [2]. Подготовительный этап предполагает организацию учебного процесса до урока или занятия, что включает в себя организацию учебного материала в виде видеофрагментов, учебников, статей и т.д. Обучающиеся в свою очередь готовятся к занятию до урока, просматривая видеоматериалы, изучая учебные пособия и формируют вопросы, возникающие при изучении нового материала. Во время основного этапа ученики решают задания и упражнения, которые бы выполняли дома при обычном уроке и решают задания с учителем, разбирая возникающие вопросы во время самого занятия, что помогает ускориться при выполнении заданий и даже перейти на решение заданий повышенного уровня.

Эффективность данного метода зависит от креативности, таланта и эмоционально-психологических способностей самого учителя. Если учитель решил, что будет применять данную технологию, то стоит использовать на практике постоянно, чтобы ученики научились работать данным способом и была эффективность от использования данной методики.

Применение метода перевернутого обучения помогает учителю выстроить такие занятия, на которых ученики разного уровня обученности могут реализовать свои способности. На рисунке 1 представлена схема занятия по модели перевернутого обучения, на котором определены деятельность учителя и ученика. Преимущество перевернутого обучения обусловлено тем, что ученики заняты заданиями своего уровня. Обсуждение полученных знаний и умений помогает определить ключевые моменты в определенной теме.

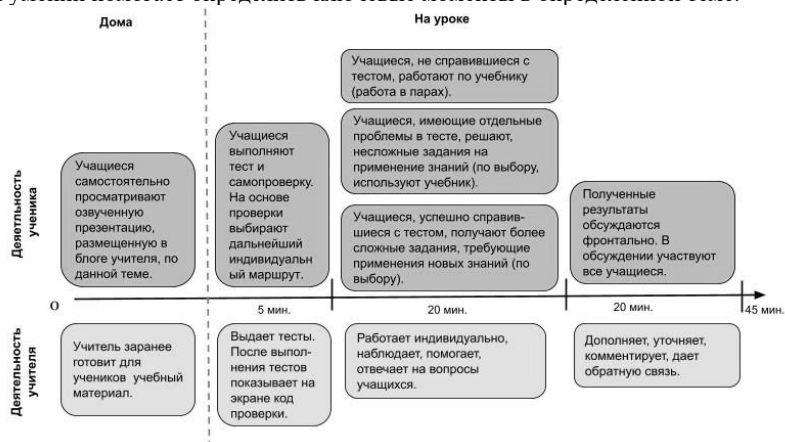


Рис. 1. Схема занятия

Данный метод предполагает, что у обучающихся возрастет интерес к учебе, что соответствует увеличению вопросов, которые требуют высокого уровня подготовки и для учителя. Поэтому комплексная и структурная подготовка и проведение занятий служит ключевым ориентиром для учителя при применении данной формы обучения.

Для апробации данной модели, мы решили выбрать способных обучающихся из 8 класса, которые участвуют в олимпиадах, а также тех, кто изъявил желание принять участие в данной программе. Для того, чтобы изучить эффективность внедрения технологии «перевернутого обучения», мы выделили критерии, которые представлены на рисунке 2.



Рис. 2. Критерии оценивания эффективности обучения

Исходя из предложенных критериев оценивания, была создана балльная система для оценивания предложенных критериев.

До применения нашей технологии, мы проверили уровень знаний по входному тестированию, уровень самостоятельности и ответственности по выполнению тестов и заданий к уроку по методике А.К. Осиницкой. Для нашей работы, мы выделили два этапа эксперимента: констатирующий и контрольный. Оценивание при констатирующем эксперименте, была проведена по предыдущей главе учебного плана. По результатам данных, были получены результаты анализа осуществления представленных критериев.

Исходя из полученных данных, на рисунке 3, мы сделали вывод о том, что у обучающихся наблюдается средний уровень из представленных критериев, что является нормой для учеников, которые только в текущем учебном году начали изучать предмет «Химия».

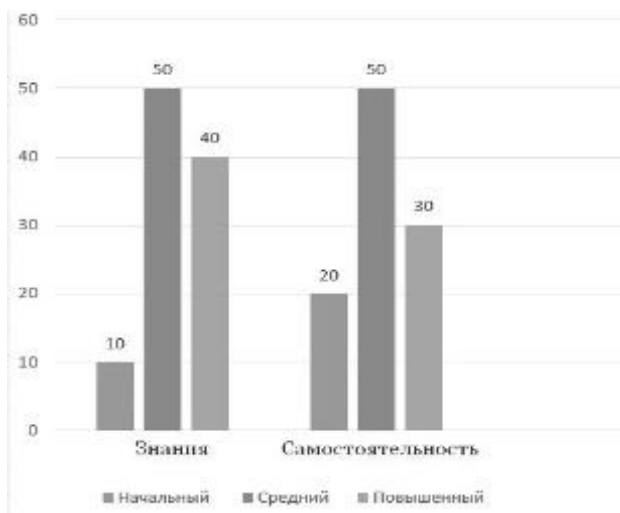


Рис. 3 Результаты обработки данных констатирующего эксперимента по оценке эффективности процесса обучения химии среди учеников констатирующей группы, в %

Для внедрения и функционирования технологии «Перевернутое обучение», были использованы разные формы и методы работы. Учебный материал был размещен в виде видеоматериалов, конспектов и учебных пособий на подобранных платформах. На уроках применялись разные формы работы: индивидуальный, групповой и парные работы. В ходе занятия применялись разные методы и также решались творческие задачи, которые поднимали интерес к изучению предмета.

Рассмотрим подробнее использование цифровых ресурсов при подготовке к занятию. Для того, чтобы обучающиеся действительно просматривали и изучали представленный материал, необходимо учитывать особенности обучения современных детей, такие как проявление излишней гиперактивности, быстрое переключение внимания и сложность сосредоточения на одном объекте. Поэтому необходимость использовать привычных для них красочных и адаптированных приложений, доказывает эффективность их использования. Они способны не только заинтересовать, но и значительно расширить возможности обучающихся и преподавателей [4].

После апробации данной технологии провели контрольную оценку эффективности, результаты которой приведены на рисунке 4.

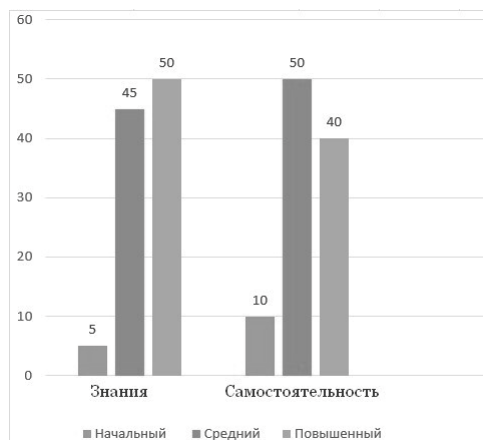


Рис. 4 Результаты обработки данных контрольного эксперимента по оценке эффективности процесса обучения химии среди учеников контрольной группы, в %

Исходя из проведенного эксперимента и полученных результатов, которые выросли за время реализации данной программы, следует, что использование и применение технологии «перевернутое обучение» свидетельствует о целесообразности его применения в учебной программе во внеурочной деятельности. Ученики стали более активными участниками учебного процесса. Наблюдала, что самостоятельность учащихся при решении задачкратно выросла.

Таким образом, применение технологии «перевернутое обучение» является наиболее эффективной и подходящей в эпоху активной цифровизации образовательной среды.

Список литературы

1. **Лыкова, Е.В.** Опережающая профессиональная подготовка в контексте профессионального самоопределения реальных секторов экономики // Педагогический журнал. – 2023. – Т. 13. – № 10А. – С. 503–511.
2. **Ремизова, Е.Г.** «Реализация методики смешанного обучения по модели «перевернутый класс» на уроках информатики» / Е.Г. Ремизова // Информационные технологии в образовании – 2009. [Электронный ресурс]. URL: <http://msk.ito.edu.ru/2014/section/229/94840/> (дата обращения: 12.02.2024).
3. **Федеральный закон** от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с посл. изм. и доп. от 5 декабря 2022 г. № 498-ФЗ) // Официальный интернет-портал правовой информации

[Электронный ресурс]. URL: <http://www.pravo.gov.ru/> (дата обращения: 20.03.2022).

4. **Черных, А.А.** Отношение педагогов и обучающихся к Smartобразованию [Электронный ресурс] // Психолого-педагогическое сопровождение образовательного процесса: сб. трудов I Международной научно-практической конференции. – Симферополь: Из-во Типография «Ариал», 2022. – С. 484–494. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48010590> / свободный (дата обращения: 11.03.2024)

Zakirova Elnara Rasimovna

Application of the «inverted learning» model as a component of advanced learning in extracurricular activities

In the modern world, where the volume of information is increasing every day, it becomes relevant to acquire knowledge in an accelerated mode. In this regard, advanced learning becomes an integral part of the educational process. This article discusses the inverted learning model as a component of advanced learning in extracurricular activities. The article provides an example of using the inverted learning model and the results of its application in extracurricular activities.

Key words: *advanced learning, extracurricular activities, inverted learning, chemistry, digitalization.*

Кореневская Наталья Юрьевна,
преподаватель,
ГБПОУ НСО «НХТК им. Д.И. Менделеева»,
г. Новосибирск (Новосибирская область)
natalya.neryahina@yandex.ru

Косьянова Светлана Александровна,
преподаватель,
ГБПОУ НСО «НХТК им. Д.И. Менделеева»,
г. Новосибирск (Новосибирская область)
century6@mail.ru

**Рабочая тетрадь «лабораторный практикум» как средство
формирования личностных результатов обучающихся в рамках учебной
дисциплины «химия»**

В статье рассматривается инструмент методического сопровождения студентов при подготовке будущих специалистов химических и химико-технологических специальностей. Выделены основные элементы подготовки студентов при формировании профессиональных компетенций будущих специалистов. Выделены профессиональные и личностные результаты.

Ключевые слова: рабочая тетрадь, компетенция, профессиональная подготовка, лабораторный практикум, личностные результаты обучения, лабораторный химический анализ.

Одним из важных предметно-знаковых средств обучения, получивших в последнее время общее признание у преподавателей и студентов, является рабочая тетрадь. В настоящее время рабочие тетради по циклу учебных дисциплин плотно вошли в методическую систему обучения полной средней школы. Однако широкого применения в профессиональной подготовке специалистов этот вид средств обучения пока не нашел.

В связи с этим, возникает актуальность создания методического пособия в целях развития профессиональной компетенции обучающихся. Был проведен социальный опрос, среди обучающихся 1 курса. По результатам опроса видно, что обучающиеся в большинстве пользовались рабочими тетрадями по различным предметам в школе и знакомы с этим видом деятельности. Следовательно, целесообразно при адаптации студентов к системе СПО использовать рабочие тетради. С точки зрения воспитательного компонента рабочая тетрадь имеет достаточно большое значение поскольку способствует формированию личностных результатов реализации программы воспитания.

В рабочей программе воспитания, целью которой является личностное развитие обучающихся и их социализация, в том числе путем приобретении опыта и применения сформированных профессиональных компетенций, мы

видим личностные результаты, которые должны быть развиты у студента в период его обучения в рамках учебного процесса.

Обучение по данной рабочей тетради реализуется уже четвертый год. Личностные результаты из примерной рабочей программы по дисциплине коррелируются с личностными результатами из программы воспитания.

Лабораторный практикум для студентов 1 курса по Химии был создан с целью повышение уровня компетентности и освоение навыков работы с нормативной документацией.

Для достижения поставленной цели реализуются следующие задачи:

1. Развитие критического мышления у студентов;
2. Умение применять теоретические знаний на практике;
3. Формирование у студентов навыков самоконтроля и самоорганизации при составлении протоколов лабораторных работ.

Одним из концептуальных нововведений новых образовательных стандартов по наиболее востребованным и перспективным профессиям и специальностям (ФГОС по ТОП-50) является демонстрационный экзамен, позволяющий оценить выпускника как специалиста. Началом формирования студента, как будущего специалиста, является лабораторная работа (начиная с 1 курса) по профильным дисциплинам в соответствии со специальностью.

В лабораторном практикуме приведены методики по соответствующим темам, использование которых позволит научить студентов работать с документацией и формулировать выводы по работе, также приведен примерный план заполнения протокола.

При использовании лабораторного практикума студентам рекомендуется самостоятельно разработать протокол испытания, что как раз и позволяет формировать профессиональную ответственность за деятельность как будущего специалиста.

Совместно с преподавателем студентам следует заполнять инфраструктурный лист для каждой конкретной методики (это поможет студентам научиться в дальнейшем осуществлять грамотный подбор оборудования и расходных материалов). Данное задание помогает формировать у обучающихся навыки самоорганизации, поскольку перед ними стоит задача выбора необходимого из всего имеющегося набора химической посуды и оборудования.

Также в тетради имеются задания, направленные на разработку критериев оценки. Критерии широко используются в Чемпионатах профессионального мастерства «Профессионалы» по различным компетенциям, в том числе по компетенции «Лабораторный химический анализ», а также при проведении Демонстрационного экзамена. Критерии оценки – набор аспектов для измерения навыков и квалификации конкурсантов, в нашем случае студента.

Критерии оценки рекомендуется также разрабатывать преподавателям совместно со студентами. Это поможет студентам актуализировать знания и навыки, полученные при освоении образовательной программы.

Студенты, работающие с тетрадью, учатся выявлять и ставить проблему, искать известные и необычные пути к цели, сопоставлять, делать

умозаключение. Именно это позволяет поставить обучающихся в позицию исследователей. Что в конечном итоге работает на формирование не только профессиональных навыков, но и личностных результатов обучающихся.

Лабораторный практикум, как дидактическое средство обучения студентов по специальностям ТОП-50 СПО с учетом требований проведения демонстрационного экзамена позволяет решить сразу несколько задач:

1. Профессиональные результаты. К ним можно отнести:

- формирование у студентов представление о методике проведения демонстрационного экзамена;
- предложение студентам конкретных методик, направленных на приобретение профессиональных навыков в рамках учебного процесса;
- умение студентов формировать протоколы испытаний, позволяющие оценить готовый продукт исследования.

2. Личностные результаты

- самоорганизация студента при выполнении поставленной профессиональной задачи;
- самоконтроль студентов при выполнении профессиональных задач;
- развитие критического мышления у студентов при выполнении лабораторных работ.

Лабораторный практикум может быть успешно реализован как для студентов профильных специальностей в полном объеме, так и частично для студентов не профильных специальностей.

Список литературы

1. **Федеральный закон** от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с посл. изм. и доп. от 5 декабря 2022 г. № 498-ФЗ) // Официальный интернет-портал правовой информации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pravo.gov.ru/> (дата обращения: 20.02.2024).
2. Паспорт приоритетного проекта «Образование» по направлению «Подготовка высококвалифицированных специалистов и рабочих кадров с учетом современных стандартов и передовых технологий» («Рабочие кадры для передовых технологий»), утвержденный протоколом заседания Президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам от 25 октября 2016 года №9.
3. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 16.08.2013 года №968 «Об утверждении порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего профессионального образования».

**Korenevskaya Natalia Yurievna
Kasyanova Svetlana Alexandrovna**

**The workbook «laboratory workshop» as a means of forming personal results
of students within the framework of the discipline «chemistry»**

The article considers a tool for methodological support of students in the preparation of future specialists in chemical and chemical technology specialties. The main elements of student training in the formation of professional competencies of future specialists are highlighted. Professional and personal results are highlighted.

Keywords: *workbook, competence, professional training, laboratory workshop, personal learning outcomes, laboratory chemical analysis.*

Абдрахимова Аделина Наилевна,
*студент,
ФГОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет,
г. Казань, Россия
abdrakhimova_2005@mail.ru*

Космодемьянская Светлана Сергеевна,
*кандидат педагогических наук, доцент,
ФГОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет,
г. Казань, Россия
svetlanakos@mail.ru*

Оптимальный выбор методов технологии развития критического мышления на уроках химии

Аннотация. *В данной статье представлен анализ применения наиболее рационально определенных методов технологии развития критического мышления в методике преподавании химии в предпрофильных 8-9-х классах.*

Ключевые слова: *химия, педагогическая технология, критическое мышление, метод, учащиеся, методика химии.*

Каждый современный человек понимает, что химия – это не отдельная дисциплина / школьный предмет, а целый комплекс научных дисциплин, так как включает в себя общую, органическую, неорганическую, физическую, аналитическую химию и многие другие науки. Учитель формирует творчески развитую, мыслемобильную активность обучающихся, легко адаптирующихся к реалиям и способных принимать верные решения в нестандартных ситуациях. Этому способствует постоянный рост профессиональной компетентности самого учителя химии в поиске рационального применения и системного комбинирования элементов педагогических технологий, методов, форм и средств эффективной организации учебно-воспитательного процесса [3]. Учитель должен выбрать наиболее оптимальное соотношение из их вариативного множества, учитывая достоинства и недостатки каждой в зависимости от уровня обученности учеников и профиля класса.

Данная тема нас заинтересовала в силу своей актуальности, поэтому она выбрана в 2023 г. как основная методическая тема будущего учителя химии. На данном этапе исследования был проведен анализ соответствующей литературы и передового педагогического опыта. Мы провели анализ наиболее востребованных в педагогической практике обучения химии технологий и отмечаем технологию развития критического мышления (ТРКМ или ТКМ), не потерявшую свою актуальность в настоящее время [2; 4]. Технология является одной из тех, что может применяться отдельными структурными компонентами – элементами. Критическое мышление рассматривается как тип мышления, определяющий объективную оценку любых утверждений при открытости

новым идеям. Оно формирует самостоятельность мышления, ответственность за собственные решения, позволяет ученику влиять на результаты собственного образовательного процесса, помогая мыслить разумно и рефлексивно [7].

