

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГБОУ ВПО «Курский государственный университет»

---

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИИ,  
ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ И ХИМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**Материалы всероссийской научно-практической конференция с  
международным участием,  
посвященной 60-летию образования кафедры химии КГУ**

22 – 24 декабря 2015 г.



Курск 2015

УДК 54;378  
ББК 24+74  
А43

**А43** Актуальные проблемы химии, химической технологии и химического образования [Текст]: сб. докл. всероссийской научно-практической конференция с международным участием, посвященной 60-летию образования кафедры химии КГУ, г. Курск, 22–24 декабря 2015 г. / под ред. Р.В. Гребенниковой, Ю.О. Веляева; Курск. гос. ун-т. – Курск, 2015. – 162 с. – ISBN 978-5-88313-880-4

Сборник содержит материалы докладов, представленных на всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы химии, химической технологии и химического образования» (Курск, 22-24 декабря 2015 г.). В докладах рассмотрены вопросы, обсуждены перспективные направления научных исследований в области органической, аналитической и физической химии.

**УДК 54;378**  
**ББК 24+74**

ISBN 978-5-88313-880-4

© Коллектив авторов, 2015  
© Курский государственный университет, 2015

## Содержание

<b>Аникин В.Ю</b> Идентификация и самоидентификация.....	6
<b>Получение и изучение свойств органических и неорганических веществ и материалов</b>	
<b>Ситник С.М.</b> Неравенства для средних Джини и их применение в химии полимеров.....	13
<b>Розанова Е.Н.</b> Получение математической модели для процесса механического перемешивания водных растворов поливинилового спирта....	20
<b>Косолапова Н.И.Клюева О.Н., Миронов С.Ю.</b> Фунгицидная активность диспергированного малахита по отношению к культуре ASPERGILLUS NIGER.....	26
<b>Грехнева Е.В., Кудрявцева Т.Н., Чаплыгин Д. Данилова Н., Ефанов С.А.</b> Количественный анализ 4-карбоксиякридона хроматографическими методами.....	29
<b>Веляев Ю.О., Кушнарёва Е.М.</b> Изучение возможности получения микроразмерного диоксида циркония из оксинитрата циркония.....	33
<b>Лепина А.В. Лукьянчикова И.Д.</b> Использование производных метронидазола для иммобилизации на нетканый целлюлозно-вискозный материал.....	38
<b>Грехнева Е.В., Мезенцева И.В.</b> Использование сополимеров метилметакрилата и метакриловой кислоты совместно с водорастворимыми полимерами для микрокапсулирования БАВ.....	42
<b>Грехнева Е.В., Власова В.В.</b> Способы микрокапсулирования биологически активных веществ в двойные оболочки.....	47
<b>Грехнева Е.В., Ерохина Ю.И.</b> Возможности инкапсулирования БАВ в природные полимеры.....	51
<b>Кудрявцева Т.Н., Гапеева В.А., Атрепьева Л.В., Григорьян А.Ю.</b> Синтез нового азокрасителя для крашения текстильных материалов специального назначения.....	55
<b>Атрепьева Л.В., Аниканова Е.А., Замятина Е.Н.</b> Изучение химических свойств бедков растительного сырья.....	59
<b>Бушина Л.Г., Богатырев К.В., Кудрявцева Т.Н., Климова Л.Г.</b> Тиазол-2-илкарбоксамиды фениламинобензойных кислот .....	64
<b>Кудрявцева Т.Н., Звягина Ю.С.</b> Синтез производных оксадиазолов 6Н-индол[2,3- <i>b</i> ]хиноксалинуксусной кислоты.....	67
<b>Кудрявцева Т.Н., Брахнова Е.Ю., Шубин Д.А.</b> Придание антибактериальных свойств полимерам на основе целлюлозы при помощи соединений ряда акридона.....	71
<b>Кудрявцева Т.Н., Отрохова М.В.</b> Синтез эфиров 6Н-индол[2,3- <i>b</i> ]хиноксалин-3-карбоновой кислоты.....	74
<b>Кудрявцева Т.Н., Густилина А.В.</b> Синтез 9-замещенных-6Н-индол[2,3- <i>b</i> ]хиноксалинов.....	78
<b>Атрепьева Л.В., Денисова Е.А., Отрохова М.В.</b> Совершенствование технологии получения эфирных масел методом анфлеранж.....	81

**Химико-аналитический контроль и мониторинг веществ,  
материалов и объектов окружающей среды**

<b>Хаданович А.В., Пырх О.В.</b> Распределение ионов свинца в системе почва-растение в условиях гомельского региона.....	85
<b>Косолапова Н.И., Мирошниченко А.А., Кометиани И.Б.</b> Влияние водного экстракта внешней коры <i>BETULA PENDULA ROTH</i> на физиологическую активность дрожжей <i>SACCHAROMYCES CEREVISIAE</i> .....	88
<b>Лозинская Е.Ф., Лукьянчикова О.Н., Митракова Т.Н.</b> Природные материалы как сорбенты ионов меди (II).....	91
<b>Гребенникова Р.В.</b> Концентрирование стронция-90 хелатными сорбентами и определение его в водах Курской области .....	94
<b>Косолапова Н.И., Плаксина И.Н., Мирошниченко О.В.</b> Исследование изотерм сорбции метиленового синего торфом, диспергированным до наноразмеров.....	97
<b>Косолапова Н.И., Буданова Е.В., Алферова Е.Ю., Миронов С.Ю.</b> Антиоксидантная активность торфа диспергированного до наноразмеров.....	100
<b>Гребенникова Р.В., Миловидова Н.Ю., Носова О.В.</b> Оценка антиоксидантных свойств чайного гриба <i>Medusomyces Gisevi</i> с целью разработки напитка на его основе.....	103
<b>Атрепьева Л.В., Лукьянчикова И.Д., Наумова Н.А.</b> Сравнительный анализ амилазной активности растительного сырья.....	107
<b>Атрепьева Л.В., Власова В.В., Густилина А.В.</b> Сравнительный анализ уреазной активности растительного сырья.....	111
<b>Атрепьева Л.В., Густилина А.В., Власова В.В.</b> Сравнительный анализ уреазной активности почв различного состава.....	113
<b>Проблемы модернизации химического образования</b>	
<b>Ступень Н.С., Коваленко В.В.</b> Формирование химических компетенций у студентов при изучении химии высокомолекулярных соединений.....	117
<b>Коваленко В.В., Ступень Н.С.</b> Концептуальные аспекты содержания темы «Периодический закон и периодическая система элементов Д.И.Менделеева» в школьном курсе химии.....	121
<b>Бу Хунг.</b> Педагогические условия эффективности формирования исследовательской компетенции бакалавров-химиков в рамках лабораторного практикума и НИР.....	125
<b>Пильникова Н.Н.</b> О составляющих исследовательских умений по химии и мониторинге их сформированности у школьников.....	131
<b>Гребенникова Р.В., Гребенников А.В.</b> Пути оптимизации современного образования в области естественных наук.....	135
<b>Бу Хунг, Емельянова Г.М., Дьяченко Г.Н.</b> К вопросу о формировании профессиональных компетенций у бакалавров направления подготовки Педагогическое образование по профилям Биология, Химия.....	138
<b>Гребенников А.В.</b> Формирование профессиональной самоорганизации бакалавров при изучении интегративных дисциплин естественнонаучного направления.....	143

<b>Пилюгина Н.Н., Ферапонтова Н.В.</b> Роль межпредметных элективных курсов в формировании познавательного интереса обучающихся	<b>145</b>
<b>Емельянова Г.М., Ломакина Г.А.</b> Формирование интереса обучающихся к химии на основе принципа связи обучения с жизнью.....	<b>149</b>
<b>Гребенников В.П.</b> Деятельностно-компетентностный подход к преподаванию учебных дисциплин .....	<b>154</b>
<b>Емельянова Г.М., Миловидова Н.Ю., Несенова М.В.</b> Современный дифференцированный подход к обучению и его влияние на развитие познавательной активности.....	<b>157</b>

## **ИДЕНТИФИКАЦИЯ И САМОИДЕНТИФИКАЦИЯ**

(эссе на темы истории кафедры химии Курского государственного университета и аналитической химии)

**Аникин В.Ю.**

Курское городское Собрание, г. Курск,  
канд.хим.наук

История кафедры химии Курского государственного университета, её научное направление, аналитическая химия, тесно связаны с именами как работников кафедры, так и тех, с кем судьба сводила их в течение жизни. Переплетение истории страны, событий и судеб отдельных людей формировали уникальное лицо кафедры. Научная тематика, органические реагенты, – это не только работа в течение многих лет на перспективных направлениях, но и определённый образ научного мышления и восприятия химии и химического образования.

*Ключевые слова:* кафедра химии Курского государственного университета, аналитическая химия, преподавание аналитической химии.

Какими неведомыми путями сплетаются траектории людей во времени и пространстве? Когда в начале пятидесятых годов Министерство высшего и среднего специального образования СССР задумало открыть в Курском государственном педагогическом институте кафедру химии, как появилась кандидатура на должность заведующего кафедрой? Наверное, на этот вопрос уже никто не сможет подробно ответить. Михаил Зиновьевич Ямпольский, назначенный тогда первым заведующим, рассказывал, что в Министерстве (тогда заведующих кафедрами назначало министерство!) перед ним поставили три задачи: создать кафедру, создать при кафедре аспирантуру для подготовки кадров квалифицированных специалистов-химиков и со временем создать докторантуру. Последнюю задачу Михаил Зиновьевич честно считал не выполненной. Наверняка, никто на министерском уровне не задавался тогда более простыми вопросами. Например, каким будет научное направление новой кафедры. В этом вопросе вся ответственность ложилась уже на кандидата химических наук, доцента М.З. Ямпольского. Что мог предложить новоиспеченной кафедре и Курскому пединституту специалист, защитивший кандидатскую диссертацию по специальности "Технология сахарной

промышленности"? А выяснилось, что предложить он смог самые интересные направления химической аналитической науки того времени. Ряд идей, которые разрабатывала аспирантура по химии КГПИ, не воплощены полностью до сих пор. И вот здесь разговор о хитром переплетении судеб.

Кандидатскую диссертацию Михаил Зиновьевич писал под руководством Леонида Марковича Кульберга. Деталь: Ямпольский окончил в Киеве Химико-технологический ин-т им. А. И. Микояна. Кульберг окончил в 1935 году Киевский университет. К окончанию обучения он уже имел 15 научных работ. Прошу учесть, это работы уровня требований 30-х годов, а не нынешних студенческих конференций для коммерческих вузов. Были знакомы Ямпольский и Кульберг по довоенному Киеву? Не знаю.

Парадоксально! Я знаю, что Михаил Зиновьевич был знаком со Шварценбахом, автором комплексонометрии. Они встретились на научной конференции в ГДР. Более того, в течение недели трапезничали за одним столом. Первое появление легендарного тогда уже швейцарца Ямпольскому врезалось в память из-за мелочи. Шварценбах вошёл в столовую в каком-то роскошном белом пальто. Не обнаружив вешалки (социалистическая страна!), он пальто снял, сложил и положил на шкаф, стоящий рядом с обеденным столом. Михаил Зиновьевич перепугался, что на шкафу пыль и пальто испачкается. Но это была хоть и социалистическая, но Германия. Везде, и на шкафу в том числе, было стерильно. Эти мелочи мне известны, а когда и где судьба впервые свела Ямпольского с Кульбергом, не знаю.

Но то, что после войны они встретились уже в Саратове, – это факт. Михаил Зиновьевич в те годы – майор, замначальника военного училища. Их в Саратове и Саратовской области тогда было десятка три. А Кульберг с 1949-го года – заведующий кафедрой аналитической химии Саратовского университета. Из Киева Леонида Марковича вынудили уехать. В Саратовском университете тогда собралась потрясающая группа учёных, химиков-аналитиков. Но Кульберг был не только научная величина. Он был прекрасный педагог и организатор. Прожил обидно мало – 43 года. В Саратове проработал всего 5

лет. За это время подготовил 11 кандидатов, одного доктора наук (И.С.Мустафин), написал более 80 статей, 2 монографии, организовал постоянный семинар заводских химиков-аналитиков, курсы повышения квалификации. Время было послевоенное: приходили в науку и молодые, возвращались с войны зрелые мужчины, такие как Ямпольский и Мустафин. Мустафину в 1948-м уже 40 исполнилось, Михаил Зиновьевич на 9 лет моложе. Но Исаак Савельевич Мустафин, всю войну протаскавший в солдатском рюкзаке довоенный лабораторный журнал и первый том «Основ химии» Менделеева, работает как аспирант. Став кандидатом, продолжает свои выдающиеся исследования и уже в 1958-м, к 50-летию, защищает докторскую диссертацию на тему «Исследование в области аналитического применения органических веществ». Дружба Мустафина и Ямпольского прошла через долгие годы, а общение взаимообогащало их идеями. Михаил Зиновьевич тоже всю войну прошёл. Был вынужден от самых границ советской Украины отступать до Москвы. Картины Москвы на военном положении потрясают. Военные в увольнительную идут в Большой театр, дают «Евгения Онегина», поёт Лемешев! Михаил Зиновьевич вспоминал, что перед самым началом его слегка напугал поток людей, бросившихся по центральному проходу зала. Профессиональный военный воспринял это как панику. И не мудрено – враг под Москвой. Но присмотрелся и удивился. Бегут, толкая друг друга интеллигентные, хорошо одетые, пахнущие хорошими духами дамы среднего возраста с букетами цветов. Сосед объяснил, что это – «лемешистки», поклонницы Лемешева. Во втором акте по рядам аккуратно, стараясь минимально беспокоить людей, пошёл человек, который обращался к людям в военной форме. Предлагалось без спешки и волнения покинуть зал и вернуться в расположение части. В этот момент немецкие бронетранспортёры и мотоциклисты прорвались к мосту через Москва-реку близ Шереметьево, части выводили закрыть образовавшуюся брешь – увольнения отменялись. Немцы в 30 километрах под Москвой, а Лемешев поёт Ленского в Большом. Какой масштаб личности, масштаб патриота и гражданина! Я иногда думаю: не



приведи господи! – какая беда со страной... Где при приближении врага окажутся наши нынешние звёзды, требующие огромные гонорары? Смогут ли петь для людей под огнём врага?