Анализ педагогической литературы и опыта педагогической деятельности показывает, что критическое мышление состоит из трёх фаз: фаза вызова, фаза осмысления содержания, фаза рефлексии [6, с. 53-56]. Они составлены так, чтобы учителю было легко маневрировать на каждом этапе урока. Каждая фаза обладает определенными функциями: 1) фаза вызова: мотивационная, информационная, коммуникационная; 2) фаза осмысления содержания: информационная, систематизационная; 3) фаза рефлексии: коммуникационная, информационная, мотивационная, оценочная.

По результатам анализа работы учителя химии школы Верхнеуслонского муниципального района Республики Татарстан были спроектированы методические разработки для первой педагогической практики в должности учителя химии. Мы проанализировали возможности применения элементов данной технологии в рамках преподавания школьного предмета для предпрофильных классов. На этапе вызова происходит актуализация уже полученных детьми знаний и умений по теме, мотивация их на дальнейшую деятельность. Мы считаем, что в ходе этой фазы наиболее выигрышным является метод «*Мозговой штурм*», основоположником которого является А. Осборн (1953 г.). Метод «Мозговой штурм» эффективен, так как охватывает весь класс и позволяет активизировать всех детей. Мы предполагаем применять данный метод для организации групповой работы обучающихся в 8 и 9 классах, так как ученики полностью включаются в работу, каждый высказывает свое мнение на заданные учителем вопросы по теме в своей мини-группе, что облегчает в дальнейшем выступление перед большой аудиторией всего класса. Формирование личностных результатов обучения в формате определенной «небоязни» критики со стороны своих одноклассников позволяет определить вектор данного метода на реализацию деятельностного и личностно-ориентированного подхода.

Еще одним интересным приемом является таблица «*Знаю – хочу узнать – узнал*» (З-Х-У), которая представляет собой одну из активных стратегий развития рефлексивности как умения размышлять над своими мыслями и знаниями. Несмотря на достаточно богатую историю возникновения и развития данного метода (Д. Огл, 1986 г.), свою актуальность он не потерял. Анализ передовой практики показывает, что на данном этапе ученики закрепляют, систематизируют и обобщают свои знания по теме урока и выделяют наиболее актуальные вопросы, перенося их во второй столбец таблицы. Мы предполагаем использование данного метода в 8-9-х классах на уроках химии для достижения планируемых образовательных результатов обучающихся. Это позволяет развить навык общения (коммуникативная функция), повышает мотивацию учащихся на дальнейшее изучение темы (мотивационная функция).

Фаза осмысления содержания характеризуется изучением нового, незнакомого для ученика материала, поэтому учитель химии должен использовать такие методы, которые помогут ему отследить процесс

ознакомления обучающихся с информацией, которые помогут выявить вопросы, оставшиеся без ответа или вызвавшие затруднения [1]. Эта часть урока объемна по времени, поэтому можно использовать методы: «Кластер», «Перепутанные логические цепи», «Оформление текста в таблицу», «Взаимоопрос», «Составление плана» и другие.

Наиболее эффективен, на наш взгляд, вариант с разработкой кластера. Ниже (см. Рис. 1) представлен вариант кластера по теме «Железо и его соединения», составленный учеников 9 класса. Мы проанализировали возможности работы учителя и пришли к выводу о наличии вариативного применения и предлагаем следующие варианты:

- ученики работают с текстом учебника, переводя текст в кластер,
- учитель задает ученикам неполную схему, предлагая дополнить его элементы,
- ученик «усложняют» кластер, разработанный соседом по парте,
- ученики составляют тематический кластер одного направления (например, «Железо как микроэлемент в организме человека») и т.д.

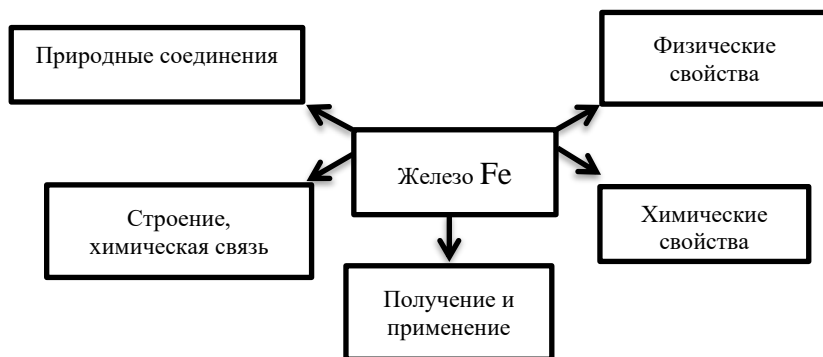


Рис. 1 Схема кластера «Железо и его соединения»

Мы проанализировали работу учителя химии МБОУ «Верхнеуслонская СОШ» с. Верхний Услон Республики Татарстан и отмечаем активную работу по всем из перечисленных вариантам. Однако самым эффективным методом учитель определил «Кластер», который является графическим изложением текста и позволяет воспринимать информацию в структурированном виде, что значительно облегчает процесс усвоения учебной темы.

Стадия рефлексии – это обработка полученного и / или интерпретация изученного, причем ученики могут вернуться к начальным записям и оставить дополнения [5]. При этом происходит объединение актуальных и осмысленных знаний. Ученики могут работать индивидуально и в группе. «ИНСЕРТ», «СИНКВЕЙН», «Свободное письмо» – это те методы, которые помогают соотнести новую информацию с ранее изученной.

ИНСЕРТ как прием технологии развития критического мышления через чтение и письмо. Расшифровывается как: I – interactive – интерактивная; N – noting – познавательная; S – system – система; E – system – для эффективного; P – reading – чтения и; T – thinking – письма. Во время работы с текстом ученик делает отметки на полях – «уже знал», «новое», «думал иначе», «не понял, есть вопросы».

Проведя анализ изученного материала в соответствии с методической темой «Формирование системы химических знаний у обучающихся с использованием технологии критического мышления» мы отмечаем актуальность и потенциал дальнейшего совершенствования ТРКМ в области химического образования.

Мы отмечаем, что достижение планируемых результатов освоения учебного материала по химии на современном этапе должно проходить через применение междисциплинарных учебных программ, наиболее тесно связанных с ТРКМ:

1. Формирование универсальных учебных действий;
2. Формирование ИКТ-компетентности;
3. Основы учебно-исследовательской и проектной деятельности;
4. Основы смыслового чтения и работа с текстом.

Таким образом, применение методов ТКМ способствует не только лучшему усвоению химических знаний и концепций, но и развитию у учеников навыков анализа, оценивания и сопоставления. Включение методов критического мышления в образовательный процесс способствует повышению уровня активности учеников и улучшению результатов обучения. Это подтверждает важность использования на уроках химии современных образовательных технологий, направленных на всестороннее развитие когнитивных способностей учащихся.

Список литературы:

1. **Богданова, М.А.** Методы и приемы технологии критического мышления [Электронный ресурс] // nsportal.ru URL: <https://nsportal.ru/shkola/obshchepedagogicheskie-tehnologii/library/2012/11/21/metody-i-priemy-tehnologii> (дата обращения: 10.03.2024).
2. **Заир-Бек, С.И.** Развитие критического мышления на уроке / С.И. Заир-Бек, И.В. Муштавинская. – 2-е изд., дораб. М. : Просвещение, 2011. – 223 с.
3. **Лебедева, М. Ю.** Особенности восприятия и понимания цифровых текстов: междисциплинарный взгляд / М.Ю. Лебедева, Т. С. Веселовская, О.Ф. Купрещенко // Перспективы науки и образования. – 2020. – № 4 (46). – С. 74-98.
4. **Мансурова, И.А.** Технология развития критического мышления в преподавании технических дисциплин в системе высшего образования / И.А. Мансурова, С.В. Фомин // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3.; [Электронный ресурс] URL:

<https://science-education.ru/ru/article/view?id=13588> (дата обращения: 26.03.2024).

5. Развитие критического мышления через чтение и письмо [Электронный ресурс] // URL: http://mozlincey.by/mr_proekt_critic.php (дата обращения: 10.03.2024).
6. **Саттарова, Г.А.** Формирование и развитие критического мышления на дистанционных уроках химии / Г.А. Саттарова, С.С. Космодемьянская / Цифровые трансформации в образовании. Технологии, коммуникации, решения: монография / под общ.ред. научн. совета ГНИИ «Нацразвитие». – СПб.: ГНИИ «Нацразвитие», 2023. – 80 с.
7. **Сорока, М.** Технология критического мышления на уроке химии [Электронный ресурс] // URL: https://rosuchebnik.ru/material/kriticheskoe-myshlenie-na-uroke-khimii/?utm_source=google.com&utm_medium=organic&utm_campaign=google.com&utm_referrer=google.com (дата обращения: 10.03.2024).

Abdrakhimova Adelina Nailevna
Kosmodemyanskaya Svetlana Sergeevna

Optimal choice of technology methods for developing critical thinking in chemistry lessons

Annotation. *This article presents an analysis of the use of the most rationally defined methods of technology for the development of critical thinking in the methodology of teaching chemistry in pre-specialty grades 8-9.*

Key words: *chemistry, educational technology, critical thinking, method, students, chemistry methods.*

Луканина Светлана Николаевна,
доктор биологических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «НГПУ»,
г. Новосибирск (Россия),
lukanina.lukanina@yandex.ru

Сахаров Андрей Валентинович,
доктор биологических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «НГПУ»,
г. Новосибирск (Россия),
asakharov142@yandex.ru

**Формирование профессиональных компетенций у студентов педагогического университета при изучении анатомии человека с использованием интерактивного анатомического стола «Пирогов»
Технопарк универсальных педагогических компетенций**

В статье рассматриваются возможности формирования профессиональных компетенций у студентов педагогического университета при изучении анатомии человека посредством использования интерактивного анатомического стола «Пирогов» Технопарк универсальных педагогических компетенций. Такого рода образовательные инструменты позволяют обучающимся не просто получать необходимые предметные знания, умения и навыки. Они способствуют формированию у них предметных компетенций, которые, в свою очередь, развивают соответствующие личностные свойства и профессиональные предпочтения.

Ключевые слова: Профессиональные компетенции, интерактивный анатомический стол «Пирогов», анатомия человека, педагогический университет, Технопарк универсальных педагогических компетенций.

Работа выполнена в рамках проведения прикладного научного исследования федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Новосибирский государственный педагогический университет» по теме «Проектирование функциональной модели интеграции в системе «школа-вуз» на основе применения ресурсов Технопарка в реализации современного биологического образования» по государственному заданию Минпросвещения РФ на 2024 г. № 073-03-2024-052 от 18.01.2024.

Структура биологического образования в педагогическом университете предполагает освоение ряда специализированных предметов с компонентами профессиональной направленности. Одной из базовых дисциплин является «Анатомия человека», неотделимо связанная с другими дисциплинами, так как она объединяет различные области знания, относящиеся к строению организма человека на всех уровнях от субклеточных структур до

структурно-функциональных систем. Студенту, изучающему «Анатомию человека», необходимо освоить несколько тысяч специальных терминов, названий, составить себе целостное представление о строении организма в эволюционном и функциональном аспекте, установить закономерности структур и использовать полученные знания в будущей педагогической деятельности [1]. В связи с этим обучающиеся получают значительный объем информации, процесс переработки которой зачастую бывает трудным. Поэтому возникает необходимость оптимизировать процесс обучения, посредством применения различных технологий, способствующих развитию профессиональных компетенций, включая цифровые.

Цель работы – охарактеризовать возможности формирования профессиональных компетенций у студентов педагогического университета при изучении анатомии человека посредством использования интерактивного анатомического стола «Пирогов» Технопарка универсальных педагогических компетенций.

В условиях компетентного и системно – деятельностного подходов, у обучающихся помимо предметных знаний, умений и навыков должны быть сформированы соответствующие компетенции и компетентности, позволяющие им самостоятельно работать с большими объемами информации по изучаемым дисциплинам [3, 5]. Современные цифровые технологии и мультимедиа позволяют успешно индивидуализировать учебный процесс в каждой образовательной организации. Под цифровыми инструментами в образовании понимают цифровизацию образовательной среды, с целью обеспечения заявленной сферы образования методологией и технологией разработки и использования, современных информационно-коммуникативных технологий, которые ориентированы на реализацию триединой образовательной цели: обучение, воспитание и развитие субъекта [4]. К цифровым образовательным ресурсам на той или иной обучающей платформе, в зависимости от назначения и объема учебного содержания относят [2]: электронный учебно – методический комплекс; электронный демонстрационный материал; электронный модуль проверки знаний; электронный практикум; электронный учебный модуль (дистанционный курс); электронное учебное пособие; электронное методическое пособие.

Одним из важных методов обучения является использование цифровых образовательных ресурсов, например, – интерактивного анатомического стола «Пирогов» Технопарка универсальных педагогических компетенций.

Следует вспомнить, что по инициативе президента России Владимира Владимировича Путина с целью модернизации образовательной инфраструктуры педагогических вузов Министерством просвещения РФ была сформирована программа «Учитель будущего поколения России», в рамках которой в педагогических университетах страны созданы межфакультетские технопарки универсальных педагогических компетенций. Основными задачами функционирования этих подразделений являются реализация междисциплинарных и метапредметных проектов, организация исследовательской работы, формирование функциональной грамотности у

обучающихся. Для реализации поставленных задач педагогические вузы получили возможность приобретения современного оборудования для осуществления учебной и научной деятельности обучающихся. Нужно отметить, что важнейшее значение, позволяющее расширить и перевести на новый уровень изучение дисциплины «Анатомия человека», является появление в Технопарке педагогического университета интерактивного анатомического стола «Пирогов».

Такого рода инструменты имеют большую функциональность, которая позволяет проводить процесс обучения как минимум, в четырёх режимах, включая комплексный контроль усвоения учебного материала школьниками. Режим «диагностика» позволяет получить представление о существующих методах функциональной диагностики и др. Возможность сравнения диагностических данных с 3D-моделями тела максимально приближает к реальным условиям. В дальнейшем студент имеет возможность самостоятельно выбрать разноуровневые тесты, чтобы пройти текущую аттестацию по той, или иной учебной теме. Батареи тестов позволяют проверить как теоретические знания, так и некоторые умения. Цифровой формат изучения учебных тем дисциплины «Анатомия человека» позволяет студенту самостоятельно выбрать объём учебного материала. Он может выделить и изучить изолированно любой внутренний орган или систему органов, охарактеризовать их топографию (рис. 1), изучить особенности строения органа (рис.2), обозначить определенные области (рис. 3). Можно также добавлять соседние органы, наращивать мышцы и др.

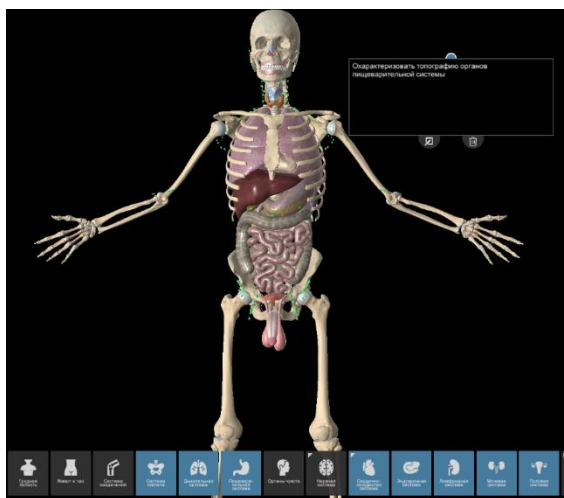


Рисунок 1. Пример задания по характеристике топографии внутренних органов

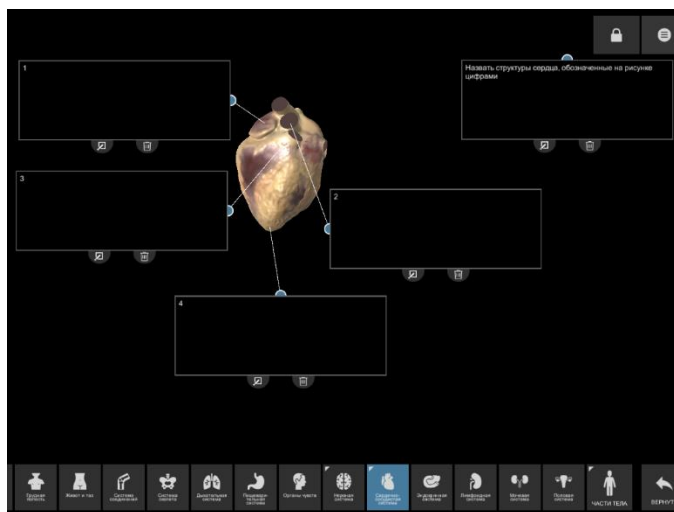


Рисунок 2. Пример задания по изучению внешнего строения внутреннего органа

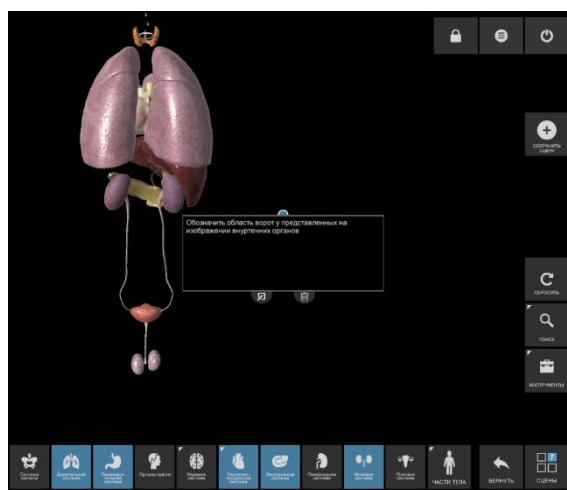


Рисунок 3. Пример задания по определению структурно-функциональных областей внутренних органов

Таким образом, можно заключить, что использование интерактивного анатомического стола «Пирогов» Технопарка универсальных педагогических

компетенций позволяет существенно расширить возможности изучения дисциплины «Анатомия человека» и способствует формированию профессиональных компетенций у студентов педагогического университета.