Нельзя забывать и ещё одного саратовца, Алексея Иванович Черкесова, также воспитанника Кульберга. Впоследствии Алексей Иванович заведовал кафедрой химии Саратовского педагогического института им. К.А. Федина. Продолжил интереснейшую серию работ по органическим аналитическим реагентам и в 1965-м году по совокупности работ стал доктором химических наук.

Частички Кульберга, Мустафина, Черкесова привёз Ямпольский в Курск. В тесном контакте заработал провинциальный Курский пединститут с крупнейшими аналитиками страны. В 1967 году ноябрьский номер «Журнала аналитической химии» был посвящён 50-летию советской власти. Полномера – статья о достижениях аналитической химии в Советском Союзе. Среди перечисленных научных центров, академических научных институтов и университетов, упомянут один единственный пединститут. Курский государственный! Это заслуга Михаила Зиновьевича Ямпольского. Аспирантура кафедры химии давала очень качественный научный продукт. Работали, без всяких прикрас, со всей страной. Рассматриваю авторефераты кандидатских диссертаций тех лет, конец 60-х – начало 70-х. Л.И. Генъ защищается на химфаке МГУ, ведущее предприятие – Саратовский государственный университет (это Мустафин), оппоненты – доктор физико-математических наук Л.А. Грибов и кандидат химических наук В.М. Иванов. Оппонировал Иванов и Татьяне Михайловне Девятовой. Вот переплетение судеб! Спустя 30 лет доктор химических наук, профессор Вадим Михайлович Иванов будет оппонировать мне на защите кандидатской диссертации. Оскотская Эмма Рафаиловна защищается в ГЕОХИ им. В.И. Вернадского, ведущее учреждение – Саратовский педагогический институт (это Черкесов), оппоненты: доктор химических наук А.А. Немодрук и кандидат химических наук Ю.М. Дедков. У кафедры появляется ещё один многолетний друг. Юрий

Маркович, уже доктор химических наук и профессор, будет через двадцать лет оппонировать на защите кандидатской диссертации Леонида Михайловича Ямпольского, а впоследствии подготовит для нашей кафедры ещё одного высокопрофессионального химика-аналитика Лозинскую Елену Фёдоровну, которая под его руководством выполнит ряд интереснейших работ и защитит кандидатскую диссертацию. Светлана Николаевна Дроздова и Леонид Михайлович Хохлов защищаются в Днепропетровском государственном университете, в числе ведущих предприятий появляется Ростовский государственный университет. Татьяна Михайловна Девятова защищается в ГЕОХИ, а ведущая организация – институт неорганической химии АН Латвийской ССР, первый оппонент – доктор химических наук, профессор Сергей Борисович Саввин. За пару лет до этого Саввин, Черкесов и доктор химических наук С.В. Елинсон оппонировали Михаилу Зиновьевичу на защите докторской диссертации. В Курске появился свой первый, подготовленный в городе доктор химических наук. Отзыв писал Горьковский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, где с 1937 года кафедру возглавлял один из ведущих химиков-аналитиков страны И.М. Коренман. Созвездие имён и академических институтов показывает, что кафедра химии КГПИ работала на самом переднем крае аналитической науки. Юбилейный труд «Курский государственный университет: страницы истории», выпущенный к 80-летию вуза, говорит, что с 1970 по 1974 год на естественно-географическом факультете было защищено 8 кандидатских диссертаций по географии, ботанике, зоологии и химии. Я перечислил пять по химии. Значит на географию, ботанику и зоологию остаётся по одной.

К началу 70-х годов рядом с Михаилом Зиновьевичем Ямпольским стоит его ученик Вячеслав Дмитриевич Салихов, самый молодой на тот момент кандидат химических наук в Советском Союзе. Вячеслав Дмитриевич уже выступает как соруководитель кандидатской работы Л.М. Хохлова. Салихов в 70-е уезжает по приглашению работать в Аденский университет в Йемене. Но из-за государственного военного переворота в этой арабской стране Вячеслав

Дмитриевич возвращается на родину. Его приглашают профессором на Гренаду - туда вторгаются американцы. И эта поездка отменяется. В начале 90-х именно Салихову, заведующему кафедрой химии, профессору, придётся решать задачи развития химического образования и развития кафедры, когда всё вокруг только рушилось и деградировало. Хорошо, что у кафедры действительно были и есть настоящие друзья. Заведующий центральным химическим сектором Института геологии, минералогии, петрографии и геохимии РАН (ИГЕМ РАН) Николай Николаевич Басаргин возглавляет вторую аспирантуру на кафедре, привносит новое направление и даёт новую порцию, более полдюжины кандидатов химических наук.

Через всех этих людей кафедра получает не только научную подпитку, а ещё и подпитку нравственную. Одним из учителей Мустафина был профессор Н.А.Орлов, высланный из Ленинграда в Саратов после убийства С.М.Кирова. Но летом 1937 года он был арестован и расстрелян, как человек "политически ненадежный", опубликовавший большую часть своих научных работ в зарубежных изданиях". После расстрела профессора Н.А.Орлова его ученики должны были публично отречься от своего опального учителя на университетском собрании. Исаак Мустафин отказался предавать своего научного руководителя, за что его исключили из рядов ВКП(б) решением университетского собрания. Учитель Басаргина Николая Николаевича профессор Виталий Иванович Кузнецов был вынужден уйти из ГЕОХИ в 1964-м году, он перешёл во Всесоюзный научно-исследовательский институт минерального сырья. Единственный из учеников, кто ушёл за Кузнецовым в ВИМС, был Н.Н. Басаргин. Верность учителям живёт и в нас.

Жизнь весьма интересно обернулась с Михаилом Зиновьевичем вот в чем. Рассматриваю два справочных издания: «Кто есть кто в Российской аналитической химии» и «Кто был кто в аналитической химии в России и СССР». Когда писались эти труды, Ямпольский уже давно отошёл от серьезной научной деятельности и в первую работу не попал. Но, будучи живым на тот момент, он не попал и в мемориальную книгу, о крупных

учёных-аналитиках, ушедших на тот момент от нас. Салихов Вячеслав Дмитриевич в книге «Кто был кто...» есть. А Михаилу Зиновьевичу бог отмерил долгую жизнь, он ушёл от нас в 94 года.

Аналитическая химия – не просто дисциплина. Это мировоззрение. Это умение идентификации. По И.П. Алимарину: «Аналитическая химия – это наука, развивающая теоретические основы анализа химического состава веществ, разрабатывающая методы идентификации и обнаружения, определения и разделения химических элементов, их соединений, а также методы установления химического строения соединений». Это наука узнавать вещества в лицо. Аналитическая химия пронизывает всю ткань химической науки. Поэтому она растворяется в других дисциплинах. Беру список ведущих вузов мира по направлению подготовки «Химия». Захожу на сайты и смотрю, как изучается «Аналитическая химия». В Массачусетском технологическом институте нет такого отдельного предмета. Калифорнийский университет в Беркли предлагает два курса: «Аналитическая и биоаналитическая химия» и «Инструментальные методы аналитической химии». Оба предмета по выбору. И дальше по списку схожая картина. «Аналитическую химию» как базовый предмет не преподают, элементы её раскиданы по прочим дисциплинам. Но прежде чем говорить о веществе, его нужно **обнаружить и идентифицировать**, установить состав и строение. Без химического анализа все прочие химические разделы теряют всякий смысл. Научная работа в аналитике формирует тип мышления. Есть же выражение: «Аналитический склад ума». Не совсем о том, о чём говорю я, но близко к тому.

Меня работа и научная деятельность на кафедре приучила «фильтровать» (разделять) информацию и проблемы, а главное идентифицировать. Поэтому, какие бы вопросы не давала мне решать жизнь, в каких бы ипостасях она меня не представляла, я всегда самоидентифицирую себя как человека с кафедры химии Курского государственного университета.

# Получение и изучение свойств органических и неорганических веществ и материалов

УДК 517.518.28

## НЕРАВЕНСТВА ДЛЯ СРЕДНИХ ДЖИНИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ХИМИИ ПОЛИМЕРОВ

**Ситник С.М.**

доцент кафедры высшей математики  
Воронежского института МВД России,  
канд. физ.-мат. наук, доцент,  
Россия, г. Воронеж

Различные виды средних значений используются не только в самой математике, но и в многочисленных приложениях: социальной статистике, термодинамике, квантовой физике, химии, финансовой математике. В работе рассматриваются неравенства для специального класса средних величин, введённых итальянским статистиком Коррадо Джини. Оказывается, что средние Джини и неравенства для них находят неожиданные применения в химии полимеров.

*Ключевые слова:* средние Джини, степенные средние, весовые средние, полимеризация.

### *1. Средние значения в математике и экономике*

Теория средних значений играет важную роль в математике, см., например, [1–6]. Для двух неотрицательных чисел  $x > 0$ ,  $y > 0$  к числу стандартных средних относятся среднее арифметическое и геометрическое

$$A(x, y) = \frac{x + y}{2}, G(x, y) = \sqrt{xy},$$

которые являются примерами степенных средних порядка  $s$ :

$$M_s(x, y) = \left(\frac{x^s + y^s}{2}\right)^{\frac{1}{s}}. \quad (1)$$

Также используется степенное среднее с произвольными весами:

$$M_s(x, y) = (ux^s + vy^s)^{\frac{1}{s}}, u + v = 1. \quad (2)$$

К числу менее известных относится среднее Джини с двумя параметрами  $s, t$  [3–5]:

$$Gi_{s,t}(x, y) = \left( \frac{x^s + y^s}{x^t + y^t} \right)^{\frac{1}{s-t}} \quad (3)$$

Рассматриваются также весовые и невесовые средние для любого числа величин, а также их интегральные аналоги.

Основным предметом изучения Коррадо Джини было имущественное неравенство, для его описания он и ввёл знаменитый «индекс Джини», для вычисления и анализа которого использовались в том числе и средние [1]. Это одно из основных понятий современной социальной статистики [7], а сам К. Джини - один из общепризнанных её создателей. Он также использовал и пропагандировал результаты своего соотечественника Вильфреда Парето. Парето первым провёл конкретные расчёты, из которых следовало, что в его время всего 20% населения владело 80% национального богатства, и сделал вывод, что организованное таким образом государство ждёт быстрая и неизбежная гибель. Просто отметим, что сейчас в России реальные показатели индексов Джини ещё намного хуже. Развивая работы Парето, американский экономист О. Лоренц разработал теорию оценки разницы доходов населения по группам (кривая Лоренца), которая сейчас называется методологией Парето – Лоренца – Джини [7].

Важный частный случай средних Джини получается из (3) при  $t=s-1$ . Такие средние были переоткрыты в 1971 г. Д. Лемером и имеют вид

$$Le_s(x, y) = Gi_{s,s-1}(x, y) = \frac{x^s + y^s}{x^{s-1} + y^{s-1}} \quad (4)$$

Эти средние в советское время чуть позже Лемера также переоткрыл школьный учитель Ю.М. Фирсов [6].

## ***2. Средние значения в химии полимеров***

Отметим сразу, что следующий ниже текст не ставит целью указать на различные недочёты и использование нестрогих рассуждений в известных химических монографиях. У каждой науки свои задачи: математики находят и строго доказывают новые теоремы, в других естественных науках используются их результаты, а когда их не хватает, то применяются нестрогие

рассуждения и эмпирические рассмотрения. Тут гордиться нечем друг перед другом ни тем, ни другим.

Средние значения достаточно широко используются в химии, в частности в теории полимеризации [8–10]. Так, в монографии [8] в главе о молекулярно-массовом распределении рассматриваются кривые распределения по молекулярным массам. Рассматриваются различные способы усреднения по массе молекул и по числу частиц. Вводится и изучается весовое среднее арифметическое [8, с. 127], для средневязкостной молекулярной массы вводится весовое степенное среднее вида (2), см. [8, с. 130]. При этом с математической точки зрения без доказательства используется монотонность весовых степенных средних по параметру (свойство шкалы средних, см. [2 – 5]), а также минимизационное свойство невесового среднего арифметического в семействе весовых средних. При изучении связей механизмов полимеризации с молекулярно-массовым распределением вводятся и изучаются свойства интегральных аналогов средних Джини  $Gi_{3,2}$ ,  $Gi_{2,1}$  [8, с. 184 – 185], с их использованием определяется так называемый коэффициент полидисперсности Шульца.

В монографии [9] при изучении физических методов исследования макромолекул в растворах для блочных полимеров со сложной совокупностью полимерных цепей при измерениях характеристической вязкости с учётом гибкости макромолекул вводится так называемое вискозиметрическое среднее, которое выражается через молекулярные веса макромолекул с помощью среднего Джини  $Gi_{s+1,1}$  [9, с. 36].

Различные средние величины также широко используются в известной монографии [10]. Так, на с. 23 – 24 для средних значений молекулярных весов вводятся последовательно весовое интегральное среднее произвольного порядка, вес которого равен численной функции распределения; среднее Джини, совпадающее со средним Лемера  $Gi_{q,q-1} = Le_q$ , которое называется  $q$  – средним молекулярным весом, а также степенное среднее. На с. 67 при статистическом анализе механизмов фракционирования вводится среднее

Джини – Лемера  $Gi_{2,1} = Le_2$ . На с. 83 при изучении гидродинамических средних весов и связанных с ними критериев полидисперсности вводятся понятия среднедиффузионного и среднеседиментационного веса, которые выражаются через весовые степенные интегральные средние некоторых отрицательных порядков, а также весовое интегральное среднее Джини  $Gi_{1,1-b}$ . При этом без строгого доказательства с необычной для математика формулировкой «обычно это верно» утверждается, что указанное среднее Джини всегда больше среднего арифметического. На с. 83 – 84 вводится двойной средневесовой вес, который выражается через среднее Джини – Лемера  $Gi_{2-b,1-b} = Le_{2-b}$ . После этого на нестрогом уровне приводятся эмпирические и численные аргументы сравнения этого среднего с весовыми и средним арифметическим, критикуются неверные подходы, рассматриваются приложения к критериям полидисперсности и распределениям Шульца. Далее, на с. 85 – 87 как интегральные весовые степенные средние вводится ряд моментов для гидродинамических весов. Приводятся способы их использования при анализе различных случаев распределения Шульца, при этом обосновывается необходимость в качестве новых средних использовать их отношения, что по существу сводится к рекомендации использовать средние Джини с различными параметрами. На с. 86 – 88 рассматриваются критерии, основанные на «перекрёстных» комбинациях моментов с использованием инвариантов Флори – Манделькерна, в результате выписано очень сложное составное среднее, которое является комбинацией двух средних Джини и двух весовых средних в некоторых степенях, зависящих от эмпирических параметров. На с. 104 – 105 при изучении молекулярного полиморфизма вводятся средние достаточные сложной структуры, выражающиеся через произведения средних Джини и степенных средних для некоторой величины «лямбда», определение которой в данном параграфе не приводится, но указывается, что это «монотонно возрастающая функция осевого отношения». Для неё без строго обоснования приведены два неравенства, которые следуют «из самых общих принципов усреднения». На самом деле эти неравенства



являются следствием классических неравенств Коши – Буняковского, как нетрудно заметить. На их основе на с. 104 – 105 приводятся ещё несколько неравенств для введённых средних величин с нестрогим обоснованием. Далее, на с. 107 приводятся численные оценки для ещё одного среднего Джини, а также на основании эмпирических фактов вводится весовое интегральное среднее с неожиданным точным порядком 3,4. На с. 229 для минимальной величины эффективного параметра получено выражение через среднее Джини  $Gi_{1/3,-1/3}$ , а также обсуждается предельное поведение при стремлении параметра к бесконечности для средних Джини – Лемера. Вопросы предельного поведения средних Джини в терминах отношения степенных средних рассматриваются также на с. 252 при изучении возможностей сведения процессов полимеризации к основным статистическим классам распределений.

Таким образом, действительно, различные классы средних значений, включая средние Джини, находят важные применения в химии при рассмотрении многочисленных вопросов теории полимеризации молекул.

### ***3. Основное неравенство для средних Джини***

Основным в теории средних Джини является неравенство о сравнении пары средних с различными параметрами [3]. В работах [11, 12] предложено более простое доказательство основного неравенства по сравнению с приведёнными в [3] и других известных монографиях. Смысл основной теоремы заключается в том, что средние Джини увеличиваются, когда один или оба параметра среднего увеличиваются. Сформулируем этот результат.

#### ***Основная теорема о средних Джини***

Пусть среди чисел  $a_1, a_2, \dots, a_n$  есть хотя бы два неравных числа. Если выполнены условия

$$p_1 > q_1, p_2 > q_2, p_2 \geq p_1, q_2 \geq q_1,$$

и хотя бы одно из двух последних неравенств строгое, то справедливо неравенство между средними Джини

$$Gi_{p_1, q_1}(a) < Gi_{p_2, q_2}(a).$$

Из приведённого неравенства, в частности, следуют двусторонние оценки средних Джини через более простые степенные средние. А из указанных неравенств следуют строгие обоснования тех соотношений между средними, которые приведены выше и, как правило, приводятся без обоснования в цитированной химической литературе по теории полимеризации.

Отметим, что неравенства для средних имеют многочисленные применения и в самой математике, см. [4; 5], а также приложения к задаче обработки видеонаблюдений [13], оценкам ядер операторов преобразования [14; 15], оценкам характеристик в задачах приближения сигналов [16; 17].

### Список литературы

1. Джини К. Средние величины. М.: Статистика, 1970. 448 с.
2. Харди Г.Г., Литтлвуд Дж.Е., Поля Г.. Неравенства. М.: ИЛ, 1948. 456 с.
3. Bullen P.S., Mitrinovic D.S., Vasić P.M. Means and Their Inequalities. D.Reidel, 1988. 459 p.
4. Ситник С.М. Уточнения и обобщения классических неравенств. Итоги науки. Серия "Математический форум". Т. 3. Исследования по математическому анализу / под ред. Ю.Ф. Коробейника, А.Г. Кусраева. Владикавказ, 2009. С. 221 – 266.
5. Sitnik S.M. Generalized Young and Cauchy--Bunyakowsky Inequalities with Applications: a survey. arXiv:1012.3864, . 2012. - 51 p.
6. Калинин С.И. Средние величины степенного типа. Неравенства Коши и Ки Фана. Киров, 2002. 368 с.
7. Социальная статистика. (Ред. И.И.Елисеева). М.: Финансы и статистика, 2003. 480 с.
8. Берлин А.А., Вольфсон С.А., Ениколопян Н.С. Кинетика полимеризационных процессов. М.: Химия, 1977. 318 с.
9. Волькенштейн М.В. Конфигурационная статистика полимерных цепей. М.-Л.: АН СССР, 1959. 467 с.

10. Френкель С.Я. Введение в статистическую теорию полимеризации. М.-Л.: Наука, 1965. 268 с.
11. Певный А.Б., Ситник С.М. Об одном неравенстве А.С. Гаспаряна. Проблемы математического анализа. Вып. 77. 2014. С. 159 – 162
12. Pevnyi A.B., Sitnik S.M. On Gasparyan's Inequality // Journal Of Mathematical Sciences. Springer. 2015, Volume 205, № 2. P. 304 - 307.
13. Недошивина А.И., Ситник С.М. Приложения геометрических алгоритмов локализации точки на плоскости к моделированию и сжатию информации в задачах видеонаблюдений // Вестник Воронежского технического университета. 2013. Т. 9, № 4. С. 108 – 111.
14. Операторы преобразования и их приложения. Исследования по современному анализу и математическому моделированию / отв. ред. Коробейник Ю.Ф., Кусраев А.Г. Владикавказ: Владикавказ. научн. центр РАН и РСО – А, 2008. С. 226 – 293.
15. Ситник С.М. Факторизация и оценки норм в весовых лебеговых пространствах операторов Бушмана-Эрдейи. Доклады Академии Наук СССР. 1991, Т. 320, № 6. С. 1326 - 1330.
16. Zhuravlev M.V., Kiselev E.A., Minin L.A., Sitnik S.M. Jacobi theta-functions and systems of integral shifts of Gaussian functions // Journal of Mathematical Sciences, Springer. 2011. Vol. 173. № 2. P. 231 – 241.
17. Ситник С.М., Тимашов А.С. Расчёт конечномерной математической модели в задаче квадратичной экспоненциальной интерполяции. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Математика, Физика. 2013. №19 (162). Вып. 32. С. 184 – 186.

## ПОЛУЧЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА

**Розанова Е.Н.**

доцент кафедры химии  
Курского государственного университета  
канд.хим.наук, доцент,  
Россия, г.Курск

Проведен анализ процесса перемешивания водных растворов поливинилового спирта (ПВС) (с концентрациями полимера 1 %, 2 %, 3 %, 4 %, 5 %) лопастной, рамной и пропеллерной мешалками. Рассчитаны показатели перемешивания с использованием времени перемешивания, определенным экспериментально химическим методом. Установлены функциональные зависимости, описывающие процесс перемешивания выбранными мешалками для реакторов с полусферическим днищем, при различных геометрических параметрах перемешивающего устройства.

*Ключевые слова:* механическое перемешивание, математическая модель, поливиниловый спирт.

Перемешивание в химической технологии используется для интенсификации химических и физико-химических процессов, т.е. для увеличения скорости процесса, снижения продолжительности и энергоемкости технологического процесса. Достигается это за счет обеспечения равномерного распределения твердых частиц в объеме жидкости (получение суспензий), равномерного распределения и дробления до заданных размеров частиц жидкости или газа в жидкости, интенсификации процессов нагревания или охлаждения обрабатываемых масс, интенсификации массообменных процессов в перемешиваемой системе. Наиболее распространенным является механическое перемешивание, осуществляемое с помощью мешалок, которым сообщается вращательное движение от двигателя или от редуктора [1].

Процесс перемешивания жидкости характеризуется сложным распределением скоростей в ее объеме, зависящим от формы и размеров аппарата и мешалки, скорости вращения мешалки, а также от физических свойств жидкости. Фактором, определяющим выбор перемешивающего устройства и мощность двигателя, приводящего мешалку и массу жидкости во вращение, является расход энергии, затрачиваемой на перемешивание. При

вращении лопастей мешалки энергия затрачивается на преодоление трения, вынужденное движение жидкости описывается критериальным уравнением

$$Eu = \varphi (Re, \Gamma). \quad (1)$$

Связь между энергией, затрачиваемой в единицу времени и условиями перемешивания выражают в форме зависимости:

$$Eu = \frac{N}{\rho n^3 d_M^5} = K_N, \quad (2)$$

где  $Eu$  – критерий Эйлера;  $N$  – мощность, Вт;  $K_N$  – критерий мощности.

Коэффициент  $K_N$  является переменной величиной, зависит от типа мешалки, размеров и конструкции аппарата, а также от свойств перемешиваемой среды.

Для расчета критерия мощности используют величину рабочей мощности, потребляемой мешалкой (3):

$$N = c d_M^{5-2m} n^{3-m} \rho^{1-m} \mu^m, \quad (3)$$

где  $n$  – скорость вращения мешалки, об/с;  $\rho$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;  $\mu$  – динамическая вязкость, Па·с;  $c$ ,  $m$  – константы, имеющие определенные числовые значения для мешалок различных типов.

Если мешалка, для которой определяют рабочую мощность, не подобна геометрически стандартизованным мешалкам, то рабочую мощность умножают на поправочный коэффициент  $K$ , определяемый по уравнениям (4, 5, 6):

для лопастных мешалок

$$K = (D_{вн}/3d_M)^{1,1} (h_3/D_{вн})^{0,6} (4b/d_M)^{0,3}, \quad (4)$$

для турбинных, пропеллерных мешалок

$$K = (D_{вн}/3d_M)^{0,93} (h_3/D_{вн})^{0,6}, \quad (5)$$

для якорных, рамных мешалок

$$K = (D_{вн}/1,11d_M)^{1,1} (h_3/D_{вн})^{0,6} (15b/d_M)^{0,3}, \quad (6)$$

где  $D_{вн}$  – внутренний диаметр реактора, м;  $h_3$  – уровень жидкости в сосуде, м;  $b$  – высота лопасти мешалки, м. [1]

Структура потоков, создаваемых мешалкой, зависит не только от конструкции типа мешалки и аппарата, но и от местоположения мешалки.

Вязкость перемешиваемой среды является одной из важнейших характеристик процесса перемешивания и может служить при выборе конструкции механической мешалки. Диапазон вязкостей жидких сред представлен в таблице [1].

Диапазон вязкостей жидких сред, перемешиваемых наиболее распространенными мешалками

Мешалка	$\mu_c$ , Па·с
Винтовая	0,001–10
Лопастная	0,1–50
Турбинная	0,001–50
Рамная	1–100
Якорная	0,1–3

Известно, что процессы переработки полимеров тесно взаимосвязаны с процессами перемешивания. Перемешивающие устройства должны быть такими, чтобы создаваемые ими напряжения сдвига превосходили критическую величину скорости перемешивания. Поэтому наиболее правильно при подборе и конструировании перемешивающих устройств найти оптимальные скорости вращения лопастей мешалок. Для этого необходимо было с помощью известных приемов найти наиболее близкую математическую модель, описывающую взаимосвязь различных показателей перемешивания на примере водных растворов поливинилового спирта [2].