Список литературы

1. **Андреевкова, И.В.** Актуализация рабочей программы по дисциплине «Анатомия и морфология человека» с использованием информационных технологий / И.В. Андреевкова // Биологические науки в школе и вузе. – 2022. – № 23. – С. 6–11.
2. **Басий, Р.В.** Формирование общепрофессиональных компетенций при изучении дисциплины «Анатомия человека» / Р.В. Басий, Ю.В. Довгялло // Университетская клиника. – 2018. – № 2 (27). – С. 90–92.
3. **Бобырев, А.В.** Педагогическая сущность нестандартных уроков в условиях профильного обучения / А.В. Бобырев // Ростов: известия ЮФУ. Технические науки. – 2019. – 275 с.
4. **Ефимов, П.П.** Направления использования современных цифровых технологий в инновационной образовательной среде / П.П. Ефимов, И.О. Ефимова. - Текст: непосредственный // Теория и практика образования в современном мире: материалы VI Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, декабрь 2014 г.). – Санкт-Петербург: Заневская площадь. – 2014. — С. 373–376.
5. **Мельников, С.В.** Новые образовательные технологии в условиях компетентностного подхода / С.В. Мельников // Вестник Учебно-методического объединения вузов России по образованию в области социальной работы. – М.: РГСУ, 2014. – № 4. – С. 68– 70.

**Lukanina Svetlana Nikolaevna
Sakharov Andrey Valentinovich**

The Formation of Professional Competencies Among Students of a Pedagogical University when Studying Human Anatomy Using the Interactive Anatomical table “Pirogov” of the Technopark of Universal Pedagogical Competencies

The article discusses the possibilities of developing professional competencies among students of a pedagogical university when studying human anatomy through the use of the interactive anatomical table “Pirogov” of the Technopark of Universal Pedagogical Competencies. These kinds of educational tools help students not only learn the necessary subject knowledge, skills and abilities. They contribute to the formation of their subject competencies, which, therefore, form the corresponding personal properties and professional preferences.

Key words: professional competencies, interactive anatomical table “Pirogov”, human anatomy, pedagogical university, Technopark of Universal Pedagogical Competencies.

Макеева Виктория Александровна,
*студент,
ФГАОУ ВО «К(П)ФУ»
г. Казань, Россия
vika.makeeva.0312@mail.ru*

Низамов Ильнар Дамирович,
*кандидат химических наук, доцент,
ФГАОУ ВО «К(П)ФУ»
г. Казань, Россия
vika.makeeva.0312@mail.ru*

Методика решения экспериментальных задач по неорганической химии при подготовке к основному государственному экзамену

В работе изучены вопросы повышения уровня решения экспериментальных задач по неорганической химии при подготовке к основному государственному экзамену (ОГЭ). Центральное место в работе занимает ход и результаты экспериментального исследования повышения уровня решения экспериментальных задач при подготовке к ОГЭ, раскрыты методы диагностики уровня, раскрыто содержание поэтапного комплекса решения экспериментальных задач по неорганической химии при подготовке к ОГЭ, проанализированы и обобщены в выводах эмпирические данные.

Ключевые слова: мыслительная деятельность, экспериментальная задача, неорганическая химия, основной государственный экзамен, методические аспекты, комплекс решения задач.

Актуальность исследования обусловлена переменами окружающей нас реальности. Именно присутствие настоящих перемен привело к пониманию необходимости обязательного формирования не только мыслительных действий, но и практических умений обучающихся при работе с экспериментальными задачами по химии. Проведенное, значительное количество исследований, психологами и дидактами позволило утвердить, что решение задач является одним из средств овладения совокупностью знаний по тому или иному предмету, и в то же время оказывает содействие в развитии самостоятельного творческого мышления [5]. Безусловно не малое число исследований в методике преподавания химии посвящаются непосредственно формированию у обучающихся опыта творческой деятельности. Но стоит понимать, что творчество не рассматривается как средство повышения сознательности знаний, ряд ученых утверждают, что для формирования творческих способностей у учащихся уже должны быть сознательные знания [6]. На основании выдвинутых противоречий сформулированы цель и задачи исследования.

Цель исследования: теоретически обосновать и экспериментально проверить выдвинутую гипотезу о решении экспериментальных задач по неорганической химии при подготовке к основному государственному экзамену.

Задачи исследования:

- 1) рассмотреть этапы формирования умений и навыков, необходимых для решения экспериментальных задач и определить их роль;
- 2) разработать и реализовать поэтапный комплекс решения экспериментальных задач по неорганической химии при подготовке к ОГЭ;
- 3) экспериментально проверить уровень решения экспериментальных задач при подготовке к ОГЭ на уроках-практикумах.

Гипотеза: уровень решения экспериментальных задач при подготовке к ОГЭ будет высоким, если на уроках химии обеспечить следующие методические аспекты:

- разработать и реализовать поэтапный комплекс решения экспериментальных задач по неорганической химии при подготовке к ОГЭ;
- на каждом уроке-практикуме по химии проводить групповую рефлекссию для анализа реализуемого комплекса, с целью установления его эффективности.

Практическая значимость работы состоит в разработке поэтапного комплекса решения экспериментальных задач по неорганической химии при подготовке к ОГЭ. Данные материалы могут быть использованы учителями химии для повышения уровня учащихся при решении экспериментальных задач по неорганической химии. Для осуществления ускоренного развития мыслительной деятельности обучающихся весомое значение играет включение в процесс обучения различных задач. Причиной этого является необходимость использования таких мыслительных приемов, как анализ, синтез, конкретизация, алгоритмизация, абстрагирование и т. д. [3].

Формирование у школьников умений и навыков применения разнообразных приемов мыслительной деятельности при решении задач может осуществляться согласно следующим этапам:

- 1) ознакомление учеников с отдельными приемами мышления;
- 2) направление обучающихся к формированию вывода о том, что данный прием облегчил путь к пониманию и решению задачи;
- 3) выбор определенного мыслительного приема осуществляется на основании структуры и содержания рассматриваемой задачи;
- 4) научение комбинированному использованию различных приемов мышления во всевозможных комбинациях друг с другом;
- 5) далее осуществляется выработка самостоятельной привычки у обучающихся применять мыслительные приемы при решении задач [1; 4].

В ходе исследования были использованы такие методы, как анализ научной и учебно-методической литературы, диагностика результатов уроков-практикумов, математическая обработка результатов.

Экспериментальное исследование включало следующие этапы:

1. Организационный этап. Включал в себя постановку целей и задач исследования, определение гипотезы, изучение и анализ научно-методической литературы по проблеме исследования.

2. Констатирующий этап. Цель данного этапа заключалась в проведении первичной диагностики уровня решения экспериментальных задач по неорганической химии при подготовке к ОГЭ в контрольной (КГ) и экспериментальной группах (ЭГ), за основу которого были взяты критерии и показатели, соответствующие отобранному методическому инструментарию.
3. Формирующий этап. Выполнение в экспериментальной группе гипотетических условий:
 - разработать и реализовать поэтапный комплекс решения экспериментальных задач по неорганической химии при подготовке к ОГЭ;
 - на каждом уроке-практикуме по химии проводить групповую рефлексию для анализа реализуемого комплекса, с целью установления его эффективности.
4. Контрольный этап. На данном этапе проводится повторная диагностика уровня решения экспериментальных задач при подготовке к ОГЭ в контрольной и экспериментальной группах, формулируются выводы относительно проверяемой гипотезы.

Нами был разработан и реализован поэтапный комплекс решения экспериментальных задач по неорганической химии при подготовке к ОГЭ (Табл. 1). Данный комплекс был внедрен в образовательный процесс экспериментального класса, на уроках-практикумах по химии.

Таблица 1

Комплекс этапов решения экспериментальных задач	
Этап	Осуществляемая деятельность
1	Ознакомление с условием задачи
2	Анализ условия задачи
3	Составление хода теоретического решения
4	Выбор оптимального варианта
5	Подготовка к осуществлению практического решения
6	Проведение химического эксперимента
7	Проведение наблюдений
8	Оформление результатов проведенной работы

По результатам осуществленной работы на констатирующем этапе эксперимента было выявлено, что показатели уровня решения экспериментальных задач контрольной и экспериментальной групп практически не имеют отличия между собой, уровень – ниже среднего (Табл. 2).

Таблица 2

Результаты исследования уровня решения экспериментальных задач по неорганической химии на констатирующем этапе эксперимента

Уровень	КГ, кол-во учащихся, чел.	ЭГ, кол-во учащихся, чел.
Высокий	1	1
Выше среднего	4	3
Средний	4	3
Ниже среднего	8	9
Низкий	5	4
Итого	22	20

Исследование уровня решения экспериментальных задач контрольной и экспериментальной групп, после формирующего этапа эксперимента проводилось на основании решения аналогичных задач, разработанных нами. На контрольном этапе эксперимента нами было установлено, что показатели уровня решения экспериментальных задач в группах отличаются существенно: у учащихся экспериментальной группы уровень значительно вырос, в отличие от учащихся контрольной группы, где уровень решения экспериментальных задач остался без изменений. Результаты эксперимента отражены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты исследования уровня решения экспериментальных задач по неорганической химии на контрольном этапе эксперимента

Уровень	КГ, кол-во учащихся, чел.	ЭГ, кол-во учащихся, чел.
Высокий	1	8
Выше среднего	4	9
Средний	4	2
Ниже среднего	8	1
Низкий	5	0
Итого	22	20

Согласно результатам проведённого формирующего этапа эксперимента уровень решения экспериментальных задач по неорганической химии при подготовке к ОГЭ значительно повысился: число участников, владеющих умениями решать экспериментальные задачи на выше среднем и высоком уровнях, увеличилось с 5 до 17 человек. На основании данных в ходе исследования был разработан и реализован поэтапный комплекс решения экспериментальных задач по неорганической химии при подготовке к ОГЭ, структура которого состоит из следующих этапов: ознакомление с условием задачи, анализ условия задачи, составление хода теоретического решения, выбор оптимального варианта, подготовка к осуществлению практического решения, проведение химического эксперимента, проведение наблюдений, оформление результатов проведенной работы.

На основе полученных результатов, можно сказать, что выдвинутая гипотеза полностью подтвердилась: уровень решения экспериментальных задач при подготовке к ОГЭ будет высоким, если на уроках химии обеспечить следующие методические аспекты:

- разработать и реализовать поэтапный комплекс решения экспериментальных задач по неорганической химии при подготовке к ОГЭ;
- на каждом уроке-практикуме по химии проводить групповую рефлексию для анализа реализуемого комплекса, с целью установления его эффективности.

Список литературы

1. **Ахметов, М. А.** Химия, 8 класс: методическое пособие / М. А. Ахметов, Н. Н. Гара. – М.: Вентана-Граф, 2021. – С. 106.
2. **Гильманшина, С. И.** Методологические и методические основы преподавания химии в контексте ФГОС ОО // С. И. Гильманшина, С. С. Космодемьянская: учебное пособие. – Казань: Отечество, 2012. – С. 104.
3. **Жукова, М. И.** Методика преподавания химии: учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профили «Химия», «Экология»; профили «Химия», «Биология» / М. И. Жукова. – Воронеж: Воронежский государственный педагогический университет, 2022. – С. 180.
4. **Качалова, Г. С.** Обучение решению экспериментальных химических задач на компетентностной основе: монография. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2018. – С. 163.
5. **Петрищева, Т. Ю.** Химический эксперимент: учебно-методическое пособие. – Елец: Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина, 2020. – 86 с.
6. **Хабирова, И. И.** Практико-ориентированные задачи как средство результативности и эффективности обучения / И. И. Хабирова, И. Д. Низамов // В сборнике: Система знаний: вопросы теории и практики. сборник научных трудов. Казань, 2022. – С. 122–128.
7. **Шаталов, М. А.** Современный урок химии: дидактические основы и особенности построения // Химия в школе. – 2013. – № 2. – С. 12–22.

**Makeeva Victoria Alexandrovna
Nizamov Inar Damirovich**

Methodology for solving experimental software problems inorganic chemistry in preparation for the main state examination

The paper examines the issues of increasing the level of solving experimental problems in inorganic chemistry in preparation for the main state exam. The central place in the work is occupied by the progress and results of an experimental study of increasing the level of solving experimental problems in preparation for the main state exam, methodological aspects of ensuring the development of the level are reflected, the content of a step-by-step complex of solving

experimental problems in inorganic chemistry in preparation for the main state exam is disclosed, empirical data are analyzed and summarized in conclusions.

Keywords: *mental activity, experimental task, inorganic chemistry, basic state exam, methodological aspects, complex problem solving.*

Мельник Дарья Витальевна,
бакалавр педагогического образования
ФГАОУ ВО «К(П)ФУ»,
г. Казань (Россия)
Melnik_dasa@mail.ru

Цифровые образовательные экосистемы в подготовке бакалавров педагогического образования: теоретические основы

В статье анализируются теоретические основы применения цифровых образовательных экосистем в подготовке бакалавров педагогического образования, а также организационно-педагогические условия реализации цифровых экосистем на примере химического образования.

Ключевые слова: цифровая экосистема, цифровизация образования, инновация, образовательная платформа, педагогическое образование.

В современных условиях цифровая экосистема рассматривается как очередная ступень в цифровом изменении образования и в педагогическом в том числе. Гармонично действующая экосистема образовательных учреждений является определяющим фактором развития цифровизации образования. Рост заинтересованности в цифровых образовательных экосистемах обусловлен требованием времени [5; 6] – необходимостью внедрения современных методик преподавания в цифровом мире, цифровизации образовательного процесса [3; 4], применения цифрового портфолио для фиксации достижений студентов – будущих учителей [8]. В тоже время достаточно устойчиво мнение о том, что высокие результаты обучения возможны только при использовании традиционной модели обучения и классических педагогических технологий. В данном исследовании предпринята попытка разрешения данного противоречия.

Цель исследования состоит в анализе теоретических основ применения цифровых образовательных экосистем в подготовке бакалавров педагогического образования и выявлении организационно-педагогических условий реализации цифровых экосистем на примере химического образования.

Прошедшая пандемия продемонстрировала возможности новых моделей организации образовательного процесса по созданию гибкой обучающей среды. В этом случае обучающиеся могут изучать материалы в удобном для них формате, вести поисковую деятельность в малых группах с мгновенной обратной связью. Отмеченное способствует созданию спокойной и комфортной атмосферы обучения. Вместе с тем быстрый переход к дистанционному обучению в период пандемии привел многих пользователей к плохому опыту в связи с отсутствием у них цифровой компетенции. Цифровая компетенция, как известно, включает способность и навыки выполнения требуемых задач в цифровой среде – «читать, интерпретировать, воспроизводить данные с помощью мультимедиа, а также оценивать и применять новые знания, полученные из цифровой среды» [2].

В документе Правительства Российской Федерации [1]

«предусмотрены создание условий для функционирования электронной информационно-образовательной среды, включающей в себя электронные информационные ресурсы, электронные образовательные ресурсы, совокупность информационных технологий, телекоммуникационных технологий, соответствующих технологических средств и обеспечивающей освоение обучающимися образовательных программ в полном объеме независимо от места нахождения обучающихся» [1].

Выполнение данного распоряжения способствует совершенствованию университетской цифровой экосистемы, включающей электронную информационно-образовательную среду подготовки бакалавров педагогического образования и будущих учителей химии в том числе в направлении технологичности и комфортности. Это способствует созданию инновационных моделей обучения, направленных на повышение мотивации, знаний и формирование востребованных временем компетенций обучающихся.

Цифровые образовательные экосистемы играют большую роль в современной методике преподавания любой дисциплины и в химии в том числе. Понятие «цифровая образовательная экосистема» определяется как «комфортная, единая и комплексная система обучения на основе слияния традиционных и цифровых технологий обучения с целью гармонизации знаний, навыков и умений, предоставления условий для саморазвития, внедрения инноваций, адекватного реагирования на внешние и внутренние изменения информационного общества» [7].

Цифровой компонент образовательной экосистемы, часто именуемый сетевым или digital-, smart-компонентом, включает различные цифровые образовательные ресурсы и платформы, онлайн-курсы и видео-опыты, цифровое моделирование химических объектов, построение графиков и диаграмм, онлайн-тестирование, а также инновации в виртуальной организации учебного процесса и мониторинге успеваемости студентов, электронном документообороте и дистанционном обучении в целом.