В процессе анализа были использованы результаты процессов перемешивания с применением лопастных мешалок, рамной и пропеллерной для реакторов с полусферическим днищем и различными геометрическими параметрами. Частота вращения мешалок менялась в пределах 1,5 – 90 об/с, что охватывает практически весь используемый в промышленности диапазон скоростей.

В работе был проведен анализ результатов перемешивания растворов ПВС с концентрацией 1 %, 2 %, 3 %, 4 %, 5 %. Использовались лопастные мешалки двух типов, рамная и пропеллерная мешалки. Полимерный раствор ПВС перемешивался при различных степенях заполнения реактора  $\varphi$  (от 0,3 до

0,6) и на различных скоростях вращения мешалки  $n$  (от 12 до 98 об/с). Было изучено влияние на показатели перемешивания местоположения мешалки у дна сосуда и на середине высоты раствора ПВС.

Экспериментальные и расчетные результаты анализировались по графическим зависимостям:  $\tau=f(n)$ ,  $K_N=f(Re)$ ,  $K_N=f(\varphi)$ ,  $\tau=f(\varphi)$ , ( $\tau$  – время перемешивания) [3].

Обработка экспериментальных результатов по критериальным уравнениям и эмпирическим зависимостям показала, что рассматриваемые характеристики перемешивания, такие как критерий Рейнольдса, рабочая мощность, потребляемая мешалкой, и критерий мощности, описываются одними и теми же математическими уравнениями.

По экспериментальным и расчетным результатам можно сделать вывод о том, что для экономичного проведения процесса перемешивания требуемый эффект достигается за оптимальное время, которое зависит не только от свойств полимерного раствора ПВС, но и от конструкции мешалок, числа оборотов мешалки и степени заполнения реактора.

Зависимости  $K_N=f(Re)$  и  $K_N=f(\varphi)$  показывают, как скорость вращения мешалки и степень заполнения реактора влияют на мощность, потребляемую мешалкой.

Анализ графических зависимостей  $\tau=f(\varphi)$  и  $K_N=f(\varphi)$  для местоположения мешалок (двухлопастных, рамной, пропеллерной) у дна реактора и на середине высоты раствора предоставил возможность утверждать, что с ростом скорости перемешивания возрастает интенсивность перемешивания и, как следствие, уменьшается время перемешивания  $\tau$ . Общее уравнение, которым описывается процесс механического перемешивания, будет иметь следующий вид:

$$f(x) = A \cdot B \cdot x^m + C,$$

где  $A$  и  $B$  – параметры, определяющие общие изменения и отклонения основонаправляющей экспоненты  $x^m$ , один из которых (параметров) зависит от характера проводимого эксперимента и свойств системы (таких как степень заполнения реактора, концентрация перемешиваемого вещества и т.п.), второй

параметр непосредственно зависит от полимерной композиции, т.е. от структуры и свойств полимера; в рассмотренных в работе случаях именно этот параметр задавал вид функции (помимо общего экспоненциального убывания). Для растворов ПВС весьма четко проглядывается закономерность:

$$f(x) = A \cdot x^m \cdot \cos(dx) + C$$

Для параметра  $A$  закономерность не выявлена, но имеются данные об его общем поведении;  $C$  – произвольный фактор, не характеризующий систему в целом;  $m$  – постоянная величина, определяемая экспериментальным путем.

При изменении местоположения мешалки от дна к середине высоты раствора ПВС наблюдается изменение угла оси  $x$  в математическом описании. При изменении параметров реактора значения параметра  $B$  становится столь незначительным, что его можно не брать в расчеты. Тогда получается, что можно подобрать такие условия перемешивания (объем и форма реактора, уровень высоты мешалки, объем перемешиваемого раствора), при которых общее уравнение процесса перемешивания примет вид

$$f(x) = A \cdot x^m + C$$

где  $A$  и  $m$  – основные параметры, от которых зависит вид функции,  $C$  – случайное отклонение, параметр  $A$ , как указано выше, подбирается для каждой определенной системы, и для каждого вещества подбираются определенные характеристики системы; значит, параметр  $A$  переносит на себя значение параметра  $B$ , но при этом он не зависит от  $x$ ; таким образом, данный параметр является коэффициентом различным для каждого отдельного вещества и характеризующим для него наилучший вариант системы.

Надо отметить, что наиболее благоприятные параметры системы достигаются при использовании реакторов большего объема, лопастной мешалки, причем расположенной ближе к середине столба перемешиваемой жидкости, но при низких и средних степенях заполнения реактора. При очень большой степени заполнения реактора, используя пропеллерную мешалку, по-прежнему расположенную посередине, получается достаточно сглаженная зависимость, не имеющая значительных отклонений, описываемая уравнением



$$f(x) = A \cdot x^m + C$$

При маленьких объемах и расположении мешалки возле дна зависимость, как правило, не имеет отклонений, но в этом случае не для всех концентраций прослеживаются закономерности в процессе перемешивания. Как показали исследования, часто возникает побочная параболическая зависимость. Например, прослеживается данная зависимость, когда концентрация ПВС находится в области 5 %.

Таким образом, если значения величин  $A$  и  $m$  зависят от чистоты эксперимента и свойств вещества, значит, в идеальном случае получится уравнение идеального перемешивания:

$$f(x) = x^m$$

Таким образом, полученные результаты по поиску математической модели процесса перемешивания полимерсодержащего состава позволили оценить степень влияния различных геометрических параметров на эффективность перемешивания и затраты энергии. В дальнейшем предполагается выяснить, насколько применима данная модель для водных растворов других полимеров.

### Список литературы

1. Стренк Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками. Л.: Химия, 1975. 384с.
2. Дильман В.В., Полянин А.Д. Методы модельных уравнений и аналогий в химической технологии. М.: Химия, 1988. 304 с.
3. Реферативный журнал химии 1986 г. 11И299. К вопросу измерения времени перемешивания. Problems with measuring mixing times. Hiby Y.W., 5 Eur. Cont. Mix, Wureburg, June 10-12, 1985. Cranfield, 1985. P. 555-561.

**ФУНГИЦИДНАЯ АКТИВНОСТЬ ДИСПЕРГИРОВАННОГО  
МАЛАХИТА ПО ОТНОШЕНИЮ  
К КУЛЬТУРЕ *ASPERGILLUS NIGER***

**Косолапова Н.Н.**

доцент кафедры химии  
Курского государственного университета,  
канд. хим. наук, доцент,  
Россия, г. Курск

**Клюева О.Н.**

магистр кафедры химии

**Миронов С.Ю**

доцент кафедры общей биологии и экологии  
Курского государственного университета,  
канд. биол. наук,  
Россия, г. Курск

Изучена фунгицидная активность диспергированного малахита по отношению к культуре *Aspergillus niger*.

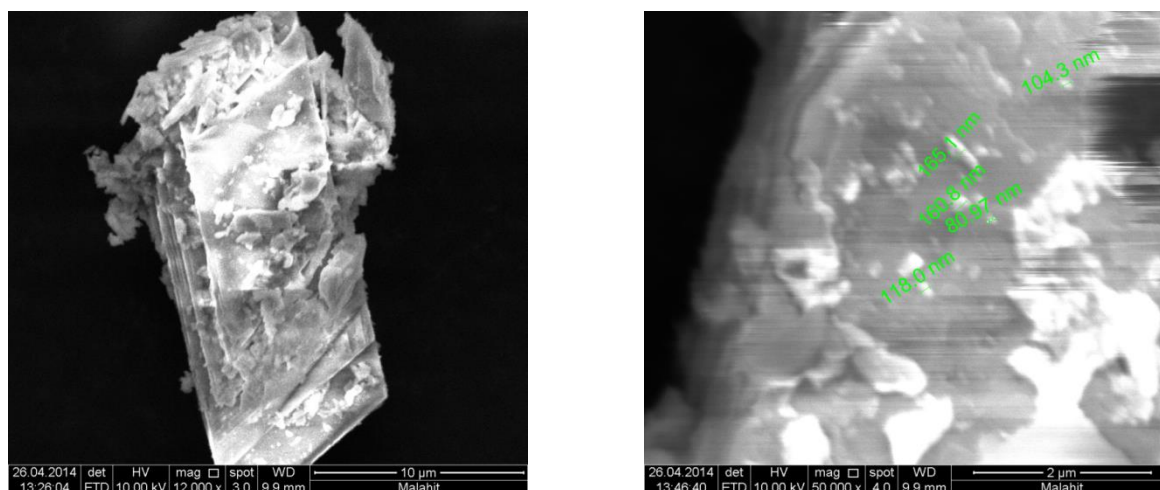
*Ключевые слова:* неорганический фунгицид, диспергированный малахит.

Расширение спектра неорганических медьсодержащих фунгицидов является актуальной задачей, так как они характеризуются высокой селективностью, низкой степенью вредности для защищаемой культуры и являются стабильными во время хранения. Анализ реестра средств защиты растений разрешенных к использованию в РФ показал, что в настоящее время в качестве медьсодержащих фунгицидов, применяются препараты на основе хлорокиси меди, трехосновного сульфата меди в смеси с гашеной известью и меди гидроокиси. Все препараты представляют собой водные суспензии малорастворимых соединений [2]. Можно предположить, что и другие малорастворимые неорганические соединения меди, например дигидрокарбонат меди (II), являющийся основным компонентом природного минерала малахита, могут проявлять фунгицидную активность. Для удобства использования минерал должен быть измельчен и представлен в виде водной

суспензии. В научно-производственном центре ООО «ТПК «КАВИТА» разработана новая технология ультразвуковой кавитационной обработки природного сырья в водной среде при высоком статическом давлении. За счёт соответствующего выбора параметров указанная технология диспергирования обеспечивает измельчение частиц материала до заданных величин. Для проведения исследований был приготовлен неустойчивый золь природного минерала малахита с использованием указанной технологии. Содержание воды в золе составляет  $79,2 \pm 0,7\%$  [1]. Валовое содержание меди составляет  $4,28 \pm 0,04$  мг/л [4]. Результаты исследования морфологии диспергированного малахита при помощи электронного растрового микроскопа FEI Quanta 650 FEG (ООО «МНТЦ») свидетельствуют о том, что основная масса частиц диспергированного малахита представляет собой осколки минерала слоистой структуры размером 20 мкм, на поверхности которых агломерированы частицы размером 80-170 нм (рис. 1).

Для определения фунгицидной активности исследуемого образца золя был проведен эксперимент с использованием в качестве тест-организмов грибов широко распространенного вида *Aspergillus niger*, встречающегося в почве и на растениях[3].

Для выделения чистой культуры использовали образцы естественного субстрата, из которых делали высев на плотную селективную питательную среду. При идентификации культуры учитывались микроморфологические и



**Рис. 1. Микрофотографии образца диспергированного малахита**

макроморфологические признаки. Идентификацию грибов проводили по классификации Саттона с соавторами [5]. Культивирование чистых культур гриба осуществляли на картофельно-глюкозном агаре [6].

Определение пороговых концентраций осуществлялось стандартным микробиологическим методом в соответствии с таблицей.

№ варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C (Cu <sup>2+</sup> ), мг/25мл	0	0,11	0,21	0,31	0,43	0,54	0,64	0,75	0,96	1,50	2,25
Вобразца, мл	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,4	2,1
V (H <sub>2</sub> O), мл	5	4,9	4,8	4,7	4,6	4,5	4,4	4,3	4,1	3,6	2,9
V (среды)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Оценку результата осуществляли визуально, фиксируя наличие и размер колоний спустя 7 дней после инкубации. В вариантах 0, 1 и 2 наблюдался сплошной ковер *Aspergillus niger* в стадии спороношения. В варианте 3 отмечен эффект частичного угнетения по сравнению с контролем – обнаружено от 10 до 14 колоний диаметром от 0,5 до 2 см, ряды колоний сливались. В варианте 4 обнаружено 1-2 отдельные колонии среднего диаметра 1,2 см на чашку. В вариантах с более высокими концентрациями исследуемого золь колоний не обнаружено. По полученным данным задержка и угнетение роста колоний культуры *Aspergillus niger* наблюдается при содержании золь по меди равном 0,54 мг в 25 мл среды, следовательно, золь диспергированного минерала малахит можно использовать в качестве препарата, проявляющего фунгицидную активность.

### Список литературы

1. ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик / Взамен ГОСТ 5180-75, ГОСТ 5181-78, ГОСТ 5182-78, ГОСТ 5183-77; Введ. 01.07.85 М.: Стандартиформ, 2005 с.
2. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенный к применению на территории Российской Федерации. М.: Изд-во Минсельхоз России, 2012. 818 с.