Другими словами, цифровая образовательная экосистема гармонично интегрирует традиционные и цифровые педагогические технологии, направленных на образование, развитие и воспитание студенческой молодежи и будущих учителей в том числе. Это способствует модернизации способов получения современной учебной информации в направлении повышения ее доступности и мобильности в сочетании с интерактивностью обратной связи и креативностью в обучении.

В ходе исследования выявлены следующие организационно-педагогические условия реализации цифровых экосистем на примере химического образования:

- реализация комфортного функционирования цифрового взаимодействия и обратной связи в обучении и воспитании студентов посредством расширения возможностей университетской электронной информационно-образовательной среды;
- формирование и развитие цифровой компетенции у студентов и преподавателей, умений разрабатывать и использовать цифровые образовательные ресурсы и онлайн-курсы по направлению подготовки

студентов;

– разработка и применение цифрового инновационного образовательного контента, включающего видео-лекции, видео-фрагменты лабораторных работ и видео-опыты, цифровые и виртуальные лаборатории, контроль знаний и самостоятельной работы студентов;

– применение авторских цифровых образовательных ресурсов и онлайн-курсов по направлению подготовки студентов (в данном случае по психолого-педагогическим, предметно-методическим и другим дисциплинам учебного плана бакалавров педагогического образования по профилю химия).

В заключении отметим, что успешность цифровой образовательной экосистемы определяется уровнем удовлетворенности образовательным процессом современных студентов и их успешностью в будущей профессионально-педагогической деятельности в условиях цифрового мира.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 2 декабря 2021 г. № 3427-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации образования, относящейся к сфере деятельности Министерства просвещения Российской Федерации». – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403075723/> (дата обращения: 16.02.2024).
2. **Алимарданова, Н. А.** Цифровая трансформация в образовании / Н. А. Алимарданова, Л. Н. Петрова, С. И. Петрякова и др. // Образование и право. – 2022. – №4. – С. 237
3. **Гильманшина, С. И.** Авторские цифровые ресурсы как элементы образовательной среды подготовки учителей химии / С. И. Гильманшина, Г. Д. Каримова, Р. Н. Шакирова // Современные проблемы науки и образования. – 2022. – № 1. – С. 14.
4. **Гильманшина, С. И.** Разработка и внедрение цифровых видеоматериалов методического сопровождения химического практикума / С. И. Гильманшина, А. Р. Рахманова, В. А. Миннахметова // Современные наукоемкие технологии. – 2022. – № 4. – С. 151–155.
5. **Дудышева, Е. В.** Построение образовательной экосистемы инноваций в региональном педагогическом университете в условиях цифровизации / Е.В. Дудышева, Л. А. Мокрецова. // Преподаватель XXI века. – 2021. – № 3. – Ч. 1. – С. 21-33. – Режим доступа: <http://prepodavatel-xxi.ru/sites/default/files/2133.pdf> (дата обращения: 16.02.2024).
6. **Ибрагимова, Н. Р.** Единая образовательная экосистема в России: пути развития / Н.Р. Ибрагимова. – 2023. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/454/100031/> (дата обращения: 16.02.2024).
7. **Слюсаренко, Н. В.** Использование цифровых экосистем в системе педагогического образования / Н. В. Слюсаренко, Е. В. Кохановская. –

2021. – Режим доступа: <http://publications.ysu.am/wp-content/uploads/2021/12/.pdf> (дата обращения: 16.02.2024).

8. **Sakhieva, R. G.** A Portfolio as an alternative means of presenting the university student's achievements / R. G. Sakhieva, S. I. Gilmanshina, I. R. Gilmanshin [and others] // Asian Social Science. – 2015. – Т. 11. – № 3. – С. 162–167.

Miller Daria Vitalievna

Digital educational ecosystems in the preparation of bachelors of teacher education: theoretical foundations

The article analyzes the theoretical foundations of the use of digital educational ecosystems in the preparation of bachelors of teacher education, as well as the organizational and pedagogical conditions for the implementation of digital ecosystems using the example of chemical education.

Key words: digital ecosystem, digitalization of education, innovation, educational platform, teacher education.

Величко Алина Николаевна,
магистрант 2 курса,
ФГАОУ ВО «ЮФУ»,
г. Ростов-на-Дону (Россия)
velichko@sfedu.ru

Мокляк Мария Александровна,
студент 4 курса специалитета,
ФГАОУ ВО «ЮФУ»,
г. Ростов-на-Дону (Россия)
mmokliak@sfedu.ru

Баян Екатерина Михайловна
доцент химического факультета ЮФУ
ФГАОУ ВО «ЮФУ»,
доцент, кандидат технических наук
velichko@sfedu.ru

Применение STEM-подхода при подготовке студентов бакалавриата в области нанотехнологий

В статье рассмотрен опыт использования STEM-подхода при обучении бакалавров по дисциплине «Наноматериалы: синтез, свойства и применение» в качестве альтернативы традиционному формату занятий. На примере исследования свойств наноматериалов показаны возможности эффективного развития по STEM-технологии профессиональных навыков и приобретения компетенций в области нанотехнологий, что особенно актуально в преподавании динамичных и практико-ориентированных дисциплин. Показы факторы, ограничивающие применение внедрение STEM в процесс обучения студентов.

Ключевые слова: STEM-технология, высшее образование, химия, профессиональные компетенции, наноматериалы.

Современная образовательная модель STEM, базирующаяся на междисциплинарном подходе к обучению, объединяет в единую систему такие предметные области как S — science, T – technology, E – engineering, M – mathematics. Впервые данная модель преподавания была предложена в середине XX века, затем постепенно внедрена в учебных заведениях различного уровня [4]. Многочисленными исследованиями доказана эффективность использования данного подхода в образовательном процессе, что способствовало стремительному расширению области применения STEM-подхода и его дальнейшему развитию как альтернативной методики преподавания. STEM-технология постоянно совершенствуется и модернизируется с учетом особенностей образовательного процесса, сохраняя основные аспекты данного типа обучения: актуализация знаний дисциплин

общего и специализированного циклов, установление прочных связей между ними, осуществление проектной и исследовательской деятельности как средства формирования профессиональных компетенций и их развития.

В высших учебных заведениях основной задачей, решаемой посредством введения STEM-подхода, является подготовка конкурентоспособных специалистов, обладающих необходимой совокупностью профессиональных компетенций для решения практических задач в различных сферах деятельности. Нехватка квалифицированных работников особенно выражена в такой быстро развивающейся области как нанотехнологии. В настоящее время подготовка студентов высших учебных заведений к профессиональной деятельности в области нанотехнологий осуществляется посредством преподавания специально разработанных общих или специализированных дисциплин. Следует отметить, что в большинстве случаев сохраняется классическая форма организации обучения с использованием лекций, практических и лабораторных занятий.

Традиционный формат обучения, состоящий из лекционных занятий, позволяет студенту приобрести необходимые знания в области нанотехнологий без возможности их применения для решения практических задач, и поэтому может привести к низкой успеваемости вследствие недостаточной вовлеченности в учебный процесс, неспособности выявить и своевременно устранить существующие проблемы в понимании изученного материала.

Повысить эффективность освоения программы возможно при изменении методики преподавания, введении в образовательный процесс STEM-технологии, объединяющей знания о способах получения наноматериалов, их свойствах и областях применения с представлениями о технологических процессах, решениями практических задач в промышленности. Применение STEM-подхода при проведении занятий, направленных на изучение наноматериалов, способствует увеличению вовлеченности студентов в образовательный процесс, повышению интереса к нанотехнологии в целом, а также позволяет получить практические навыки работы с различным оборудованием и развить критическое мышление.

В связи с этим целью данной работы являлась разработка методических материалов по модулю «Исследование свойств наноматериалов» с использованием STEM-подхода. Данный модуль является частью дисциплины «Наноматериалы: синтез, свойства и применение», которая реализуется на химическом факультете Южного федерального университета и входит в образовательную программу бакалавров, обучающихся по направлению 04.03.01 «Химия».

Процесс подготовки методических материалов для проведения практических занятий был разделен на несколько этапов.

На начальном этапе был разработан план практических занятий с применением STEM-технологии, методические и необходимые справочные материалы (презентации, творческие и развивающие задачи, соответствующие теме семинара, таблицы со справочными данными, примеры изображений электронной микроскопии, рентгенограммы порошковых наноматериалов различного состава), подготовлено необходимое оборудование и раздаточный

материал. При разработке плана занятий и методического материала был использован материал учебных пособий [1-3]. Целью практических занятий являлось формирование у студентов целостного представления о методах исследования физико-химических и функциональных характеристик наноматериалов, приборах и оборудовании, использующиеся для анализа, рассмотрены достоинства и недостатки различных методов для определения физико-химических и функциональных свойств наноматериалов.

В модуле «Science» были обсуждены теоретические основы методов исследования наноматериалов, на основе этого сделан вывод об их преимуществах и ограничениях; выполнено задание по определению возможных методов исследования конкретных наноструктурированных объектов. Для детального рассмотрения теоретического обоснования, аппаратного и программного обеспечения, способов обработки и представления результатов измерений были выбраны методы электронной и атомно-силовой микроскопии, рентгеновской дифракции, рассеяния света. В данном разделе были обозначены физические основы методов исследования и математические зависимости, описывающие их. Группе студентов было предложено проанализировать приведенные уравнения и оценить влияние условий измерения на получаемые результаты, а также подобрать оптимальные условия измерения для выполнения конкретных задач.

При выполнении заданий блока «Technology» внимание было сосредоточено на сравнительной характеристике возможностей дифракционных методов и электронной микроскопии. Студентам был представлен список вопросов для обсуждения элементов оборудования, требований к исследуемым образцам, а также было дано задание сделать выводы о достоинствах и недостатках выбранных методов, используемых для анализа порошковых наноматериалов и наноразмерных покрытий. Во время дискуссии критически оценена возможность определения фазового и количественного состава образцов с использованием дифракционных методов, установлена погрешность измерения и ее источники.

В блоке «Engineering» были рассмотрены инженерные решения по организации исследования структурных параметров наноматериалов. Группам студентов было предложено определить наиболее подходящий метод анализа структуры и фазового состава материала на основании нескольких критериев: продолжительность измерения, доступность оборудования, область применения и источники погрешности метода. В качестве объектов исследования при выполнении заданий использованы порошковые и пленочные наноматериалы, а также наноразмерные композиты. Для методов рентгенофазового анализа и электронной микроскопии было предложено разработать алгоритм обработки результатов измерения и анализа экспериментальных данных с применением соответствующего программного обеспечения, а также использования искусственного интеллекта.

Математические способности тренировались при решении заданий по выше описанным блокам. Для часто используемого студентами при выполнении выпускных квалификационных работ рентгенофазового анализа были разработаны расчетные задачи. Студентам было дано задание определить

состав образца по параметрам дифрактограммы с применением уравнения Вульфа-Брэгга. Для проверки результатов расчетов были предоставлены материалы, содержащие табличные данные для различных веществ.

Занятия по модулю «Исследование свойств наноматериалов» были проведены со студентами 4 курса бакалавриата химического факультета Южного федерального университета. В качестве методов стимулирования студентов к учебной деятельности были выбраны поощрение, выраженное одобрением активного участия в обсуждении заданий, а также соревнование с возможностью использования смартфонов с целью поиска информации.

Завершающим этапом занятий была рефлексия, анализ результатов занятия и способов их улучшения, оценка эффективности использования STEM-технологий при освоении материала посредством опроса студентов и анкетирования. Также были внесены изменения в содержание методических материалов семинаров с учетом результатов апробации.

По результатам анализа практических занятий с использованием STEM-технологий установлен рост заинтересованности студентов бакалавриата в изучении дисциплины «Наноматериалы» и углублении полученных ранее знаний, высокий уровень усвоения материала лекций и развитие критического мышления студентов, лидерских качеств и коммуникативных навыков при выполнении групповых заданий.

При этом следует отметить и ряд проблем, ограничивающих внедрение STEM-технологий в дисциплины высшего образования:

- отсутствие методических материалов, посвященных физико-химическим методам исследования наноматериалов;
- отсутствие материальной базы, лабораторий и оборудования для организации обучения по современным направлениям, таким как технологии наноматериалов. Следует отметить очевидный факт, что обучение студентов именно с использованием современных педагогических приемов позволит подготовить специалистов, способных ответить современным вызовам в области создания новых материалов;
- нехватка преподавателей, заинтересованных во внедрении STEM-технологии и обладающих данной возможностью, что обусловлено значительными трудозатратами при организации занятий в новом формате и отсутствием дополнительного стимулирования педагогов, желающих реформировать систему обучения.

Установлено, что STEM-подход является эффективным способом освоения материала дисциплины «Наноматериалы: синтез, свойства и применение» и способствует формированию профессиональных компетенций студентов бакалавриата в области нанотехнологий, развитию личностных качеств, необходимых для высококвалифицированных специалистов, отвечающим требованиям рынка труда по востребованным специальностям.

Список литературы

1. Баян, Е. М. Методы получения наноразмерных оксидных материалов / Е. М. Баян, М. Г. Волкова. – Ростов н/Д. – Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2022. – 174 с.

2. **Елисеев, А. А.** Функциональные наноматериалы / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин. Под ред. Ю. Д. Третьякова. – М.: Физматлит, 2010. – 456 с.
3. **Ильин, А. П.** Диагностика нанопорошков и наноматериалов: учебное пособие / А. П. Ильин, А. В. Коршунов, Д. О. Перевезенцева, и др. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2008. – 249 с.
4. **Фролов, А. В.** Роль STEM-образования в «новой экономике» США / А. В. Фролов // Вопросы новой экономики. – 2010. – №. 4. – С. 80–90.

Velichko Alina Nikolaevna
Moklyak Maria Alexandrovna
Bayan Ekaterina Mikhailovna

Application of STEM approach in training undergraduate students in nanotechnology

The article considers the application of STEM approach in teaching undergraduate students the discipline "Nanomaterials: synthesis, properties and applications" as an alternative to the traditional format of classes. Based on the example concerning the study of the properties of nanomaterials the possibilities of effective skills development using STEM-technology and acquisition of competences in the field of nanotechnology are shown, which is particularly relevant in the teaching of dynamic and practice-oriented disciplines. The factors limiting the adoption of STEM technology in the process of student training are shown.

Key words: STEM technology, higher education, chemistry, professional competences, nanomaterials.

Полупаненко Елена Геннадиевна
д-р пед. наук, доцент,
доцент кафедры химии и биохимии
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»
aktiniua@mail.com

Савченко Елизавета Сергеевна,
студентка 3 курса,
направления подготовки 44.03.05
Педагогическое образование (с двумя
профилями подготовки), профиль «Химия. Биология»
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»
lizasavche@gmail.com

Истинный патриот России – новые страницы жизни и творчества Д. И. Менделеева

В данной статье рассматриваются достижения Дмитрия Ивановича Менделеева в таких науках как: химия, физика, агробиология. А также представлен его вклад в развитие отечественной педагогики и образования.

Ключевые слова: развитие химической науки, научное творчество Д.И. Менделеева, открытия Д.И. Менделеева в области химии, значимость работ Д.И. Менделеева для агробиологии, Д.И. Менделеев как выдающийся физик, заслуги Д.И. Менделеева в области химического образования.

Дмитрий Иванович Менделеев (1834 – 1907) – российский химик и ученый, наиболее известный за создание первой периодической таблицы элементов. Его вклад в науку и химию огромен и оказал значительное влияние на многие области научного исследования.

Самым известным достижением Менделеева является создание периодической системы элементов. В 1869 году он предложил систематизировать элементы по возрастанию их атомных масс и структурировать их в таблицу, которая позднее станет известна как периодическая таблица элементов. Это позволило систематизировать и классифицировать элементы на основе их химических свойств и спрогнозировать существование ранее неизвестных элементов. Благодаря его трудам появилась возможность заполнить пробелы в таблице и создать исчерпывающую схему элементов. Его таблица также помогла установить связь между химическими свойствами элементов и их атомными структурами, что послужило основой для дальнейших открытий и исследований в химии.

Кроме работы над периодической таблицей, Дмитрий Иванович Менделеев также внес вклад в другие области науки. Он исследовал свойства и реакции различных веществ, проводил эксперименты и разрабатывал новые теории. Он был одним из первых ученых, которые связывали свойства вещества

с их химической структурой. Он изучал газовую динамику, электрохимию, термодинамику и другие научные области.

Огромен вклад Дмитрия Ивановича в органическую химию. Весной 1861 года на съезде немецких докторов и естествоиспытателей в городе Шпейер А.М. Бутлеров выдвинул свои гипотезы, касающиеся теории строения органических соединений. За несколько месяцев до этого Дмитрий Иванович публикует две работы, которые полностью посвящены органической химии. В одной из них, имеющей название «Опыт теории пределов органических соединений», он развивает оригинальные представления про предельные формы органических соединений в отдельных гомологических рядах. Таким образом, Д.И. Менделеев становится одним из первых теоретиком – органиком [2]. В этот же год выходит в свет его «Органическая химия» – первый учебник на русском языке в этой области химии, который получил высокую оценку А.М. Бутлерова. Александр Михайлович говорил: «Это единственный и превосходный оригинальный труд по органической химии, лишь потому неизвестный в западной Европе, что ему еще не нашелся переводчик» [3].

Дмитрий Иванович Менделеев внёс несколько значимых вкладов в физику. Вот некоторые из его достижений в этой области:

1. Д. И. Менделеев провел эксперименты и исследования в области оптики, включая преломление света, дифракцию и отражение. Он разработал методы и инструменты для измерения показателя преломления различных веществ и внёс важные наблюдения о световых явлениях.

2. Дмитрий Иванович рассматривал область термодинамики. В своей работе «Принципы химии» он описал основные принципы и законы термодинамики, которые были получены в ходе экспериментальных наблюдений при изучении тепловых явлений.

3. Ученый внёс вклад в область молекулярной физики, особенно в исследование свойств газов и их взаимодействий. Он разработал основные принципы, описывающие поведение газовых молекул и отношения между их физическими свойствами.

4. Менделеев был активным создателем и использовал различные приборы и инструменты для проведения своих экспериментов и измерений. Он внес значительные улучшения в область физических приборов, включая спектрометры, гравиметры и другие [5].

Хотя ученый больше известен своими достижениями в области химии, его вклад в физику был не менее важным и оставил значительное влияние на развитие этой области науки.

Дмитрий Иванович Менделеев также проявил интерес и сделал некоторые вклады в область агробиологии или сельскохозяйственной биологии. Вот некоторые из его достижений, связанных с агробиологией:

1. Ученый проводил исследования по анализу и составу почв, особенно в отношении содержания различных питательных веществ, таких как азот, фосфор и калий. Он подчеркивал важность этих элементов для растений и их роли в сельском хозяйстве.

2. Основываясь на своих исследованиях почвы и питательных веществ, Д. И. Менделеев предлагал методы удобрения, чтобы увеличить урожайность и

качество сельскохозяйственных культур. В своих работах он обсуждал важность правильной балансировки питательных веществ в почвах и предлагал способы искусственного увеличения содержания необходимых элементов.

3. Дмитрий Иванович также проводил исследования над ростом и развитием растений, включая изучение их физиологических процессов и взаимосвязи со средой. Он изучал вопросы фотосинтеза, адаптации растений к различным условиям обитания и роли различных химических веществ в их росте.

4. Д. И. Менделеев также отмечал важность сельского хозяйства для экономического развития страны. Он активно выступал за развитие сельскохозяйственного сектора, подчеркивая его значение для обеспечения пищевой безопасности и процветания нации.

Хотя вклад Дмитрия Ивановича Менделеева в агробиологию был скромным по сравнению с его достижениями в химии, его работы все же имеют значение для развития сельского хозяйства и понимания важности питательных веществ для растений.

Если оценивать исторического деятеля по оригинальности и прогностичности идей, то, несомненно, Д. И. Менделеев не только признанный ученый мирового уровня, но и крупнейший педагогический мыслитель своего времени, он по праву стоит в ряду выдающихся русских педагогов. Среди его богатейшего научного наследия и фундаментальные учебники по химии, и статьи по животрепещущим вопросам образования. Более 40 его работ посвящено проблемам начальной, средней и высшей школы, подготовке учителей. Многие высказанные им предложения поразительно актуальны.

Влияние Дмитрия Ивановича Менделеева на педагогику не такое известное, как его достижения в химии или физике, однако он также сделал значимый вклад в область образования и преподавания. Вот несколько примеров его воздействия на педагогику:

1. Дмитрий Иванович был автором учебников по химии и другим дисциплинам, которые стали основой для обучения в школах и университетах. Он стремился сделать свои учебники доступными, понятными и интересными для учащихся, используя простую и логичную структуру.

2. Д. И. Менделеев придерживался идеи прямого педагогического влияния на студентов, полагая, что обучение должно быть практическим и стимулировать участие студентов. Он усердно применял этот подход в своих лекциях и занятиях, делая акцент на практические примеры, эксперименты и исследования.

3. Ученый старательно развивал лабораторную практику, осознавая важность практических навыков и опыта в обучении химии и других наук. Он считал, что только через конкретный опыт и проведение собственных экспериментов студенты смогут действительно понять и запомнить научные принципы и законы.

4. Менделеев поддерживал использование интерактивных методов обучения, таких как задачи, дискуссии и групповые проекты. Он старался вовлекать студентов в активное обсуждение и исследование, чтобы они могли

самостоятельно выработать свои собственные выводы и понимание научных концепций.

Вклад Дмитрия Ивановича Менделеева в педагогику заключается в его стремлении сделать образование доступным, интересным и практическим. Его работы и методы до сих пор используются в химическом, и не только, образовании, а также он оказал значительное влияние на развитие образования в России и за её пределами [2].

Таким образом, работы Дмитрия Ивановича Менделеева и его открытия стали основой для дальнейшего развития и понимания химии и смежных областей. Он внес существенный вклад в развитие научного метода и установил основы для дальнейших исследований в химии и смежных дисциплинах.

Список литературы

1. Выдающиеся химики мира: Биографический справочник / В. А. Волков, Е. В. Вонский, Г. И. Кузнецова, под ред. В. И. Кузнецова. – М. : высшая шк., 1991 – 656 с.
2. **Самусенко, Ю. В.** Д.І. Менделєєв і органічна хімія / Менделєєвські читання : збірник наукових праць Міжнар. Науково-практичної конференції, Полтава, (26-27 жовтня 2011 р.) / М-во освіти та спорту України, Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка. – Полтава : ПП Шевченко Р.В., 2011. – 216 с.
3. **Менделеев, Д. И.** Опыт теории пределов органических соединений. Соч. в 25 томах / М. : АН СССР, 1948. – Т. 8. – С. 23–27.
4. **Менделеев, Д. И.** Органическая химия (учебник). Соч. в 25 томах / М. : АН СССР, 1948. – Т. 8. – С. 37–602.
5. **Менделеев, Д. И.** Выписка из протокола общего собрания Русского физико-химического общества для чествования памяти А.М. Бутлерова. Соч. в 25 томах / М. : АН СССР, 1952. – Т. 15. – С. 298–299.

**Polupanenko E.G.
Shevchenko E.S.**

A true patriot of Russia – new pages of D. I. Mendeleev's life and work

This article examines the achievements of Dmitry Ivanovich Mendeleev in such sciences as chemistry, physics, and agrobiolgy. His contribution to the development of Russian pedagogy and education is also presented.

Keywords: *the development of chemical science, D. I. Mendeleev's scientific work, D. I. Mendeleev's discoveries in the field of chemistry, the significance of D. I. Mendeleev's works for agrobiolgy, D. I. Mendeleev as an outstanding physicist, D. I. Mendeleev's achievements in the field of chemical education.*

Халикова Фидалия Дамировна

доцент, доктор педагогических наук

Химический институт им. А.М. Бутлерова

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

г. Казань

fidalija.halikova@mail.ru

Использование нестандартных уроков для повышения познавательной мотивации одаренных учащихся по предметам естественно-научного цикла

Актуальность данной работы определяется тем, что в обучении одаренных обучающихся чувствуется необходимость повышения у них познавательной мотивации. Для этого педагогами при изучении одаренными учащимися предметов естественнонаучного цикла применяются нетрадиционные (нестандартные) уроки. Целью данной статьи является определение роли нетрадиционных уроков для повышения и сохранения познавательной мотивации обучающихся по предметам естественнонаучного цикла. Результатом является аргументирование применения таких уроков для повышения познавательной мотивации одаренных обучающихся по предметам естественнонаучного цикла через разные формы и форматы.

Ключевые слова: *познавательная мотивация, одаренный учащийся, нетрадиционный (нестандартный) урок, игровая деятельность, взаимообусловленный образовательный результат.*

При обучении одаренных учащихся чувствуется необходимость повышения у них познавательной мотивации к изучению предметов естественнонаучного цикла (химия, физика, биология). В поисках способов повышения мотивации педагоги предлагают и пробуют различные формы и форматы проведения уроков. Таким образом, на сегодняшний день существуют различные типы и виды уроков, которые широко применяются учителями-предметниками. Несмотря на разнообразие типов и видов уроков, познавательная мотивация обучающихся все же находится на низком уровне. Повышению заинтересованности способствует применение нетрадиционных уроков, используемых учителями в педагогической деятельности [1; 2].

Под нетрадиционными (нестандартными) понимают уроки, имеющие в своей основе нестандартную (неустановленную) структуру. Как правило, на практике такие уроки пользуются успехом у педагогов начальной школы, так как в этом случае для учащихся начального звена игровая деятельность является ведущей и приводит к повышению и сохранению познавательной мотивации у одаренных обучающихся при изучении предметов.

Несомненно, также в старших классах уроки-игры могут быть

уместны при изучении материала по предметам естественнонаучного цикла. Но в отличие от обучения в начальной школе, возникает потребность подачи материала в более сложном и научном виде. Именно благодаря нетрадиционным урокам обучающиеся легче усваивают материал, когда педагогами умело используются элементы дидактических учебных игр.

Можно определить еще несколько форм нетрадиционных уроков по предметам естественнонаучного цикла, положительно влияющих на повышение познавательной мотивации обучающихся. В педагогической практике нами используются следующие формы и форматы нетрадиционных уроков, как игра-химический эксперимент, игра-интеллектуальные карты, игра-кейс, игра-лаборатория и др. Для учащихся восьмых классов можно превратить эксперимент (химический, физический, биологический) в учебную игру, когда все опыты, проводимые в контексте учебной игры, приобретают новый смысл, новое содержание и значимость в системе знаний одаренных обучающихся.

При изучении важных производств («производство хлороводородной кислоты», «производство азотной кислоты», «производство минеральных удобрений и др.») для учащихся девятых классов для облегчения сложного материала используются элементы учебной игры, побуждающие интерес у одаренных обучающихся в самостоятельном прогнозировании получаемых продуктов в конкретном производстве.

Интеллектуальные карты, используемые педагогами для одаренных учащихся десятых классов, также способствуют повышению учебной мотивации, поскольку при прохождении основного курса материала профильного учебника есть потребность в структурировании учебного материала. При этом шаг за шагом обучающиеся собирают всю необходимую информацию в целостную схему, выделяя в этой схеме сложные и обязательные к запоминанию участки, и фрагменты.

Также для повышения познавательной мотивации одаренных обучающихся по предметам естественнонаучного цикла педагоги применяют игру-кейс. Учебная игра-кейс строится таким образом, что учащиеся решают представленный вариант конкретного кейса группой или индивидуально, в ходе которого вспоминают ранее пройденный материал, размышляют над вопросами. При организации учебной игры такого формата очень важно, чтобы педагогами были использованы мета- и межпредметные связи в процессе обучения различных тем по предметам естественнонаучного цикла.

Особенно, рассматривая нетрадиционные уроки, стоит отметить, что одаренный учащийся начинает изучать предметы в подростковом возрасте, когда у него развивается логическая память и критическое мышление. Запоминание и понимание необходимого материала по предметам естественнонаучного цикла проходит через этапы структуризации и логической последовательности, и требуется от ученика конечно же критического осмысления объема нужной информации. Учебный процесс в целом и каждый урок в частности создается взаимодействием учащихся и информации по теме урока, педагог должен быть максимально гибким в каждой учебной ситуации в каждый момент времени. Обучение строится на основе принципов сотрудничества, совместного планирования урока и осмысленности на каждом

этапе урока. Благодаря рефлексии, важному элементу технологии развития критического мышления, формируется самостоятельность мышления у обучающихся, они вооружаются способами и методами самостоятельной работы по теме урока, появляется возможность на результаты учебно-воспитательного процесса [3].

При проведении нетрадиционных уроков есть возможность интегрировать образовательные ресурсы и организационные решения, для достижения взаимообусловленных образовательных результатов и сохранения познавательной мотивации в обучении у одаренных обучающихся в будущем. Привлечь внимание одаренных учащихся, подкрепить их интерес к обучению предлагаемому предмету, связать процесс обучения с решением практических задач можно путем практических осуществлений интегративных связей, на интегрированных уроках и мероприятиях, когда в предмет «химия» интегрируются остальные предметы из естественнонаучного цикла. В этом случае одаренный ученик признается главной целью и ценностью инновационного педагогического процесса, основанного на инновационно-интегративном подходе, ориентированном на формирование социальных и профессиональных качеств, в котором происходит инновационное развитие как учащихся, так и педагогов [4].

Применяя нетрадиционные уроки для повышения познавательной мотивации одаренных обучающихся, педагоги также способствуют к принятию у них решений и ответов за последствия каждого проделанного действия. Каждый учащийся, погружаясь в нестандартную и новую (непривычную для него) ситуацию, начинает проявлять себя с новой стороны. Обучающиеся учатся находить новые контакты друг с другом, каждому прививается умение работать в группе. Происходят с каждым учащимся положительные изменения, а именно: умение слушать педагогов и одноклассников, прислушиваться к их взглядам и точкам зрения.

Помимо этого, для одаренных обучающихся нетрадиционные уроки несут положительные эмоции, позволяют ощутить себя в лучшем качестве. Безусловно, данные уроки позволяют развить у одаренных обучающихся творческие способности и личностные качества, оценить роль знаний по предметам естественнонаучного цикла и увидеть их применение на практике, ощутить тесную взаимосвязь разных наук. Значительно повышается интерес учащихся к изучаемому предмету и науке. Также в процессе проведения нетрадиционных уроков складываются благоприятные условия у одаренных обучающихся для развития необходимых умений и способностей продуктивного мышления, к изложениям проконтролированных выводов.

В конце статьи хочется отметить, что нетрадиционные уроки важно применять на уроках предметов естественнонаучного цикла на протяжении всего курса правильно, не забывая о том, вводить такие уроки нужно постепенно, начиная с интеграции только лишь элементов нетрадиционного урока в традиционные уроки. Именно умелое применение своих знаний и умений побуждает одаренных учащихся к активной учебной деятельности, вызывает положительные эмоции, способствует формированию познавательной мотивации обучения одаренных учащихся по предметам естественнонаучного цикла.

Список литературы

1. **Попова, Е. Е.** Нетрадиционные уроки как средство формирования познавательного интереса к изучению химии / Е. Е. Попова, Л. П. Петрищева, О. М. Золотова // Наука и Образование. – 2022. – Т. 5, № 3. Режим доступа: <https://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/4983> (дата обращения: 27.03.2024).
1. **Коннова, О. В.** Активизация познавательного интереса обучающихся за счет проведения нетрадиционных уроков физики и химии / О. В. Коннова, Л. В. Калмыкова // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. – 2010. – Т. 26, № 4. – С. 21–23.
2. **Халикова, Ф.Д.** Технология развития критического мышления на уроке-исследовании / Ф.Д. Халикова // Химия в школе. – 2020. – № 4. – С. 18–21.
3. **Халикова, Ф.Д.** Инновационно-интегративный подход и способы его реализации при обучении одаренных обучающихся / Ф.Д. Халикова // Бизнес. Образование. Право. – 2020. – № 3 (52). – С. 480–485.

Khalikova Fizalia Damirovna

Using non-standard lessons to increase the cognitive motivation of gifted students in subject's natural science cycle

The relevance of this work is determined by the fact that in teaching gifted students there is a need to increase their cognitive motivation. For this purpose, teachers use non-traditional (non-standard) lessons when teaching natural science subjects to gifted students. The purpose of this article is to determine the role of non-traditional lessons for increasing and maintaining the cognitive motivation of students in natural science subjects. The result is an argument for the use of such lessons to increase the cognitive motivation of gifted students in natural science subjects through various forms and formats.

Key words: *cognitive motivation, gifted student, non-traditional (non-standard) lesson, gaming activity, interdependent educational result.*

**Подготовка молодых учителей к формированию и развитию навыков
исследовательской деятельности на уроках химии у обучающихся
десятых и одиннадцатых классов**

В статье рассматриваются теоретические аспекты подготовки молодых учителей к формированию исследовательских навыков у обучающихся десятых и одиннадцатых классов на уроках химии. Проанализированы основные задачи, раскрывающие данную тему. Разработаны методические рекомендации для молодых учителей по формированию и развитию навыков исследовательской деятельности по химии у обучающихся десятых-одиннадцатых классов.

Ключевые слова: исследовательская деятельность, подготовка молодых учителей, навыки исследования, исследовательская деятельность на уроках химии, учебно-образовательный процесс.

Использование единообразных форм обучения уже не в полной мере удовлетворяет потребности общества в образовательной среде. По мнению американского педагога Джона Дьюи считалось, что нельзя обучать учащихся одинаковыми методами каждый день.

Обеспечивать готовыми знаниями обучающихся, на сегодняшний день, уже не актуально в учебно-образовательной сфере. Именно поэтому нужно стараться использовать такие методы и приемы работы с обучающимися, которые бы способствовали активизации механизмов самореализации и саморазвития индивида [1, с. 94].

Собственно, использование элементов исследовательской деятельности на уроках помогает развитию у обучающихся критического мышления, наблюдательности и познавательной активности. Данный тип обучения активизирует учебный процесс обучающихся, а также придает ему познавательный и исследовательский характер [3, с. 278]. Вследствие этого в образовательном стандарте обозначается, что у педагогического работника должны быть сформированы и развиты основные компетенции, которые необходимы для обеспечения умения организовывать и в дальнейшем сопровождать учебно-исследовательскую деятельность обучающихся [2, с. 248].

Цель исследования заключалась в том, чтобы определить особенности подготовки учителей к формированию навыков исследовательской деятельности по химии у обучающихся десятых и одиннадцатых классов. Использовались такие методы как абстрагирование и конкретизация, аналогия, синтез; изучение научной и методической психолого-педагогической литературы; обобщение педагогического опыта.