3. МР 1.2.2566-09 Оценка безопасности наноматериалов *in vitro* и в модельных системах *in vivo* / М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. 71 с.
4. ПНД Ф 14.1;2.48-96 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов меди в природных и сточных водах / М.: Изд-во стандартов, 1996. 11 с.
5. Саттон Д, Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов. М.: Мир, 2001. 468 с.
6. Теппер Е.З. Практикум по микробиологии / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева.-М.: Колос,1976. - 216с.

УДК 543.544.5.068.7

### **КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ 4-КАРБОКСИАКРИДОНА ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ.**

**Грехнева Е.В.**

доцент кафедры химии  
Курского государственного университета  
канд.хим.наук, доцент,  
Россия, г.Курск

**Кудрявцева Т.Н.**

с.н.с. кафедры химии  
Курского государственного университета  
канд.хим.наук, доцент,  
Россия, г.Курск

**Чаплыгин Д.**

студент 3 курса

**Данилова Н.**

студентка 3 курса

**Ефанов С.А.**

ЭИО №1 ЭКС ЦЭКТУ,  
Россия, г. Брянск

Осуществлена попытка анализа 4-карбоксиакридона путем получения его феноцильного производного и элюирования в условиях газовой хроматографии. Разработана методика анализа 4-карбоксиакридона методом внутреннего стандарта на жидкостном хроматографе «Миллихром А-02».

*Ключевые слова:* 4-карбоксиакридон, газовая хроматография, жидкостная хроматография, бромацетофенон, внутренний стандарт.

Сегодня фармакологическая индустрия наращивает объёмы производства биологически активных веществ. Одним из направлений служит синтез производных гетероциклических соединений, одним из которых является 4-карбоксиакридон. Из-за того что синтез может проходить в несколько стадий, продукт реакции может содержать примеси исходного соединения и побочных продуктов. Поэтому возникает проблема контроля качества как сырья, так и готовой продукции. Для этих целей возможно использование хроматографических методов, а именно газожидкостной хроматографии (ГЖХ) и высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) [1; 2; 3]. В настоящее время разработке надежных методов количественного анализа 4-карбоксиакридона уделяется недостаточно внимания, поэтому поиски и апробация количественных методов анализа этого органического соединения являются важной аналитической задачей.

4-карбоксиакридон (4-КА) (рис.1) представляет собой высокоплавкое вещество светло-желтого цвета, практически нерастворимое в воде и большинстве органических растворителей.

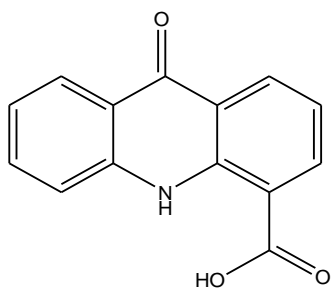


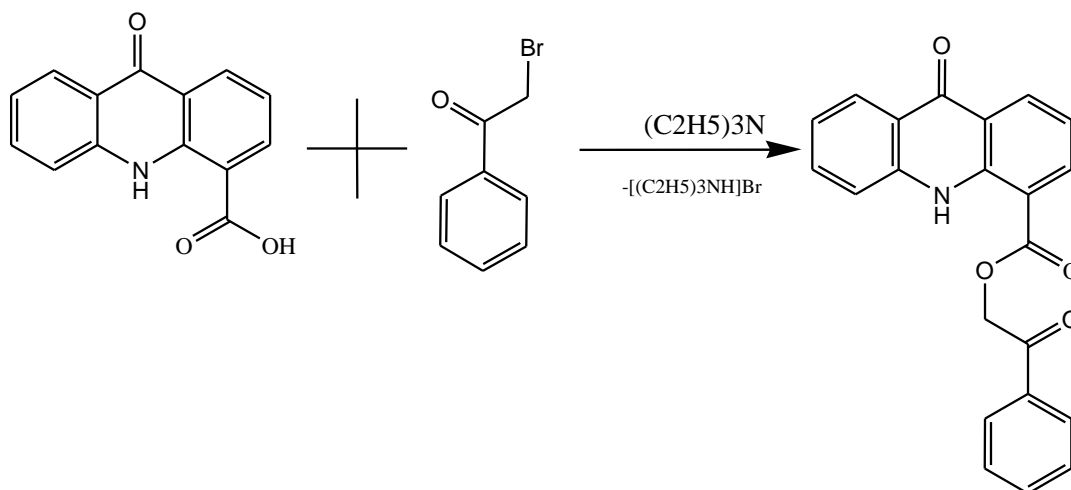
Рис. 1. Структурная формула 4-карбоксиакридона

В настоящее время из известных методов исследования качества сырья для фармацевтической промышленности чаще всего используют следующие: прямое и обратное титрование, тонкослойную хроматографию, газовую хроматографию, колоночную жидкостную хроматографию.

На сегодняшний день газовая хроматография является достаточно распространённым методом анализа органических соединений. Причинами этого являются: дешевизна расходных материалов, удобство и простота эксплуатации прибора в рутинном анализе, высокая чувствительность и воспроизводимость результатов.

Условием успешного анализа вещества в ГЖХ является его летучесть. Поэтому необходимо было перевести нелетучий 4-КА в летучую форму – эфир.

Для получения эфира была выбрана реакция 4-КА с бромацетофеноном (фенацилбромидом), в присутствии триэтиламина, поскольку известно [1], что бромацетофенон в мягких условиях реагирует с карбоновыми кислотами с образованием соответствующих эфиров количественно, в отличие от реакций метилирования, требующих достаточно жестких условий [4].



Действительно, в указанных условиях 4-КА количественно образует соответствующий эфир с бромацетофеноном. Структуру полученного соединения подтверждали методом ИК-спектроскопии на ИК-спектрометре «ФСМ 1201» в таблетке KBr при следующих параметрах: диапазон от 400 до 4000 см<sup>-1</sup>, разрешение 4,0 см<sup>-1</sup>, количество сканов 20, режим пропускания. В спектре полученного соединения были обнаружены полосы поглощения, соответствующие сложноэфирной группе (ArCOOR 1759 см<sup>-1</sup>), карбонилу кетонной группы (Ph-CO-CH<sub>2</sub>-, 1695 см<sup>-1</sup>), карбонильной группе акридинового цикла (1628 см<sup>-1</sup>), что свидетельствует об образовании эфира. Анализ продукта

реакции методом ВЭЖХ позволил утверждать, что следов исходных веществ полученный эфир не содержит.

Убедившись, что полученный эфир не содержит примесей исходных соединений, мы попытались проанализировать его на газовом хроматографе «Кристалл 2000» с детектором электронного захвата, газ-элюент – азот, температура колонки 150 °С. В результате в хроматограмме получили два пика, один из которых соответствовал бромацетофенону, а второй феноцильному производному 4-КА. Таким образом, феноцильное производное 4-КА не является термически стабильным в условиях хроматографирования. Дальнейшие исследования термической стабильности полученного эфира показали, что уже при 100 °С это соединение начинает распадаться, что делает его непригодным для количественного анализа 4-КА методом ГЖХ.

Поэтому наиболее надежным хроматографическим методом анализа 4-КА представляется метод высокоэффективной жидкостной хроматографии. Существует несколько способов количественной жидкостной хроматографии. Нами был выбран метод внутреннего стандарта, так как этот вариант является простым в применении и дает точные и воспроизводимые результаты.

При анализе методом ВЭЖХ в качестве внутреннего стандарта использовали бензойную кислоту. Исследования вели на жидкостном хроматографе «Миллихром А-02». Анализ проводили на колонке ProntoSIL-120-5-C18 AQ DB-2003, размер: 2.0x75 мм, номер: 2154, зерно: 5.0 мкм. В качестве подвижной фазы использовали смесь [4М LiClO<sub>4</sub>+0.1М HClO<sub>4</sub>]:H<sub>2</sub>O=1:20, ацетонитрил. Скорость подачи: 100.00 мкл/мин, температура: 40.0 °С, давление: 2.2 МПа. Измерения каждого образца проводили по 5 раз, погрешность составила 0,8%.

Таким образом, несмотря на некоторые очевидные преимущества газовой хроматографии, в настоящее время наиболее оптимальным и надежным методом количественного анализа 4-карбоксиякридона является метод высокоэффективной жидкостной хроматографии.



## Список литературы

1. Дутов А.А. Летунов В.И., Никитин Д.А., Дуйсебеков М.М. Определение вальпроевой кислоты в биологических жидкостях методом ВЭЖХ с УФ детекцией и предколоночной дериватизацией феноцил бромидом // Клиническая фармакокинетика. 2005. №1. С.35
2. Ray W., Guthertz S. Mycolic acid by high-performance liquid chromatography for identification of Mycolacterium species. // Clinical microbiology reviews. 2001. №4. С.704 – 709
3. Steven S. Rossi, James L. Converse, Alan F. Hofman. Hight pressure liquid chromatographic analysis of conjugated bile acids in human bile: simultaneous resolution of sulfated and unsulfated lithocholy amidates and the common conjugated bile acids. // Parpersandnotesonmythology. ASBM. 2003. № 4. С. 173 – 176.
4. Stopffel W., Florence C., and Edward H.Anrens, Jr. Analysis of Long-Chain Fatty Acids by Gas-Liquid Chromatography Micromethod for Preparation of Methyl Esters // Analytical Chemistry. 1959. № 2. P. 307 – 308.

УДК: 54.057+546.832

## ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОРАЗМЕРНОГО ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ ИЗ ОКСИНИТРАТА ЦИРКОНИЯ.

**Веляев Ю. О.**

ст. преподаватель кафедры химии  
Курского государственного университета  
канд. техн. наук,  
г. Курск, Россия

**Кушнарева Е. М.**

студентка 4 курса

На основе реактивного нитрата цирконила разными способами получен микроразмерный диоксид циркония. Исследована морфология полученных образцов диоксида циркония. Проведено потенциметрическое титрование образца азотнокислого цирконила. Показано, что интенсивное хлопьеобразование наблюдается при значении рН=4,809.

*Ключевые слова:* морфология агломератов, электронный микроскоп, диоксид циркония, мочевины, потенциометрическое титрование, гидроксид натрия.

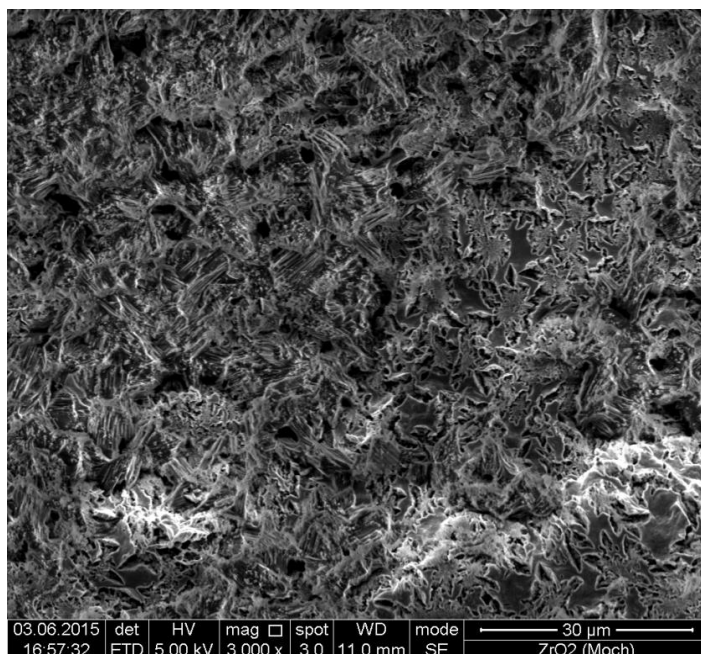
Диоксид циркония является наиболее востребованным химическим соединением циркония. Он входит в состав многих оксидных композиций: стекла, волокна, композиты, мембраны, термостойкие и оптические покрытия. Также этот продукт находит применение в различных отраслях промышленности, главным образом при производстве огнеупоров и пигментов для керамики [3]. Основным сырьём для производства диоксида циркония является циркон. Рост потребности российской и мировой промышленности в техническом диоксиде циркония делает приоритетным производство этого продукта в промышленных масштабах в среднесрочной и долгосрочной перспективе [1]. Известно, что диоксид циркония, как и диоксид алюминия, обладает достаточно развитой поверхностью и благодаря наличию поверхностных гидроксильных групп может быть модифицирован различными группировками. Благодаря этой особенности поверхностного строения диоксид циркония может применяться в качестве носителя катализатора. Однако для этих целей предпочтительнее использование нано- и микродисперсного  $ZrO_2$ . Самым распространённым способом получения такого материала является золь-гель синтез [2]. Необходимо изучить возможность получения микроразмерного диоксида циркония из реактивного нитрата циркониила путём его мягкого гидролиза мочевиной. С помощью потенциометрического титрования необходимо определить значение рН, при котором происходит гидролиз  $ZrO(NO_3)_2$ .

Для решения этих задач был проведён ряд экспериментов. В ходе исследования использовались нагретые до  $83^{\circ}C$  растворы нитрата циркониила концентрацией 0,025 моль/л и мочевины с концентрацией 4 моль/л, которые в дальнейшем смешивались и нагревались на водяной бане в течение 40 мин при  $70^{\circ}C$  [4]. Затем раствор охлаждался до комнатной температуры в течение 1 часа до легкой опалесценции. В результате этого образовался осадок, который далее центрифугировался в течение 5 минут. После чего получали на дне гель,

который затем наносили на алюминиевые подложки и высушивался в течение 6 часов при температуре 90°С.