Экспериментальная часть нашей работы была разделена на три части. В первой части работы нами был сделан анализ принципов исследования при построении уроков химии с элементами исследовательской работы в десятых-одиннадцатых классах. Далее были разработаны для молодых учителей следующие методические рекомендации по формированию навыков исследовательской деятельности у обучающихся десятых-одиннадцатых классов по предмету «Химия»:

1. Осуществить анализ уровня обученности класса и каждого обучающегося в целом, обнаружить главные аспекты, а также установить линии достижения цели.
2. Помогать обучающимся видеть смысл и результат их исследовательской деятельности, понимать ее ценность и возможности в развитии собственных способностей.
3. Учитывать индивидуальные и возрастные особенности обучающихся, применять адекватные методы обучения, которые соответствуют личностным и возрастным особенностям обучающихся.
4. Внедрить диагностическую работу обучающихся.
5. В процесс совместной деятельности с элементами исследовательской деятельности, внедрить конструктивную беседу, использование специальной терминологией.
6. Создать условия и мотивацию для исследования надлежащего объекта, повысить динамичность каждого обучающегося в учебном процессе, с помощью исследовательской деятельности.

На втором этапе экспериментальной работы были разработаны и применены на практике уроки химии с элементами исследовательской деятельности у обучающихся десятых и одиннадцатых классов.

На заключительном этапе экспериментальной работы была сделана диагностика эффективности проведения уроков химии с элементами исследовательской деятельности у обучающихся десятых-одиннадцатых классов.

При разработке и применении уроков с элементами исследовательской деятельности для экспериментальных классов (10 «А» и 11 «А») использовались такого рода приемы, методы и средства как ИКТ (проектор, компьютер), исследовательский метод и частично-поисковый метод. Обучающимся данных классов (10 «А» и 11 «А») были даны задания, ориентированные на групповую и индивидуальную работу.

После того как были проведены на практике разработанные уроки, нами был проведен итоговый контроль в исследуемых классах по сравнению полученных навыков в ходе исследовательской деятельности.

По результатам итоговой контрольной (10 «А» экспериментальный класс – количество отметок «5» увеличилось на 15%, 11 «А» экспериментальный класс – количество отметок «5» увеличилось на 14%) можно сказать, что уроки с элементами исследовательской деятельности весьма положительно влияют на образовательный процесс и способствуют формированию исследовательских навыков обучающихся.

Подводя итог можно сделать вывод, что использование исследовательской деятельности в учебно-образовательной среде позволяет сформировать и развить у обучающихся десятих и одиннадцатых классов интерес к предмету «Химия», повышает качество учебного процесса в школе и мотивацию к учебной деятельности. Именно поэтому не менее важно подготовка учителей к формированию навыков исследовательской деятельности у обучающихся на уроках химии. В этом и заключена главная развивающая функция обучения химии.

Список литературы

1. **Егорова, А.А.** Проблемы организации учебно-исследовательской деятельности учащихся по химии [Текст] / А.А. Егорова, Л.Ф. Кожина // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения. – 2020. – С. 94–97.
2. **Кулишов, С.А.** Организация учебно-исследовательской деятельности по химии в общеобразовательной школе [Текст] / С.А. Кулишов, А.Ю. Лазыкина, Л.Г. Лазыкина, С.О. Пустовит // Научные труды Калужского Государственного Университета имени К.Э. Циолковского. – 2022. – С. 248–258.
3. **Селиверстова, Т.Г.** Организация учебно-исследовательской и проектной деятельности школьников по химии [Текст] / Т.Г. Селиверстова // Актуальные вопросы теории и практики биологического и химического образования. – 2018. – С. 278–281.

Alsu Vakhitova Hafizova

Preparing young teachers for the formation and development of research skills in chemistry lessons for students of the tenth and eleventh grades

The article deals with the theoretical aspects of teachers' preparation for the formation of research skills of tenth and eleventh grade students in chemistry lessons. The main tasks revealing this topic are analyzed. Methodical recommendations for teachers on formation of skills of research activity in chemistry in students of tenth and eleventh grades are developed.

Key words: research activity, teacher training, educational process, formation of research skills, research activity in chemistry lessons.

Коробка Аэлиита Арионовна

магистрант 2 курса,
направления подготовки «Химия»
ФГБОУ ВО «Луганский государственный
педагогический университет»
korobkaaelita0@mail.ru

Ивкова Мария Сергеевна

магистрант 2 курса,
направления подготовки «Химия»
ФГБОУ ВО «Луганский государственный
педагогический университет»
ivkovamasha22@mail.ru

Коровин Максим Сергеевич

магистрант 2 курса,
направления подготовки «Химия»
ФГБОУ ВО «Луганский государственный
педагогический университет»
kromberg.lis@yandex.ru

Тихий Александр Александрович

канд. физ.-мат. наук,
доцент кафедры химии и биохимии
ФГБОУ ВО «Луганский государственный
педагогический университет»
ea0000ffff@mail.ru

Сольватохромизм замещенных алицикло[с]аннелированных пиридонов

Исследовано влияние растворителей на спектры оптического поглощения замещенных алицикло[с]аннелированных пиридонов. В качестве растворителей использованы вода, диметилформамид, ацетон, тетрагидрофуран. Изучено влияние растворителей и заместителей на положение максимумов поглощения. Установлено, что наблюдаемые полосы поглощения формируются в результате $n \rightarrow \pi^$ -переходов.*

Ключевые слова: сольватохромизм, оптическое поглощение, сопряжение, электронные переходы, алицикло[с]аннелированные пиридоны.

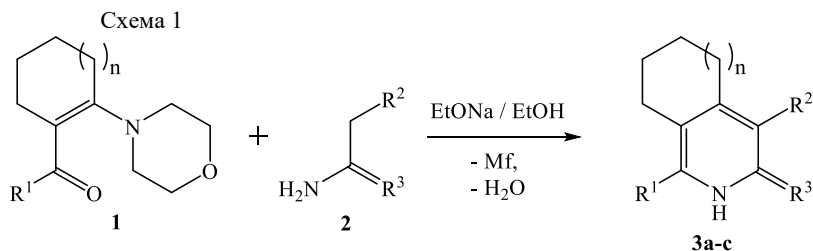
Замещенные алицикло[с]аннелированные пиридоны входят в структуру различных алкалоидов и используются в качестве полупродуктов для их синтеза. Вещества, содержащие в своей структуре этот фрагмент, могут использоваться в качестве оптических материалов для пленок Лангмюра–

Блоджетт, хромофоров, прекурсоров агентов ЦНС, фунгицидов, антагонистов калиевых рецепторов, ингибиторов ферментов, а также проявляют целый ряд биологических активностей [1]. Всё это стимулирует научное исследование и всестороннее изучение данного класса соединений.

Изучение влияния растворителей на спектры оптического поглощения органических соединений позволяет получить дополнительную информацию, необходимую для правильного отнесения наблюдаемых полос поглощения к электронным переходам. Знание спектральных зависимостей оптического поглощения этих веществ и их взаимосвязи со структурой молекул необходимо как для синтеза соединений с заданными оптическими свойствами, так и для аналитических приложений.

Результаты и обсуждение

Исследуемые замещенные алицикло[с]аннелированные пиридины ранее синтезированы авторами [1] с помощью реакции нуклеофильного винильного замещения ($S_N\text{Vin}$). В качестве исходных реагентов использованы различные енаминокетоны **1** и СН-кислоты **2**. В результате их взаимодействия в мягких условиях были получены продукты **3a-c** (схема 1).



3: $n = 1$ (**a**, **c**), 2 (**b**); $R^1 = \text{Ph}$ (**a**), Me (**b**, **c**); $R^2 = \text{CN}$ (**a**, **b**), C(O)NHPh (**c**); $R^3 = \text{C(CN)}_2$ (**a**, **b**), S (**c**).

В настоящей работе представлены результаты исследования влияния растворителей на спектры оптического поглощения растворов указанных соединений. Исследуемые растворы готовились методом последовательного разведения в диметилформамиде (ДМФА). Их концентрации для соединений **3a** и **3b** составили $1,8$ и $2 \cdot 10^{-3}$ М, соответственно. Для соединения **3c** исходный раствор насыщенный (концентрация менее $5 \cdot 10^{-3}$ М). Далее исходный раствор был добавлен к исследуемым растворителям в пропорции 1 к 99 по объёму. В качестве таковых использовались ДМФА, тетрагидрофуран (ТГФ), ацетон и вода.

Измерения спектров оптического поглощения проводились в стандартных кюветах с длиной оптического пути 1 см на спектрофотометре Альтаит-300УФ с модифицированной системой управления. Спектральная ширина щели – 5 нм. Полосы поглощения исследованных соединений представлены на Рис. 1. Для каждого из растворителей, измерения проводились в диапазоне от 550 нм до начала поглощения самого растворителя.

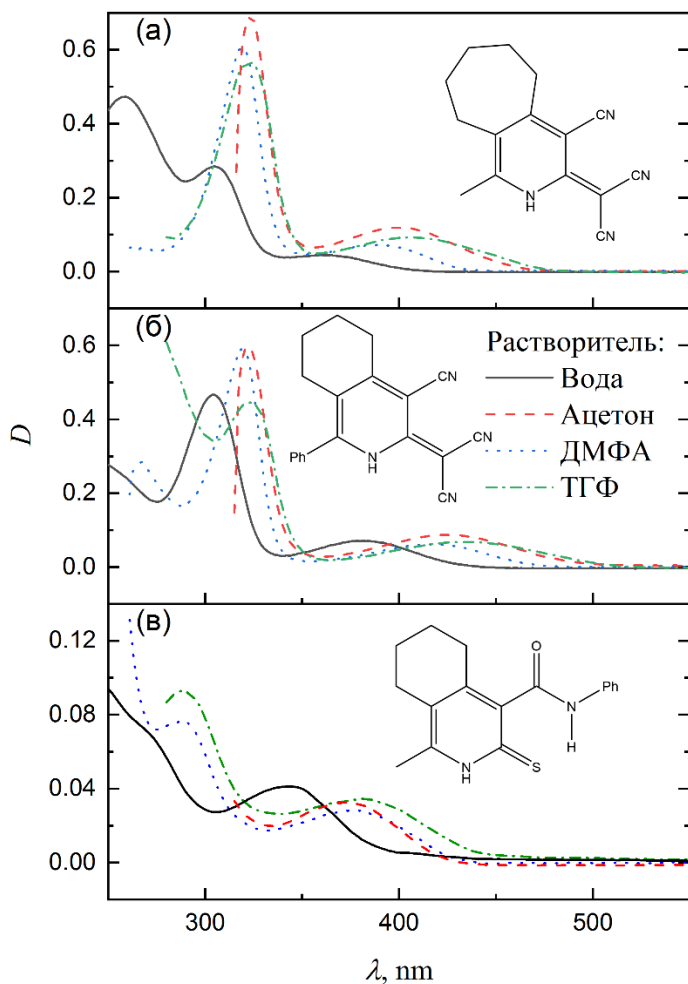


Рис. 1. Спектры оптического поглощения 2-(1-метил-4-циано-2,5,6,7,8,9-гексагидро-3Н-циклогепта[с]пиридин-3-илиден)малононитрила (а), 2-(1-фенил-4-циано-5,6,7,8-тетрагидроизохинолин-3(2Н)-илиден)малононитрила (б) и 1-метил-3-тиоксо-N-фенил-2,3,5,6,7,8-гексагидроизохинолин-4-карбоксиамида (в).

В указанных пределах спектры всех исследованных соединений имеют схожий вид и демонстрируют два максимума поглощения. Для обоих этих максимумов, во всех соединениях, наблюдаемый отрицательный сольватохромный эффект. Он указывает на то, что основное состояние

исследуемых соединений является более полярным, чем возбуждённые, что характерно для $n \rightarrow \pi^*$ -переходов [2]. При этом сольватохромный эффект для соединения **3с** проявляется меньше, чем для соединений **3а** и **3б**. Это обусловлено меньшим количеством полярных групп находящихся в сопряжении с системой π -связей. Меньшая интенсивность полученных спектров данного соединения обусловлена меньшей концентрацией исследованных растворов.

Положения максимумов поглощения исследованных веществ при фиксированном растворителе ожидаемо испытывает батохромный сдвиг при увеличении размеров системы сопряженных связей.

Каких-либо закономерностей в изменении интенсивности пиков поглощения, при изменении полярности растворителей не наблюдается. Все различия интенсивностей, вероятно, обусловлены различиями в концентрациях исследуемых растворов вследствие погрешности эксперимента.

Выводы

Исследованные вещества имеют схожий вид спектров оптического поглощения и демонстрируют отрицательный сольватохромизм. Последний указывает на то, что наблюдаемые полосы поглощения формируются в результате $n \rightarrow \pi^*$ -переходов. Помимо полярности растворителя, положения полос поглощения зависят от размеров систем сопряженных связей, что согласуется с известными закономерностями формирования электронных спектров органических веществ [2]. Влияния растворителя на интенсивность полос поглощения не выявлено.

Список литературы

1. **Дяченко, И.В.** Производные алицикло[с]аннелированного пиридина. Методы синтеза и химические свойства / И.В. Дяченко, В.Д. Дяченко // Журн. орг. хим. – 2017. – Т. 53, вып. 12. – С. 1735–1754.
2. **Yadav, L.D.S.** Organic Spectroscopy / L.D.S. Yadav // Kluwer Academic Publishers. – 2005. – 324 p.

**Korobka A.A.
Ivkova M.S.
Korovin M.S.
Tikhii A.A.**

Solvatochromism of substituted alicyclo[c]annelated pyridones.

The effect of solvents on the optical absorption spectra of substituted alicyclo[c]annelated pyridones was studied. Water, dimethylformamide, acetone, and tetrahydrofuran were used as solvents. The influence of solvents and substituents on the position of absorption maxima was studied. It has been established that the observed absorption bands are formed as a result of $n \rightarrow \pi$ -transitions.

Key words: solvatochromism, optical absorption, π -conjugation, electronic transitions, alicyclo[c]annelated pyridones.

ГЕОГРАФИЯ

УДК 551.2:573.5

Андиева Юлия Расуловна

ассистент кафедры географии

ФГБОУ ВО «ЛГПУ»

г. Луганск (Луганская Народная Республика)

andieva93@mail.ru

Вулканизм – катализатор жизни на Земле

В статье уделяется внимание вулканизму как основной причине формирования жизни на Земле. Автор раскрывает взаимосвязь данного геологического процесса с солнечной активностью, приводит некоторые гипотезы о возникновении и развитии земной жизни, перечисляет самые разрушительные извержения в истории человечества и отмечает значимость данного природного явления для флоры и фауны.

Ключевые слова: вулканизм, эндогенные процессы, извержение, пирокластический поток, тефра.

Вопрос изучения вулканизма теоретически и практически значим для современной науки. Благодаря Солнцу и активным эндогенным процессам планета Земля формировалась на протяжении 4,54 млрд. лет и постепенно принимала современный облик. Современный вулканизм имеет обратную корреляцию от солнечной активности (выражается зависимость от роста солнечных пятен и солнечных вспышек). Кроме того, поток солнечных и галактических нейтрино растёт в результате суммирования солнечной и галактической компоненты, провоцируя ядерно-химические реакции в земных недрах и вызывая поток нейтронов внутриземного происхождения. Это формирует тектономагматические очаги и способствует активизации вулканизма. Следует отметить, что извержение вулканов происходит постоянно и необходимость данного геологического образования для нашей планеты обуславливается рядом причин.

Благодаря вулканизму вокруг Земли сформировалась географическая оболочка. Так, 95% земной коры состоит из вулканических пород: там, где повышенное тепловое поле и по определенным причинам возникает трещина, через которую из глубины проникает магма, формируются базальты. Гранит представляет собой магму, застывшую в глубинах земной коры до того, как она попала на поверхность. Все остальные горные породы, входящие в литосферу, это результат переработки этих двух первичных субстратов (например, в результате выветривания, перемива и переотложения или, наоборот, внедрения дополнительных порций магмы). Излучая тепло, выбрасывая минералы и газы, вулканы стали основой формирования земной жизни. Извержение вулканов является основным источником попадания в атмосферу парниковых газов и мелких твёрдых частиц – выделяется большое количество летучих элементов, в числе которых есть N₂, Ar, He, CH₄, NH₃, H₂O, CO, CO₂. В сочетании с высокой

температурой извержения смесь этих газов может образовывать таких предшественников биологически важных активных молекул, как аминокислоты, предшественники аминокислот и синильная кислота (HCN).

Существует также гипотеза о том, что первые сложные органические вещества, белки и аминокислоты появились вблизи вулканов. За сотни миллионов лет вулканические газы охлаждались и конденсировались на остывающей поверхности Земли, а H_2O , CO_2 и CO стали основными летучими компонентами, выделяемыми в результате извержения. При скоростных ударных процессах с поверхности небесных тел происходили испарения и летучие элементы постепенно оставались в газовой фазе нашей планеты. Так, на Земле первоначальными компонентами атмосферы стали N_2 , CO_2 и H_2O . Кроме того, есть версия, согласно которой доисторические подводные вулканы производили гялаластиты, а те высвобождали в воду в больших количествах Ca, Mg и P. Таким образом, изменение химического состава океанических вод могло дать толчок развитию жизни на Земле.

За счёт вулканизма формируется (и меняется) внешний облик Земли: появление или разрушение островов, увеличение площади материков. На поверхности Земли около 1500 действующих вулканов. Один из самых активных – Килауэа (юго-восточная часть Гавайских островов). Современные Курильские, Алеутские, Японские, Канарские острова и другие имеют вулканическое происхождение. Постоянные изменения в глубинах земной коры приводят к затуханию вулканических островов, а затем эрозия начинает их разрушать. Вокруг них нарастают кораллы, высота уровня моря изменяется и остаются острова круглой формы с коралловыми рифами, окружающими лагуну – атоллы (останки исчезнувших вулканов). Один из самых больших нетронутых атоллов – Альдабра (Сейшельские острова).

Вулканы есть и внутри литосферных плит. Такие участки называют горячими точками (если горячая точка посреди океана, то образуется вулканический остров). По одной из версий, во внутренних частях литосферных плит вулканы формируются из-за плюмов – горячих потоков мантийного вещества, которые выходят на поверхность Земли из глубин мантии. Одна из самых активных горячих точек – остров Исландия (более 100 вулканов, 18 из которых – действующие).

Вулканизм создаёт благоприятные условия для развития жизни. Облако выбрасываемого вулканического пепла содержит миллиарды тонн полезных макро- и микроэлементов и, за счёт своей консистенции, быстро смешивается с почвой, удобряя её. Именно поэтому вулканические почвы (андосоли) одни из самых плодородных в мире. Например, Восточноафриканская рифтовая долина поддерживает самую динамичную экосистему на Земле. Парк Серенгети – самая продуктивная из всех естественных равнин в мире. Каждый год более миллиона антилоп гну собираются в Серенгети, чтобы пасть на траве богатой кальцием (Ca) и фосфором (P), и давать потомство. Андосоли всегда содержат P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, B – важные элементы для выращивания кофейных плантаций (например, выращивание кофейных деревьев на острове Бали).

Склоны и кратеры вулканов часто труднодоступны и создают благоприятную среду обитания для редких растений и животных. Так, один из самых активных вулканов Восточной Африки – Ол-Доиньо-Ленгаи (север Танзании) извергался более 15 раз за последние 100 лет. На его северном склоне расположено озеро Натрон – один из самых ёмких водоёмов мира, площадью более 1000 км². Вода в озере поднимается из глубин, неся в себе такую концентрацию химикатов, что можно получить ожог. Но на это озеро слетаются почти 2 млн. фламинго и выводят на нём потомство. А в центре острова Фернандина (самый молодой из Галапагосских островов) расположен вулканический кратер, шириной в 6,5 км и глубиной более 800 метров. И такие животные, как наземные игуаны, полагаются на тепло этого вулкана – на дне кратера в тёплом вулканическом пепле идеальная температура для инкубации яиц. Следует отметить, что вулканические острова составляют 5% суши и на них обитает 20% всех видов животных.

Вулканы могут оказывать влияние и на глобальный климат. Оказывается, за последние 2,5 тысячи лет главной причиной роста и падения температур были именно извержения вулканов. Считается, что во время последней ледниковой эпохи 74 тысячи лет назад суперизвержение вулкана Тоба (Индонезия) сопровождалось мощнейшим выбросом вулканического пепла, из-за чего наступил год без лета и температура на планете резко опустилась. А знаменитый взрыв вулкана Кракатау (Индонезия) породил ударную волну, которая трижды обогнула Земной шар, а пылевое облако обогнуло планету за месяц. Спустя два месяца после извержения вся земная атмосфера была насыщена частицами пепла. Это стало причиной ранних сумерек и красных зорь. Впоследствии, сильнейший взрыв Этны (стратовулкан в Италии) повторил подобные явления.

Извергаясь, вулканы выпускают из жерла не только раскалённую жидкую лаву и облака пепла, но и огромные пирокластические потоки – смесь пепла и обломочного материала, растекающаяся вниз по склону со скоростью несколько сотен километров в час с температурой более 700°C. Когда горячий пепел и газо-насыщенные обломки породы падают на склон, то возникает «палящая туча» – огромные массы раскалённой и мелкодисперсной магматической массы, слетающие со склонов вулкана со скоростью более 160 км/ч [2, с. 199]. А вулканический пепел, смешиваясь с водой из горных течений рек, образует бующие сильные потоки. Так, извержение вулкана Пинатубо (остров Лусон, Филиппинский архипелаг) в 1991 году выбросило 5 км³ вулканических обломков на высоту 35 км. Вершина горы обвалилась, провоцируя серию крупных землетрясений. Раскаты грома проходили синхронно с ярко-красной внутриоблачной молнией, вызванной статическим электричеством в самом облаке пепла (опасность заключалась и в том, что молния била в горизонтальном направлении, а не в вертикальном). В день извержения на Лусон обрушился тайфун и ливень смешался с пеплом (так как пепел содержит частицы камней и минералов, то добавление воды может превращать его в цемент). На вулкане сформировались лахары (грязевые оползни) и мощная масса стремительно сорвалась вниз, уничтожая всё на своём пути.

Известно, что за месяц до этого извержения учёные сообщали о сейсмической активности. Были разработаны карты, указывающие места осаднения продуктов вулканических извержений (тефры), но тайфун изменил направление ветра и безопасные места затопило смертоносной смесью тефры. В течение месяца после извержения огромное облако пепла циркулировало вокруг Земли. В нижних слоях атмосферы диоксид серы превратился в кислотные серные частицы, отражающие солнечный свет от своей поверхности и температура на всей планете опустилась на 1°C. Влияние извержения на атмосферу Земли продлилось более двух лет.

В среднем в год извергаются около 50–60 вулканов (примерно 80% всех действующих вулканов находятся в Тихоокеанском огненном кольце). Известно, что магма, наполненная газами, провоцирует взрывное извержение (в 1980 году вулкан Сент-Хеленс (США) обрушил на материк редкий боковой взрыв, выплывающий огромное облако камней, деревьев и пепла под температурой примерно 180°C на высоту 24 км со скоростью 129 км/ч). Соответственно, чем больше в магме газов, тем выше её текучесть. Информация о вулканической деятельности постоянно собирается и тщательно анализируется учёными. В 1982 году для оценки воздействия извержений на атмосферу Земли учёными был разработан вулканический эксплазивный индекс катастроф (или шкала вулканических извержений (VEI)). Каждая отметка по шкале обозначает большую высоту облака пепла, наибольшее количество выбрасываемых пород и степень повышения энергии взрыва (диапазон измерения – от 0 до 8 баллов).

По мнению известного учёного В.В. Зуева, вулканическая активность Земли характеризуется широчайшим диапазоном энергий извержений и объемов вулканических выбросов. При извержениях плинианского типа в стратосфере оказывается большое количество пепла и сернистых газов (прежде всего, диоксида серы, из которого в верхней части озонового слоя образуется долгоживущий сернокислотный аэрозоль). На поверхностях вулканогенного аэрозоля стратосферный озон разрушается в гетерогенных реакциях. При этом наиболее интенсивно реакции протекают на поверхностях мелкодисперсного («молодого») аэрозоля. При вулканических извержениях плинианского типа в тропическом поясе широт происходит глобальное возмущение озоносферы. Образовавшийся в стратосфере сернокислотный аэрозоль растаскивается зональными ветрами по тропическому поясу и постепенно стягивается меридиональной циркуляцией в полярные зоны, окутывая пеленой всю планету. Аэрозольные возмущения стратосферы при попадании в нее продуктов извержения играют значительную роль в разрушении озонового слоя в течение 2–3 лет, особенно после извержения вулканов тропического пояса [1, с. 70–71].

Как уже было отмечено, извержение вулканов происходит постоянно и необходимость данного эндогенного процесса для Земли обуславливается рядом причин: благодаря вулканической деятельности в доисторическое время вокруг Земли сформировалась пригодная для жизни географическая оболочка (атмосфера, литосфера, гидросфера и биосфера), извержения подводных и материковых вулканов постоянно меняют облик земной поверхности, вулканизм играет ключевую роль в становлении (или разрушении) биосферы,

вулканические процессы играют ключевую роль в формировании земного климата и в его постоянных глобальных изменениях; извержение вулканов принимает непосредственное участие в разрушении озонового слоя.

Список литературы

2. **Зуев, В. В.** Вулканы и озоновый слой [Электронный ресурс] / В. В. Зуев // Наука из первых рук. – 2010. – № 4 (34). – С. 68–75. – Режим доступа: <https://scfh.ru/papers/vulkany-i-ozonovyy-sloy/> (дата обращения: 27.03.2024).
3. **Сывороткин, В. Л.** Извержения вулканов [Электронный ресурс] / В. Л. Сывороткин // Пространство и время. – 2017. – № 1 (27). – С. 196–213. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29065450> (дата обращения: 27.03.2024).

Andreeva Julia Rasulovna

Volcanism is a catalyst for life on Earth

The article focuses on volcanism as the main reason for the formation of life on Earth. The author reveals the relationship of this geological process with solar activity, gives some hypotheses about the origin and development of earthly life, lists the most destructive eruptions in human history and notes the significance of this natural phenomenon for flora and fauna.

Key words: volcanism, endogenous processes, eruption, pyroclastic flow, tephra.

БИОЛОГИЯ

УДК [635.63:581.54]-026.611

Глыбовец Алена Игоревна

магистрант по направлению подготовки – 06.04.01 Биология

Программа магистратуры – Экология

ФГБОУ ВО «ЛГПУ»,

г. Луганск (Луганская Народная Республика);

aglybovets@inbox.ru

Луцко Лариса Алексеевна

заведующая лабораторией экологии

ФГБОУ ВО «ЛГПУ»,

г. Луганск (Луганская Народная Республика),

larisalucko65@mail.ru

Косогова Татьяна Михайловна

кандидат биологических наук, доцент,

ФГБОУ ВО «ЛГПУ»,

г. Луганск (Луганская Народная Республика);

kosogova@list.ru

Влияние интенсивности света на рост и развитие *cucumis sativus* L., выращиваемого в лабораторных условиях

В статье представлены результаты изучения влияния света разной интенсивности на сроки прохождения фаз развития и анатомическое строение осевой части побега *Cucumis sativus* L., выращиваемого в лабораторных условиях методом «бутылочной биологии». Показано, при пониженной освещенности проростков существенно задерживается переход верхушечной меристемы к органогенезу следующего уровня. Наиболее оптимальной для выращивания светолюбивых растений в лаборатории является интенсивность света 9000 лк и более.

Ключевые слова: фенология, интенсивность света, фенофазы, рост, развитие, посевные качества семян.

Известно, в условиях дефицита таких важнейших экологических факторов, как свет и температура, отклонения наблюдаются на каждом органогенном уровне, при этом существенно либо полностью задерживается переход верхушечной меристемы к органогенезу следующего уровня [9]. Это утверждение справедливо и для *Cucumis sativus* L., относящегося к семейству Тыквенные (*Cucurbitaceae*).

Генцентром происхождения *C. sativus* L. (по Н.И. Вавилову) является южноазиатский тропический центр. Поскольку это теплолюбивая культура и боится заморозков, в Европе он обосновался лишь в конце Средних веков, в России получил распространение с XVI в. [3].

А.К. Ахатов утверждает, культура *C. sativus L.* сложна для выращивания, т.к. является очень чувствительной к качеству окружающей среды (особенно на первых этапах роста и развития) [2].

Одно из наиболее развернутых определений понятия фенология было дано известным советским фенологом А. И. Руденко: «Фенология – наука, изучающая закономерности сезонного развития растительного и животного мира, а также явлений неорганической природы в их взаимосвязи и взаимодействии»... В биологическом плане она изучает закономерности сезонного развития организмов, в географическом – те же закономерности в их связи с абиотическими условиями среды и географическим положением объектов наблюдений [10].

Цель исследования – изучение влияния интенсивности света на прохождение фенофаз проростками *Cucumis sativus L.*, выращиваемых в лабораторных условиях методом «бутылочной биологии».

Объект исследования – *C. sativus L.*, гибрид «Веселые друзья» (F1). Скороспелый гибрид, женского типа цветения с частичным самоопылением. Создан в 2000 г. селекционерами Российской Федерации. Предназначен для весенних теплиц и открытого грунта. Вынослив к перепадам температуры воздуха [1; 2].

Для выращивания проростков использовали «Грунт универсальный Peter Peat» – смесь верхового и низинного торфов с преобладанием верхового торфа; агроперлит; речной песок; известняковая мука; комплексное минеральное удобрение «Яра Мила Кнопкеа». Основные питательные вещества в мг/л, не менее: азот ($\text{NH}_4 + \text{NO}_3$) – 170; фосфор (P_2O_5) – 160; калий (K_2O) – 270; pH соляной суспензии – не менее 5,5.

Определение всхожести и энергии прорастания семян осуществляли по ГОСТ Р 52325-2005 [4].

Проростки выращивали методом «бутылочной биологии» (Л. В. Цаценко) [8].

Регистрировали прохождение следующих фенологических фаз:

1 – всходы, 2 – появление первого настоящего листа, 3 – цветение, 4 – начало плодоношения.

Освещенность (1500 и 9000 лк) измеряли люксметром Ю-116.

Анатомическое строение гипокотили изучали методом световой микроскопии. В работе использовали световой микроскоп марки MICROmed.

Статистическую обработку экспериментальных результатов осуществляли по Б. А. Доспехову [5].

Известно, посевные качества семян влияют на процессы роста и развития растений. Изучали энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян *C. sativus L.*, гибрид «Веселые друзья» (F1). Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян *C. sativus* L., гибрид «Веселые друзья» (F1) (2022 г.)

Культура	Посевные качества семян	
	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
<i>C. sativus</i> L., гибрид «Веселые друзья» (F1)	89,0±0,01	95,0±0,01

Как свидетельствуют данные таблицы 1, исходный материал имел высокие показатели относительно посевных качеств. Схема опыта предполагала при дальнейшем выращивании растений изучение влияния интенсивности света на анатомо-морфологические особенности культуры. При наблюдении за морфологическими изменениями в процессе роста и развития растений весьма важна точная регистрация сроков прохождения ими фенологических фаз [7; 10].

Результаты фенологических наблюдений представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние интенсивности света на прохождение фаз развития культурой *C. sativus* L., гибрид «Веселые друзья» (F1) (2022-2023 гг.)

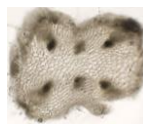
Вариант (освещенность, лк)	Дата посева	Даты наступления фаз развития			
		всходы	появление 1-го настоящего листа	цветение	начало плодоношения
Вариант (А) – 9000	25.12.	1.01.	12.01.	10.02.	20.03
Вариант (Б) – 1500	25.12.	1.01.	15.01.	14.02.	–

Анализ полученных результатов показал, сроки наступления фаз развития *C. sativum* L. в вариантах с разной интенсивностью света различаются. Так, в варианте с освещенностью 1500 лк наблюдается отставание в сроках наступления фенофаз, начиная с фазы появления первого настоящего листа, которое продолжается и в последующие этапы роста и развития. Фаза начало плодоношения к 20.03 наступила только в варианте с освещенностью 9000 лк.

Изучали влияние интенсивности света при выращивании растений в лабораторных условиях на анатомическое строение hypocotyle 14-дневных проростков *C. sativus* L., гибрид «Веселые друзья» (F1) (Рис. 1).



А



Б

Рисунок 1 – Микроскопическое строение hypocотыля 14-дневных проростков *C. sativus L.*, гибрид «Веселые друзья» (F1), выращиваемых при освещенности 9000 лк (А) и 1500 лк (Б), (8*15), фото Глыбовец А.

Как видно из рисунка 1, проростки *варианта А* характеризуются более структурированными проводящими пучками, нежели проростки *варианта Б*. Количество проводящих пучков проростков в обоих вариантах соответствует шести. Диаметр сосудов ксилемы и проводящих элементов флоэмы *варианта А* значительно крупнее диаметра сосудов ксилемы и степени сформированности проводящих элементов флоэмы *варианта Б*. Такой результат свидетельствует о снижении темпов роста и развития проростков, выращиваемых при пониженной освещенности.

Наиболее оптимальной для выращивания светолубивых растений в лаборатории является интенсивность света 9000 лк и более.

Как указывает Вл. В. Кузнецов, механизм действия света на рост может быть следующим – пигменты, участвующие в регуляции роста растений светом, оказывают при возбуждении их светом непосредственное действие на гены, превращая неактивные в данный момент гены в активные, и наоборот. В результате синтезируются новые мРНК и новые белки, образование которых раньше было «запрещено». Так, в ядре и хлоропласте фитохром влияет на гены, регулирующие синтез РубФ-карбоксилазы – основного фермента темновой фазы фотосинтеза [6].

Таким образом, анатомо-морфологические особенности растения обусловлены генетически, но их проявление зависит от качества окружающей среды.