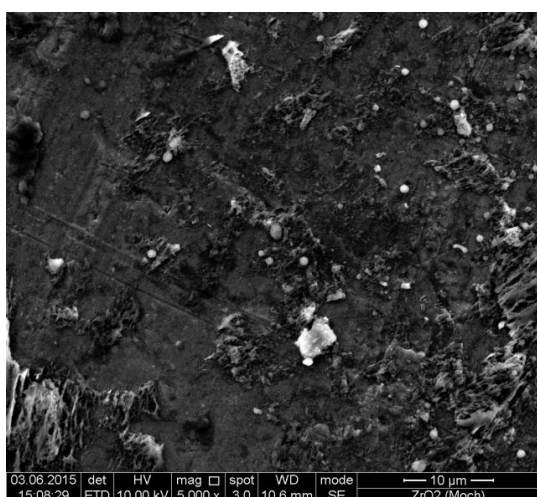
Потенциометрическое титрование образца азотнокислотного цирконила массой 0,5 г, растворённого в 50 мл воды, проводили 0,01 н раствором NaOH.

Для изучения морфологии образцов, полученных с помощью мягкого гидролиза растворов нитрата цирконила раствором мочевины, была использована растровая электронная микроскопия, которая реализовывалась с помощью растрового электронного микроскопа Quanta 650 FEG. Полученные данные представлены на рисунках 1, 2 и 3.

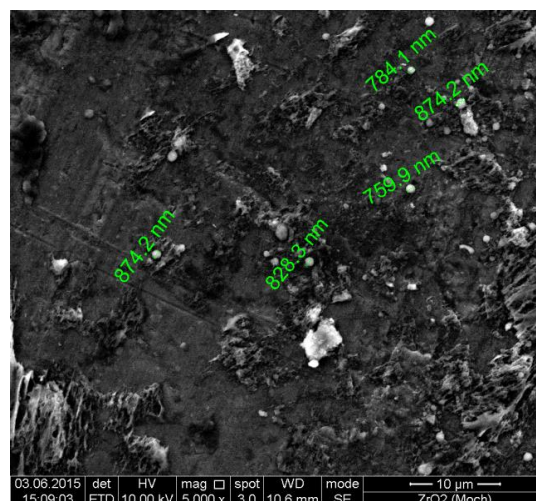


***Рис. 1. Микрофотография образца, полученного с помощью мягкого гидролиза растворов нитрата цирконила раствором мочевины***

Методом РЭМ было обнаружено, что при смешивании водных растворов нитрата циркония и мочевины при температуре синтеза 90°С полученные агломераты имеют как сферическую форму диаметром частиц от 700 до 900 нм (рис. 2), так и крупные алгомераты с пористой структурой (рис. 3)

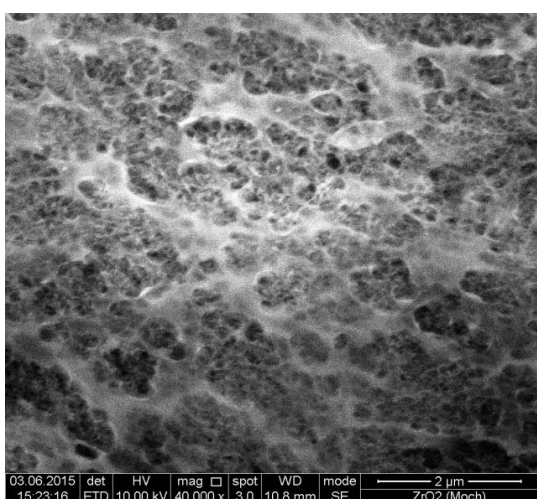


а)

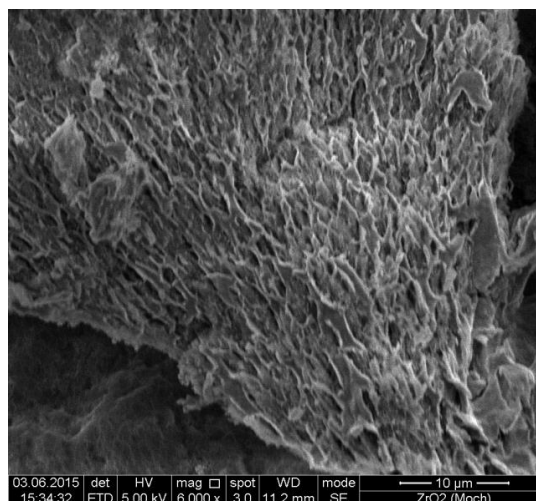


б)

**Рис. 2. Сферические агломераты  $ZrO_2$ , полученные с помощью мягкого гидролиза растворов нитрата циркониила раствором мочевины**



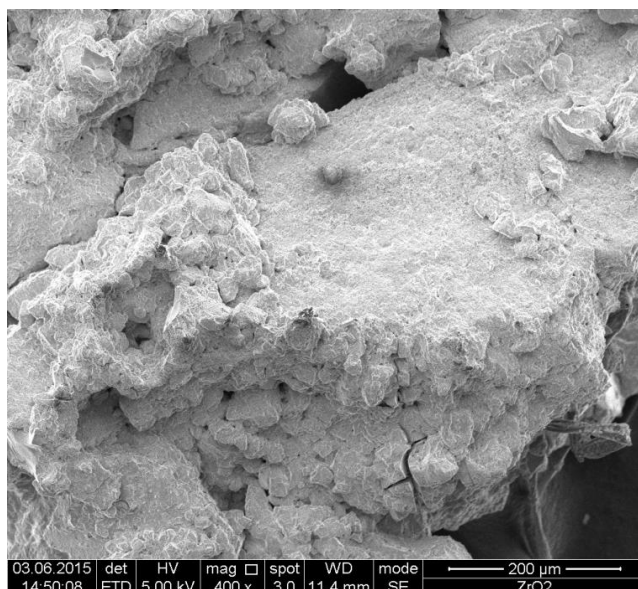
а)



б)

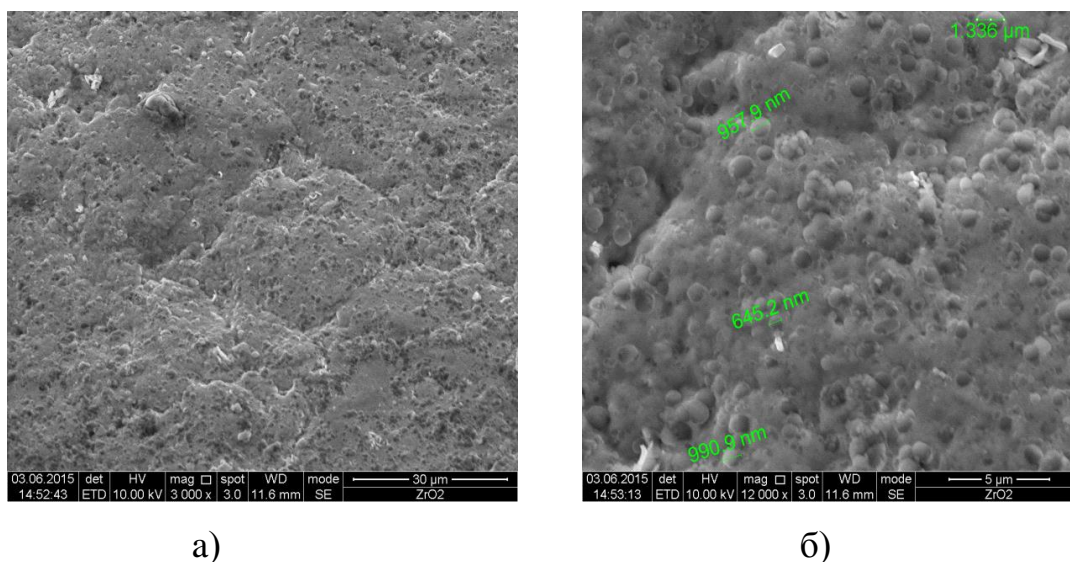
**Рис. 3. Крупные агломераты  $ZrO_2$  с пористой структурой, полученные с помощью мягкого гидролиза растворов нитрата циркониила раствором мочевины**

Потенциометрическое титрование показало, что в области  $pH=4,809$  наблюдается образование хлопьевидных агломератов, которые также были собраны, высушены в условиях, аналогичных условиям получения предыдущего образца, и изучены методом РЭМ. Данные электронной микроскопии образца, полученного с помощью гидролиза санинормальным раствором  $NaOH$ , представлены на рисунке 4.



**Рис. 4. Микрофотография образца, полученного с помощью гидролиза сантинормальным раствором NaOH**

Получившиеся образцы показывают именно морфологию поверхности агломератов, образовавшихся при потенциометрическом титровании. При увеличении одного и того же участка образца видно, что он «упакован» сферическими образованиями диаметром от 600 до 1300 нм (рис. 5).



а)

б)

**Рис. 5. Крупные сферические агломераты  $ZrO_2$ , полученные с помощью гидролиза сантинормальным раствором NaOH**

Полученные данные говорят о том, что полученные образцы имеют достаточно развитую поверхность. Представляется интересным изучение структурно-поверхностных свойств полученных образцов. Варьирование концентрациями исходных реагентов, возможно, позволит снизить размер

получаемых агломератов, что будет являться предметом дальнейшего изучения. Кроме того, необходимо провести рентгенофазовый анализ пористых и сферических объектов, найденных в полученных образцах.

### Список литературы

1. Галкин А. А., Таракулова А.О. Физико-химические и каталитические свойства нанокристаллических гетерогенных катализаторов состава Pd(RH)/ZrO<sub>2</sub>, приготовленных в суб- и сверхкристаллической воде // Вестник Московского университета. 2001. № 5. С. 4
2. Каменек Л. К., Брыских Г. Т.. Введение в нанотехнологии. Уфа.: Родина. 2008. С.52 – 55.
3. Крицкий А. А. Разработка технологии комплексной переработки циркона с получением диоксидов циркония и кремния: автореф. дис...канд. хим. наук. Екатеринбург. 2011. С. 4.
4. Sohn S., Synthesis and characterization of near-monodisperse yttria particles by homogeneous precipitation method / S. Sohn, Y. Kwon, Y. Kim, D. Kim // J. Powder Technology. 2004. V.142. P. 136 – 153.

УДК 544.72

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОИЗВОДНЫХ МЕТРОНИДАЗОЛА ДЛЯ ИММОБИЛИЗАЦИИ НА НЕТКАНЫЙ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-ВИСКОЗНЫЙ МАТЕРИАЛ

**Лепина А.В.**  
ассистент кафедры химии  
Курского государственного университета,  
Россия, г. Курск

**Лукьянчикова И.Д.**  
студентка 4 курса

Получены аппликации с различным содержанием производных метронидазола. Изучена сорбция производных метронидазола в процессе комплексообразования на нетканый целлюлозно-вискозный материал. Изучена десорбция препаратов в модельные водные растворы с pH = 5-8. Проведен сравнительный анализ сорбционной способности производных метронидазола.

*Ключевые слова:* метронидазол, сорбция, десорбция, нетканый материал

Одним из актуальных направлений на сегодняшний день является создание перевязочных материалов, иммобилизованных антимикробным препаратом, применяемых в медицине, в частности в гнойной хирургии.

Для введения лекарственных препаратов и биологически активных веществ в раневую поверхность используют высвобождение активного вещества с текстильного материала. В качестве матрицы выступает тканый или нетканый материал, на котором иммобилизовано действующее вещество [5; 6; 8]. Биологически активными веществами могут выступать органические гетероциклические соединения, среди которых распространена группа имидазолов. Ярким представителем этой группы является метронидазол и его производные, обладающие высокой активностью в отношении грамположительных и грамотрицательных анаэробных бактерий и возбудителей протозойных инфекций.

В связи с этим была предпринята попытка исследовать возможность получения модифицированного целлюлозно-вискозного материала с производными метронидазола: 2-(2-метил-5-нитро-1Н-имидазол-1-ил)этил-(9-акридон-10-ил)ацетат ( $L_1$ ), 2-метокси-N-(2 - (2-метил-5-нитро-1Н-имидазол-1-ил) этил) акридин-9-амин ( $L_2$ ), 2 - (2-метил-5-нитро-1Н-имидазол-1-ил) этил-2-((4 - (2 - (2-метил-5-нитро-1Н-имидазол-1-ил) этокси) карбонил) фенил) амино) бензоат ( $L_3$ ), 2 - (2-метил-5-нитро-1Н-имидазол-1-ил) этил 2 - ((3 - ((2 - (2-метил-5-нитро-1Н-имидазол-1-ил) этокси) карбонил) фенил) амин) бензоат ( $L_4$ ), обладающих антибактериальной активностью по отношению к микроорганизмам *E.coli*, *Ps.auruginosa*, *Pr.vulgaris*, *S.aureus*, *B.subtilis*, *Candida* [2], в процессе комплексообразования.