Список литературы

1. **Агроэкологический** атлас России и сопредельных стран: Основные сельскохозяйственные культуры: *Cucumis sativus L.* – Огурец посевной [Электронный ресурс]. agroatlas.ru/ru/biogis/index.html
2. **Ахатов, А. К.** Мир огурца глазами фитопатолога / А. К. Ахатов. – М.: Тов-во науч. изданий «КМК», 2020. – 320 с.
3. **Гончаров, Н. П.** Центры происхождения культурных растений / Н. П. Гончаров // Информационный вестник: ВОГиС, 2007. – Т. 11. № 3/4. – С. 561–574.
4. **ГОСТ Р 52325-2005** Семена сельскохозяйственных растений: Сортные и посевные качества. Общие технические условия / Seeds of agricultural plants. Varietal and sowing characteristics. General

- specifications. – М.: Стандартинформ, 2005 – [Электронный ресурс]
Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200039547>.
5. **Доспехов, Б. А.** Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
 6. **Кузнецов, Вл. В.** Физиология растений / Вл. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. – М.: Высш. школа, 2005. – 736 с.
 7. **Методика определения** фенологических фаз. Методы учета структуры сорного компонента в агрофитоценозах: учебное пособие / сост.: И. В. Фетюхин [и др.]. – Персиановский : Донской ГАУ, 2018. – 76 с.
 8. **Цаценко, Л. В.** Инновационные технологии в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных растений / Л. В. Цаценко. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 99 с.
 9. **Чурикова, О. А.** Изучение закономерностей функционирования верхушечной меристемы побега и особенностей морфогенетических процессов в культурах *in vitro* растений разных таксономических групп // Вестник Московского ГУ. – Сер. 16. Биология, 2005. – №3. – С. 52–64.
 10. **Янцер, О. В.** Общая фенология и методы фенологических исследований: / О. В. Янцер, Е. Ю. Терентьева. – Екатеринбург: Изд-во УрГПУ, 2013. – 218 с.

Glybovets Alena Igorevna
Lutsko Larisa Alekseevna
Kosogova Tatyana Mikhailovna

Influence of light intensity on the phenology of *Cucumis sativus* L. grown in laboratory conditions

*The article presents the results of studying the influence of light of different intensities on the timing of developmental phases and the anatomical structure of the axial part of the shoot of *Cucumis sativus* L., grown in laboratory conditions using the “bottle biology” method. It has been shown that with reduced illumination of seedlings, the transition of the apical meristem to organogenesis of the next level is significantly delayed. The most optimal light intensity for growing light-loving plants in the laboratory is 10000 lux or more.*

Key words: *phenology, light intensity, phenophases, growth, development, sowing qualities of seeds.*

Курдюкова Ольга Николаевна,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ГАОУ ВО ЛО «ЛГУ им. А.С. Пушкина»
г. Санкт-Петербург (Ленинградская область)
gerbology8@mail.ru

Заруцкая Юлия Геннадиевна,
старший преподаватель
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»,
г. Луганск (Луганская Народная Республика)
julya.7878@mail.ru

Особенности формирования дендрофлоры города Луганска

В статье рассматриваются ботанические аспекты формирования дендрофлоры города Луганска в историческом аспекте от начала формирования до начала XX века. Выявлены основные этапы формирования дендрофлоры с указанием преобладающих видов.

Ключевые слова: дендрофлора, дендрология, Луганск, Луганская Народная Республика, байрачные леса, пойменные леса, древесно-кустарниковые насаждения.

На территории современного города Луганска сформировался особый ландшафт, для которого характерна специфическая флора, в особенности, совокупность видов древесных растений (дендрофлора). Природная растительность, преобразованная в техногенные растительные сообщества, отличается видовым составом, строением, динамикой и т.д. населяет парковые зоны, образует «зеленое» кольцо и периферийные защитные лесонасаждения вокруг города, где наряду с местными видами представлено значительное число культурных и культивируемых, главным образом, интродуцированных видов. Таким образом, в городе сохраняются остатки природной растительности, которые подвергаются инвазиям.

Древесно-кустарниковые насаждения как относительно устойчивый компонент растительного покрова города используются в благоустройстве города и создании оптимальных экологических условий проживания населения, а также играют важнейшую, санитарную, оздоровительную, эстетическую и образовательную роль.

История формирования, современная структура и перспективы развития дендрофлоры города требуют постоянной инвентаризации и анализа.

Данные о видовом составе древесно-кустарниковых интродуцентов, городском лесоразведении, о некоторых парковых насаждениях и состоянии городских лесонасаждений приведены в немногих трудах (А.А. Гроссгейм, 1907; Весь Луганск в кармане, 1912; А.А. Лыпа, 1949; А.П. Симоненко, В.И. Оберто, 1963; В.П. Якимец, 1978; А.З. Дидова, 1987; А.Е. Вербин, 2006; М.В. Филимонова, 2008; О.В. Грибачева, 2017; И.Д. Соколов и др., 2018;

С.Ю. Наумов, 2018, 2020).

Исходя из этого, вопросы изучения дендрофлоры, истории ее формирования, рационального использования, сохранения и восстановления приобретают в настоящее время особую актуальность.

В связи с этим, задачей нашего исследования является изучение формирования дендрофлоры города Луганска (до XX века).

Палеоботанические исследования третичных отложений и найденные многочисленные отмершие остатки каштана, граба, бука, кипариса, араукарии и других древесных растений доказывают, что территория современной Луганской Народной Республики (далее – ЛНР) когда-то сплошь была покрыта лесами [1; 2].

В начале первого тысячелетия нашей эры 70% территории ЛНР, включая всю территорию города Луганска, была покрыта лесами [3]. Это же подтверждается анализом исследований спорово-пыльцевого комплекса всех растений раннечетвертичного периода. Установлено, что в его составе 75% составляла пыльца древесных и 25% травянистых растений [4]. Леса в то время занимали не только долины рек, но и выходили на водоразделы [3].

Однако, уже в начале 17 века, с началом заселения «дикого поля», значительная часть лесов была вырублена, и они занимали лишь 48% территории региона, и располагались массивами, в которых преобладали дуб, ясень, ольха, клен, граб и др. виды. В подтверждение этому приводятся данные о наличии оподзоленных черноземов и лесных почв в местах, где в настоящее время лесов нет, а также названия населенных пунктов ЛНР – Ясиноватая, Ольховка, Калиновка, Кленовое, Вербовка, Дубровка, Ореховое, Терновое и балок – Дубовая, Грабовая, Грушевая, Сосновая, Ореховая, Липовая, Осиновая, Дерезоватая и др., где этих пород деревьев и кустарников практически нет [2; 5].

Документальные подтверждения существования значительных лесных массивов на территории ЛНР содержатся также в «Материалах к истории Войска Донского (1914 г., вып. 2).

В 1699–1700 гг. по приказу Петра I лесные массивы, расположенные на территории нынешней ЛНР были обследованы с целью определения пригодности лесов для нужд кораблестроения на Воронежской верфи. Перепись лесов велась вдоль рек Северского Донца и Лугани, по которым лес транспортировался. В то время обе реки были судоходными. О размерах деревьев, пригодных для судостроения, можно было судить по таким промерам: длина колод от комля до первого сучка составляла 15–17 метров, а диаметр в верхнем отрубе до 36 см [6].

Особую ценность представляли дубовые леса, которые давали самую ценную древесину. Учет таких лесов и отдельных деревьев у них, производили поштучно. Отбирались деревья толщиной у комля до 150 см и длиной до первого сучка не менее 15 м [6]. Впоследствии леса были вырублены для нужд солеварения.

К концу 18 века и в течение всего 19 века площади лесов на территории ЛНР, включая и территорию города Луганска, значительно уменьшались. Бурное развитие промышленности, строительство дорог, шахт, заводов, жилых домов, распашка земель и неумеренный выпас скота привели к тому, что в

начале 20 века лесистость составляла лишь 3%. Леса вырубали на строительство производственных помещений, домов, для устройства всевозможных заграждений, сооружений, шахтных креплений, на топливо и т.д.

Естественные лесные участки сохранились лишь небольшими разрозненными островками байрачных рощиц *Quercus robur* L., *Fraxinus excelsior* L., *Ulmus campestris* L., а на опушках – *Caragana flutex* (L.) K. Koch, *Rosa subpygmaea* Chrshan., *Prunus stepposa* Kotov. Местами, в поймах Лугани и Ольховой, сохранились отдельные небольшие группы *Quercus robur* L., *Populus nigra* L., *Populus tremula* L., различные виды *Salix* L.

На рубеже 18 и 19 вв. в месте слияния рек Ольховка и Лугань началось сооружение Луганского литейного завода, возникновение и быстрое развитие заводского поселения «Луганский завод», в последствии г. Луганска.

Неотъемлемой составной частью интенсивного развития города и строительства рабочих поселков стало их озеленение. Создание зеленых насаждений начиналась одновременно с его заселением и развитием. Застройка города шла без какого-либо официального плана. Искусственные уличные древесно-кустарниковые насаждения *Acer platanoides* L., *Acer tataricum* L., *Quercus robur* L., *Fraxinus excelsior* L., *Populus nigra* L., *Populus tremula* L., *Salix alba* L., *Caragana arborescens* Lam., *Rosa majalis* Herzm. впервые появились вдоль улиц Английской (ныне имени В. И. Даля) с каменными особняками для специалистов завода и Петроградской (ныне им. Ленина) с казармами и землянками для рабочих, а позже купеческими каменными домами.

В 1800 г. в Луганске на участке пойменного леса был разбит первый в Донбассе ботанический сад (Булацелевский участок) с тополиными, дубовыми, вербовыми, липовыми аллеями, остатки которых частично сохранились до наших дней. В саду, наряду с местными древесно-кустарниковыми дикорастущими и культурными растениями, произрастало множество видов, завезенных с других уголков России и Европы, в частности *Gymnocladus dioica* (L.) K. Koch, *Campsis radicans* (L.) Seem., *Cercis siliquastrum* L., *Prunus subhirtella* L., *Juglans regia* L., *Koelreuteria paniculata* Laxm., *Thymelaea passerina* (L.) Coss. & Germ., *Rhododendron luteum* Sweet и др.

В 1887 г. ботанический сад был передан городу, но вскоре этот огромный сад с богатейшей растительностью был совершенно запущен, никем не посещался и стал медленно погибать [7].

На участке сада было построено несколько 2-этажных жилых домов, утопающих в зелени деревьев, кустарников (спальная зона работников завода Гатмана), здесь произрастали преимущественно местные виды: *Quercus robur* L., *Populus nigra* L., *Populus tremula* L., *Fraxinus excelsior* L., *Ulmus campestris* L., *Acer platanoides* L., *Acer tataricum* L., *Acer campestre* L., *Salix alba* L., *Salix pentandra* L., *Betula pendula* Roth., *Euonymus verrucosus* Scop., *Sambucus nigra* L., *Rosa caesia* Smith., *Ligustrum vulgare* и др. В 1935 г. эта часть Булацелевского участка была несколько переобустроена и переименована в участок П. О. Цупова. Здесь произрастало более 40 видов древесно-кустарниковых пород, в том числе *Quercus robur* L., *Fraxinus excelsior* L., *Ulmus campestris* L.,

Populus nigra L., *Morus nigra* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Caragana arborescens* Lam., *Acer negundo* L., *Salix alba* L., *Rosa caesia* Smith., *Ligustrum vulgare* L., множество декоративных травянистых растений, функционировало шесть фонтанов.

В настоящее время, не считая участка Цупова, территория сада застроена или превращена в пустырь с остатками усыхающих деревьев и кустарников. В январе 2024 г. в ходе заседания Луганского депутатского клуба с участием депутатов Народного совета ЛНР, а также руководителей политических партий столицы региона принято решение о восстановлении ботанического сада.

К первым регулярным улицам Луганска относятся Почтовая, Садовая (ныне К. Либнехта), Банковая (ныне им. Т.Г. Шевченко), Казанская (ныне Карла Маркса). Строительство их сопровождалось уличными насаждениями *Populus nigra* L., *Caragana arborescens* Lam., *Acer tataricum* L., *Tilia cordata* Mill., *Ligustrum vulgare* и обустройством Успенского, Гусиновского, Воскресенского, Петропавловского и др. скверов в которых произрастало от 10 до 25 видов древесно-кустарниковых растений, в частности *Quercus robur* L., *Fraxinus excelsior* L., *Acer platanoides* L., *Tilia cordata* Mill., *Ulmus campestris* L., *Salix alba* L., *Caragana flutex* (L.) K. Koch, *Rosa caesia* Smith., *Rosa balsamica* Besser, *Ligustrum vulgare* L., *Sambucus nigra* L. и др.

В селе Каменском (Каменный Брод) в это время дома строились только низкой этажности из местного материала (мергеля). Улицы села обильно озеленялись местными видами деревьев и кустарников, заготавливаемыми в пригородных байрачных и пойменных лесах. В огородах и у домов жители выращивали многие плодово-ягодные культуры и культивировали такие полезные дикорастущие виды, как *Crataegus rhipidophylla* Gand., *Padus avium* Mill., *Rosa gorenkensis* Besser, *Rosasubpomifera* Chrshan., *Ligustrum vulgare* L., *Viburnum opulus* L., *Prunus stepposa* Kotov, *Rubus idaeus* L., *Sambucus nigra* L. и др.

Но площадь искусственных лесных насаждений не превышала нескольких десятков гектар. Важным событием в истории озеленении города стало заложение на площади 8 га Луганского городского сада, получившего в последствии (в 1922 г.) название парка культуры и отдыха имени Первого мая, где произрастало около 30 видов древесно-кустарниковых растений. В 1927 г. территория его была значительно расширена за счет ботанического сада, а в 1934 г. капитально обустроена, но во время немецко-фашистской оккупации сильно разрушена. Однако, уже к весне 1945 г. сад был полностью восстановлен. На его территории было высажено 430 деревьев, около 3 тыс. кустарников и более 120 кустов *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch. Повторная реконструкция сада была проведена в 1973 г. Она сопровождалась сносом ограждения сада и вырубкой множества деревьев и кустарников, что изменило облик сада не в лучшую сторону. Но, начиная с 2010–2014 гг., территория сада постепенно приводится в надлежащий порядок. Сформирована рощица из *Betula pendula* Roth, и *Cornus alba* L., устроены зеленые изгороди из *Berberis vulgaris* L., высажены саженцы *Platycladus orientalis* (L.) Franco, *Crataegus subrotunda* Klokov и других ранее не произраставшие в саду растений. Сохранились малораспространенные в Луганске *Gymnocladus dioica* (L.)

К. Koch, *Cerasus mahaleb* (L.) Mill., *Gleditsia triacanthos* L., *Campsis radicans* (L.) Seem. Всего нами выявлено 44 вида древесно-кустарниковых растений.

На противоположном берегу Лугани, располагался сквер, переименованный позже в парк Ленина. Основными породами парка были *Quercus robur* L., *Populus nigra* L., *Populus nigra* L., *Populus tremula* L., *Ulmus campestris* L., *Tilia cordata* Mill., *Robinia pseudoacacia* L., *Acer platanoides* L., *Acer negundo* L., из кустарников – *Salix cinerea* L., *Salix striandra* L., *Salix rosmarinifolia* L., *Rosa balsamica* Besser, *Ligustrum vulgarre* L., *Euonymus verrucosus* Scop.

Но в 50–60 годы 20 века территория парка стала заболачиваться и древесно-кустарниковые растения стали быстро погибать, а территория парка превратилась в пустырь. Неоднократно высаживаемые на пустыре в течение 1992, 2002, а затем 2009–2010 гг. деревья и кустарники не приживались и погибали.

Еще более широкое зеленое строительство в городе началось в начале 20 века.

Зеленые насаждения стали обязательным элементом благоустройства города и важнейшим фактором охраны здоровья и отдыха населения. Был принят план расширения городских лесных насаждений и превращения ряда городских массивов в парки и скверы.

Таким образом, дендрофлора Луганска в начале своего формирования до начала XX века была представлена естественными лесами байрачного и пойменного типа, и искусственно созданными насаждениями различного назначения.

Список литературы

1. **Дидова, А. З.** Заповедная природа Донбасса / А. З. Дидова. – Изд. 2-е доп. – Донецк : Донбасс, 1987. – 168 с.
2. **Скорород, В. Г.** Озеленение Донбасса / В. Г. Скорород. – Сталино : Донбасс, 1952. – 120 с.
3. **Генсирук, С. А.** Леса Украины / С. А. Генсирук. – М. : Агропромиздат, 1975. – 240 с.
4. **Артюшенко, А. Т.** Растительность лесостепи и степи Украины в четвертичном периоде / А. Т. Артюшенко. – К. : Наукова думка, 1970. – 320 с.
5. **Слюсарев, А. А.** Природа Донбасса / А. А. Слюсарев. – Изд. 3-е доп. – Донецк : Донбасс, 1988. – 175 с.
6. **Вербин, А. Е.** Леса Луганской области / А. Е. Вербин, Н. И. Конопля // Вестник ЛГПУ имени Тараса Шевченка. – 2006. – № 3 (98). – С. 10–26.
7. **Весь Луганск в кармане.** Справочник. – 1912. – 58 с.

**Kurdyukova Olga Nikolaevna
Zarutskaya Julia Gennadievna**

Features of the formation of dendroflora in the city of Lugansk

The article examines the botanical aspects of the formation of the dendroflora of the city of Lugansk in a historical aspect from the beginning of its formation to the beginning of the twentieth century. The main stages of dendroflora formation have been identified, indicating the predominant species.

Key words: *dendroflora, dendrology, Lugansk, Lugansk People's Republic, grassland forests, floodplain forests, trees and shrubs.*

Научное издание

Наследники Д. И. Менделеева

*Материалы Всероссийской научно-практической
конференции
(Луганск, 09 апреля 2024 года)*

Редактор – Дяченко В. Д.
Ответственный редактор – Полупаненко Е. Г.
Верстка – Гаркуша Д. С.

Подписано в печать 14.06.2024 г. Бумага офсетная.
Гарнитура Times New Roman. Печать ризографическая.
Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 11,86.
Тираж 100 экз. Заказ № 50.

Издательство ЛГПУ
ФГБОУ ВО «ЛГПУ»

ул. Оборонная, 2, г. Луганск, ЛНР, 291011. Т/ф: +7857-258-03-20
e-mail: knitaizd@mail.ru