Установлено, что  $L_1 - L_4$  способны образовывать комплексные соединения с катионами d-металлов состава 1:1, устойчивые в диапазоне pH от 4-х до 7 [4], которые проявляют меньшую активность в отношении этих штаммов.

Для изучения процесса сорбции  $L_1 - L_4$  на нетканый материал использовали 7 образцов нетканого материала площадью  $1 \text{ см}^2$  с одинаковой

массой ( $\approx 0,003$  г), выдерживали их в  $5 \text{ см}^3$  раствора с концентрацией биологически активного вещества  $0,001 \text{ моль/дм}^3$  30 минут. После чего извлекали образцы нетканого материала, а оставшиеся растворы, разбавляя водой, фотометрировали при  $\lambda_{\text{макс}}$  для  $L_1 - L_4$ . В результате эксперимента было установлено, что исследуемые производные метронидазола не сорбируются на нетканый материал.

Поскольку исследуемые биологически активные вещества образуют устойчивые комплексы с катионами d-металлов, была предпринята попытка модифицировать поверхность нетканого материала катионами биометаллов, обладающими способностью к комплексообразованию. В качестве металла была выбрана медь, т.к. катионы меди  $\text{Cu (II)}$  обладают бактерицидным действием на штаммы *E.coli*, *St.aureus* [3], способствуют ускоренному заживлению ран, а также регулируют микроэлементный состав и активность антиоксидантных ферментов [1].

Для изучения процесса сорбции  $L_1 - L_4$  в присутствии катиона меди (II) на матрицу, использовали 7 образцов нетканого материала площадью  $1 \text{ см}^2$  каждый и массой  $0,003$  грамм. После помещали их на 30 минут в  $5 \text{ см}^3$  раствора  $\text{Cu (II)}$  с концентрацией  $0,001 \text{ моль/дм}^3$ . Затем высушивали их и переносили в раствор биологически активного вещества, экспонируя 30 минут. Концентрацию ионов меди после сорбции определяли экстракционно-фотометрически с диэтилдитиокарбаматом свинца по известной методике [7]. Остаточную концентрацию биологически активного вещества определяли по градуировочному графику при максимальной длине волны.

В ходе эксперимента были получены аппликации с содержанием основного компонента:  $L_1 - 1,020 \pm 0,025 \text{ мг/см}^2$ ;  $L_2 - 0,250 \pm 0,020 \text{ мг/см}^2$ ;  $L_3 - 0,250 \pm 0,016 \text{ мг/см}^2$ ;  $L_4 - 0,320 \pm 0,090 \text{ мг/см}^2$ .

Десорбцию  $L_1 - L_4$  из комплекса вели в модельные ацето-аммонийные буферные растворы с различными значениями pH среды и ионной силой  $0,15 \text{ моль/дм}^3$  при  $25$  и  $37^\circ \text{ C}$ .



После 6 часов экспозиции образцов нетканого материала в растворе определяли массы действующих веществ. Было установлено, что L<sub>1</sub> лучше десорбируется в слабокислой (14,0±1,0 мкг/см<sup>2</sup>) и в слабощелочной средах (14,0±1,0 мкг/см<sup>2</sup>), а L<sub>2</sub> более подвижен в кислой и нейтральной средах – 4,0±0,2 мкг/см<sup>2</sup>. Высвобождение L<sub>4</sub> в раствор максимально при рН=7,12 – 7,9±0,4 мкг/см<sup>2</sup>, а в случае L<sub>3</sub> рН на десорбцию влияния не оказывает – 3,0±0,2 мкг /см<sup>2</sup>. В связи с тем, что рН среды в ране при протекании гнойного процесса смещается в щелочную область и достигает значений более 8, то для иммобилизации на нетканый целлюлозно-вискозный материал целесообразно использовать L<sub>1</sub>. Он обладает наилучшей сорбционной способностью на нетканый целлюлозно-вискозный материал, и при экспозиции полученного материала комплекс разрушается и в раствор высвобождается активное вещество в щелочных средах.

#### Список литературы

1. Арсентьева И.П., Зотова Е.С., Фолманис Г.Э. и др. Аттестация и применение наночастиц металлов в качестве биологически активных препаратов // Нанотехника. Спец. выпуск «Нанотехнологии-медицине». 2007. №2 (10). С.72–77.
2. Богатырев К.В., Кудрявцева Т. Н., Климова Л.Г. Исследование синтеза и антимикробной активности ряда новых производных акридона // Успехи в химии и химической технологии. Т. XXVII. № 4. 2013. 144 с.
3. Богословская О.А., Астротина А.Б., Байтукалов Т.А. Влияние наночастиц меди и железа на рост микробных клеток // Научно-практическая конференция «Новая технологическая платформа биомедицинских исследований (биология, здравоохранение, фармация)». Ростов н/Д, 2006. 72–73с.
4. Лепина А.В., Богатырев К. В., Лозинская Е. Ф. Изучение состава и строения координационных соединений производных метронидазола с ионами Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup> и Cu<sup>2+</sup>. Электронный научный журнал КГУ, №2, 2014.

5. Лисицина К.М., Шапошникова Ю.Г. Военнополевая хирургия. М.: Медицина, 1982. 336 с.
6. Платэ Н.А., Васильев А.Е. Физиологически активные полимеры. М.: Химия, 1986. 206 с.
7. ПНД Ф 14.1:2.48 – 96 Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов меди в природных и сточных водах фотометрическим методом с диэтилдитиокарбаматом свинца. – Введ. 20.03.1996. М: ГУАК. 1996. 2–7 с.
8. Тенцова А.И. Полимеры в медицине. М.: Медицина, 1985. 256 с.

УДК 541.18.05/.052:547.67

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОПОЛИМЕРОВ МЕТИЛМЕТАКРИЛАТА И МЕТАКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ СОВМЕСТНО С ВОДОРАСТВОРИМЫМИ ПОЛИМЕРАМИ ДЛЯ МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЯ БАВ**

**Грехнева Е.В.**

доцент кафедры химии  
Курского государственного университета  
канд.хим.наук, доцент,  
Россия, г.Курск

**Мезенцева И.В.**

студентка 5 курса

Получены микрокапсулы фурацилина в одинарной и двойной оболочках из следующих полимеров: Eudragit® L100, поливинилпирролидон и поливиниловый спирт. Изучены свойства полученных композиций, в том числе скорость высвобождения вещества из капсулы.

*Ключевые слова:* микрокапсулирование, фурацилин, Eudragit® L100, поливинилпирролидон, поливиниловый спирт, пролонгированное действие.

Непродолжительное нахождение многих лекарственных веществ в организме составляет одну из главных проблем современной фармакологии. Этим объясняется невозможность создания в крови и тканях равномерной терапевтической концентрации действующего вещества в течение длительного времени [4].

Поэтому одним из основных способов повышения эффективности фармакотерапии является создание препаратов пролонгированного действия, которые, в свою очередь, имеют ряд преимуществ. Это, прежде всего, уменьшение частоты возникновения побочных эффектов, обеспечение поддержания терапевтического уровня концентрации лекарственного вещества в крови, возможность регулирования скорости высвобождения, а также удобство в применении такого рода препаратов. При этом одной из частных задач становится поиск полимерных носителей, регулирующих длительность действия лекарственного вещества и отвечающих медико-фармацевтическим требованиям [2–4].

В качестве веществ, образующих оболочку, могут использоваться различные соединения как природного, так и синтетического происхождения.

В настоящее время значительно расширился спектр применяемых для микрокапсулирования полимеров. Чаще стали применять природные полимеры, синтетические биodeградируемые полимеры, к которым относятся производные метилметакрилата и метакриловой кислоты, а также сополимеры молочной и гликолевой кислот [1;3;5].

Целью данного исследования является изучение особенностей процесса микрокапсулирования слаборастворимых в воде лекарственных препаратов, на примере фурацилина, в одинарную или двойную оболочки из сополимеров метакриловой кислоты и метилметакрилата, а также поливинилового спирта (ПВС) и поливинилпирролидона (ПВП).

В качестве материала, формирующего внутреннюю оболочку микрокапсулы, были выбраны производные метакриловой кислоты, выпускаемые концерном «Evonik Rцhm GmbH» (Германия) под торговым названием «Eudragit®». Данные сополимеры в фармацевтической промышленности используются более 50 лет и характеризуются высокой эффективностью и безопасностью применения. В нашей работе использовали Eudragit® L100, который представляет собой анионный сополимер метакриловой кислоты и метилметакрилата [3;5]. Данный полимер, являясь

водонерастворимым и биodeградируемым, призван обеспечить пролонгированное высвобождение ЛВ в определенном участке человеческого организма. Придание же данной композиции псевдорастворимых свойств позволит упростить применение получаемого препарата и повысит его биологическую доступность.

Для этих целей были выбраны водорастворимые полимеры ПВС и ПВП, давно используемые в различных областях, в том числе и в медицине. В фармацевтической промышленности ПВС применяется при изготовлении оболочек и наполнителей для таблеток, как плазмозаменитель, как компонент лекарственного препарата «Йодиол» и для других целей в медицине [2;4].

Поливинилпирролидон применяют в медицине как основу кровезаменителя с дезинтоксикационными свойствами, для пролонгации действия некоторых лекарственных средств (например, новокаина, пенициллина), как связующее и стабилизатор при изготовлении готовых лекарственных средств и др. Кроме того, поливинилпирролидон используют в текстильной промышленности, а также в косметике как загуститель кремов, в зубных пастах, губных помадах, для изготовления фотоэмульсий и др [2].

### **Экспериментальная часть**

Капсулирование фурацилина в Eudragit® L100 осуществлялось физико-химическим методом [2] исходя из соотношения вещество : полимер либо 1:1, либо 1:2. Процесс вели на магнитной мешалке при комнатной температуре. К водной дисперсии фурацилина по каплям добавляли раствор полимера в дихлорметане или в ацетоне. В случае необходимости получения микрокапсул с одинарной оболочкой водно-ацетоновую дисперсию капсул оставляли на магнитной мешалке для удаления органического растворителя. Далее продукт выделяли фильтрованием или центрифугированием и сушили на воздухе.

Для получения микрокапсул с двойной оболочкой к водно-ацетоновой дисперсии капсул фурацилина по каплям добавляли водный раствор второго полимера (ПВС или ПВП) и далее ацетон или этанол для достижения полного

осаждения водорастворимого полимера. Полученный продукт выделяли фильтрованием или центрифугированием и сушили на воздухе.

Структура выделенных продуктов подтверждалась методом инфракрасной спектроскопии с помощью ИК-Фурье-спектрометра «ФСМ 1201» в диапазоне 400–4000 см<sup>-1</sup>, с разрешением 4 см<sup>-1</sup> (сканов-20). ИК-спектры капсулируемых веществ снимали в таблетке KBr, а спектры полученных микрокапсул снимали методом нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО).

Количественный анализ микрокапсул осуществлялся методом градуировочного графика на спектрометре УФ/видимой области спектра UV – 1800 (фирмы «Shimadzu»).

### **Обсуждение результатов**

Результат количественного анализа продуктов микрокапсулирования показал полный переход биологически активного вещества в капсулу. А данные ИК-спектроскопии (метод НПВО) подтвердили послойное нанесение полимера на лекарственный препарат.

Заклученный в оболочку из сополимеров метилметакрилата и метакриловой кислоты фурацилин приобретает способность пролонгировано высвобождаться в организме, тем самым создавая равномерную терапевтическую концентрацию лекарственного вещества в тканях и органах.

Скорость высвобождения фурацилина оценивали *in vitro*. Для этого находили зависимость концентрации фурацилина, выделившегося из микрокапсул в водный раствор во времени. Как показали опытные данные, концентрация фурацилина в растворе значительно увеличивается в течение первых 10 часов. После достижения данного порога выход БАВ из микрокапсул замедляется, и полное высвобождение заканчивается примерно через 50 часов. Это говорит о том, что удалось достичь пролонгированного действия микрокапсул, что дает возможность высвобождения активного вещества в течение примерно 2 суток.

Фурацилин, покрытый двойной оболочкой, в случае если вторым слоем нанесен водорастворимый полимер (ПВП или ПВС), способен также образовывать устойчивые водные дисперсии. При этом пролонгированное действие полученного препарата сохраняется полностью.

Таким образом, использование одинарной или двойной оболочек для микрокапсулирования лекарственных препаратов позволит решить одну из проблем фармакологии, заключающуюся в быстром выведении лекарственного средства из организма. Придание полученной композиции псевдорастворимых свойств дает возможность создавать различные виды готовых лекарственных форм.

### Список литературы

1. Афонин А. Акриловые полимеры для многофункционального покрытия твердых лекформ // Фармакологические технологии и упаковка Лекарства по GMP. М.: Медицинский бизнес, 2009. С. 30–35.
2. Маркович Ю.Д., Грехнева Е.В., Кудрявцева Т.Н., Ефанов С.А., Климова Л.Г. Микрокапсулирование 4-карбоксиякридона в водорастворимые полимеры // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. 2013. №3. Ч.2.
3. Мустафин Р.И., Рубцова Е.В., Ситенков А.Ю., Буховец А.В., Семина И.И. Сравнительное физико-химическое и фармацевтическое исследование поликомплексных носителей на основе сополимеров EUDRAGIT® EPO И EUDRAGIT® L 100-55 // Фундаментальные исследования. 2014. № 12–6. С. 1231–1236.
4. Степанова Э.Ф., Ким М.Е., Мурзагулова К.Б., Евсеева С.Б. Микрокапсулы: перспективы использования в современной фармацевтической практике. Фундаментальные исследования. Пятигорск, 2014. №3-4. С. 766 – 769.
5. Raghavendra S. Mundargi, Vidhya Rangaswamy, and Tejraj M. Aminabhavi. pH-Sensitive oral insulin delivery systems using Eudragit microspheres // «Drug Development and Industrial Pharmacy». 2011. 37(8). P. 977–985.

## **СПОСОБЫ МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ДВОЙНЫЕ ОБОЛОЧКИ.**

**Грехнева Е.В.**

доцент кафедры химии  
Курского государственного университета  
канд.хим.наук, доцент,  
Россия, г.Курск

**Власова В.В.**

студентка 4 курса

Показана возможность изменения свойств лекарственных препаратов путем их микрокапсулирования в двойную оболочку, включающую водонерастворимый и водорастворимый полимеры. В качестве примера лекарственного препарата использована акридонуксусная кислота.

*Ключевые слова:* микрокапсулирование, акридонуксусная кислота, альгинат натрия, ацетилцеллюлоза, нитроцеллюлоза, Eudragit, ИК-спектроскопия, УФ-спектроскопия.

В связи с широким применением микрокапсулированных продуктов практическое и теоретическое изучение процессов микрокапсулирования в настоящее время является актуальным [4].

В данной работе описано получение микрокапсул акридонуксусной кислоты (АУК) в двойные оболочки. АУК является низкомолекулярным индуктором интерферона, оказывает противовирусное, иммуностимулирующее, противовоспалительное действия [3].

В качестве первой оболочки для капсулирования были выбраны нерастворимые в воде полимеры, такие как поли(метил)метакрилат-ко-метакриловая кислота, которая выпускается под торговой маркой Eudragit® L 100, и такие эфиры целлюлозы, как нитроцеллюлоза и ацетилцеллюлоза. Известно, что сополимеры Eudragit являются одним из наиболее широко применяемых средств при создании пероральных систем доставки с контролируемым высвобождением лекарственных веществ в различных отделах желудочно-кишечного тракта [2]. Применение же эфиров целлюлозы в

качестве оболочек микрокапсул обусловлено их пленкообразующими свойствами. Применение водонерастворимого полимера в качестве первой оболочки, помимо защитных свойств, в первую очередь призвано обеспечить пролонгированное действие капсулируемого лекарственного препарата в определенном участке желудочно-кишечного тракта.

В качестве второй оболочки был выбран водорастворимый и биodeградируемый полимер – альгинат натрия. Такой выбор обусловлен его способностью сообщать препарату, заключенному в оболочку из него, псевдорастворимые свойства [1].

### **Экспериментальная часть**

Микрокапсулирование АУК в первую оболочку осуществлялось физико-химическим методом, который состоит в осаждении полимера на поверхности капсулируемого вещества путем замены растворителя. Этот метод включает в себя переосаждение капсулируемого вещества в 1-2% ацетоновый раствор полимера и последующее осаждение полимера на поверхности вещества в результате постепенного прибавления осадителя (дистиллированная вода). Диспергирование осуществлялось перемешиванием на магнитной мешалке.

Для создания второй оболочки к водно-ацетоновой дисперсии микрокапсул АУК с одинарной оболочкой по каплям добавляется 1% водный раствор второго полимера (альгината натрия). Для достижения полноты осаждения к полученной системе добавляется второй осадитель – этиловый спирт.

По окончании процесса, сформировавшиеся капсулы отфильтровывают на фильтре Шота (ВФ-1–40 пор.16), промывают спиртом, сушат на воздухе или в сушильном шкафу.

Количественный анализ микрокапсул осуществлялся методом градуировочного графика на спектрометре УФ/видимой области спектра UV – 1800 (фирмы «Shimadzu») в интервале длин волн 600 – 190 нм в кювете с длиной светопоглощающего слоя 1 см.



Для определения количества акридонуксусной кислоты в микрокапсулах был построен градуировочный график серии водных растворов натриевой соли акридонуксусной кислоты в интервале концентраций от 0,00015 до 0,05 % масс.

Структура выделенных продуктов подтверждалась методом инфракрасной спектроскопии с помощью ИК-Фурье-спектрометра «ФСМ 1201» в диапазоне 400–4000 см<sup>-1</sup>, с разрешением 4 см<sup>-1</sup>, (сканов-20). ИК-спектры капсулируемых веществ снимали в таблетке KBr, а спектры полученных микрокапсул снимали методом нарушенного полного внутреннего отражения.

### **Обсуждение результатов**

Как было указано выше, акридонуксусная кислота широко используется в качестве антимикробных, противовирусных препаратов. Обнаружена ее противоопухолевая и бактерицидная активность. Однако акридонуксусная кислота отличается крайне низкой растворимостью в воде. Поэтому микрокапсулирование акридонуксусной кислоты актуально не только с целью придания ей определенных свойств, но и может служить универсальной моделью, позволяющей смоделировать придание препаратам пролонгированного действия с одновременным переводом вещества в водорастворимое состояние.

Анализ результатов ИК-спектроскопии показал, что конфигурация и расположение основных полос поглощения в ИК-спектрах, используемых при капсулировании веществ, совпадают с аналогичными параметрами полученных микрокапсул. То есть ИК-спектры микрокапсул (таблетки с бромидом калия) содержат полосы поглощения характерные как для акридонуксусной кислоты, так и для полимеров. Результаты метода МНПВО подтвердили послойное нанесение полимеров на поверхность действующего вещества.

Для получения продуктов с заданным набором свойств подбирались оптимальный состав микрокапсул и условия проведения процесса.

Некоторые характеристики процессов микрокапсулирования приведены в таблице.

### Параметры процесса микрокапсулирования АУК

Первая оболочка	Соотношение компонентов	Выход %	Содержание вещества в микрокапсуле	Вторая оболочка
Ацетилцеллюлоза	1:2:1	67,5	54,6	Альгинат Na
Нитроцеллюлоза	1:1:1	87	26,2	Альгинат Na
Eudragit	1:1:1	70	59,8	Альгинат Na

Таким образом, применение описанных здесь методик позволит придать композиции лекарственных препаратов целый ряд свойств. Оболочка из нитроцеллюлозы, ацетилцеллюлозы или из сополимеров метакриловой кислоты обеспечит пролонгированное высвобождение действующего вещества, тем самым решается проблема создания оптимальной терапевтической концентрации ЛВ в организме. Нанесение второй оболочки из альгината натрия сообщает готовой композиции способность образовывать устойчивые водные дисперсии. А это, в свою очередь, помимо повышения биодоступности дает возможности для создания новых видов готовых лекарственных форм некоторых лекарственных препаратов.

#### Список литературы

1. Грехнева Е.В., Кудрявцева Т.Н. Особенности микрокапсулирования некоторых лекарственных препаратов в альгинат натрия // Auditorium: электронный научный журнал Курского государственного университета. 2014. № 3.
2. Демина Н.Б., Кеменова В.А., Великая Е.В., Багирова В.Л. Использование современных технологий в создании пероральных пролонгированных препаратов изосорбида динитрата и ацилпроизводных фенотиазина // Методы синтеза и технологии производства лекарственных средств. 2003.- С.14.
3. Маркович Ю.Д., Сысоев П.И., Кудрявцева Т.Н., Сергеева Н.Н., Климова Л.Г. Синтез и исследование биологической активности арилиденгидразидов акридонуксусной кислоты // Ученые записки: электронный научный журнал Курского государственного университета. 2013. № 3 (27). Т. 2.
4. Солодовник В. Д. Микрокапсулирование. М.: Химия, 1980. С.216

## **ВОЗМОЖНОСТИ ИНКАПСУЛИРОВАНИЯ БАВ В ПРИРОДНЫЕ ПОЛИМЕРЫ**

**Грехнева Е.В.**

доцент кафедры химии  
Курского государственного университета  
канд.хим.наук, доцент,  
Россия, г.Курск

**Ерохина Ю.И**

студентка 5 курса

Было проведено микрокапсулирование фурацилина в одинарные и двойные оболочки, состоящие из хитина, гидроксипропилметилцеллюлозы и альгината натрия. Предложены оптимальные варианты проведения таких процессов. Осуществлен качественный и количественный анализ полученных микрокапсул.

*Ключевые слова:* микрокапсулирование, альгинат натрия, хитин, гидроксипропилметилцеллюлоза, фурацилин, микрокапсула с двойной оболочкой.

Капсулирование лекарственных препаратов получило широкое применение в медицинской практике в качестве одного из эффективных средств их контролируемой доставки в определенное место и время в организме человека. В современной фармации широко используются биополимеры природного происхождения для создания лекарственных форм пролонгированного действия. В качестве таких полимеров могут выступать эфиры целлюлозы [1], альгинаты [2], полисахариды и т.д. В данной работе рассматривается инкапсулирование фурацилина, взятого в качестве модельного объекта в альгинат натрия, хитин и гидроксипропилметилцеллюлозу (ГПМЦ).

Основным преимуществом использования таких полимеров, как альгинат натрия, хитин и ГПМЦ, для микрокапсулирования является их нетоксичность и биоразлагаемость.

Альгинат натрия, являясь водорастворимым и биodeградируемым полимером, широко используется в медицине (в качестве антацида), пищевой промышленности (загуститель) и в косметологии. Применение альгината натрия основано на его способности образовывать гели, желеобразные

вещества, а также он широко применяется как оболочка для микрокапсулирования. Гидроксипропилметилцеллюлоза используется в пищевой промышленности в качестве пищевого стабилизатора E464. Данная добавка обладает способностью сохранять и улучшать консистенцию и вязкость продуктов питания.

Хитин представляет собой линейный полисахарид, неразветвленные цепи которого состоят из элементарных звеньев 2-ацетамидо-2-дезоксид-D-глюкозы, соединенных 1,4-β-гликозидной связью. Благодаря биосовместимости с тканями человека, низкой токсичности, способности усиливать регенеративные процессы при заживлении ран, биodeградируемости хитин и хитозан представляют особый интерес для медицины. Основным преимуществом использования таких материалов для микрокапсулирования является возможность получения микрокапсул, оболочки которых обладают собственной биоактивностью.

Практическое использование хитина в качестве оболочки для микрокапсулы несколько осложнено, так как этот полимер, в отличие от хитозана, имеет крайне узкий спектр растворителей [3]. Нами был предложен способ инкапсулирования АУК и фурацилина в хитин в среде соляной кислоты с концентрацией 10–15%. В качестве осадителя хитина на поверхности частиц лекарственного препарата использовали расчетное количество раствора гидроксида натрия.

Применение ГПМЦ в процессе микрокапсулирования основано на ее растворимости в воде и во многих органических растворителях (спиртах, уксусной кислоте, ДМФА) даже при низких температурах. Это свойство позволяет использовать ГПМЦ в качестве оболочки микрокапсул, которая может деградировать в среде организма, причем такие микрокапсулы разрушаются в желудке. При получении микрокапсул фурацилина в ГПМЦ возникли трудности, связанные с осаждением ГПМЦ на поверхности активного вещества. Опытным путем было доказано, что ГПМЦ выпадает в осадок в среде хлороформа и насыщенного раствора хлорида натрия. В дальнейшем решено

было отказаться от раствора хлорида натрия в качестве осадителя. Это связано с тем, что частицы соли кристаллизовались на поверхности микрокапсул, а попытки смыть их водой приводили к частичному растворению материала оболочки. Таким образом, на данном этапе исследований хлороформ является пока лучшим осадителем ГПМЦ на поверхности БАВ.

Заключение лекарственного вещества в двойную оболочку позволяет решить многие проблемы, связанные с контролируемым высвобождением этого вещества. Многие полимеры неустойчивы в щелочной среде, поэтому они перспективны для создания внутренней оболочки микрокапсулы, которая разрушится в кишечнике. Такими полимерами могут служить альгинат натрия или различные эфиры целлюлозы.

Хитин, как водонерастворимый и биodeградируемый полимер, призван обеспечить пролонгированное высвобождение лекарственного вещества в определенном участке человеческого организма. Придание же данной композиции псевдорастворимых свойств позволит упростить применение получаемого препарата и повысит его биологическую доступность. С этой целью на микрокапсулах с хитиновой оболочкой дополнительно формировалось покрытие из водорастворимого полимера, а именно – альгината натрия и ГПМЦ. Процесс нанесения второй оболочки осуществлялся *in situ*, то есть минуя стадию выделения хитиновых микрокапсул. В случае использования эфира целлюлозы раствор ГПМЦ по каплям добавлялся к дисперсии хитиновых микрокапсул. При этом происходило высаливание ГПМЦ на поверхности капсул за счет содержащегося в системе хлорида натрия. Альгинат натрия необходимо было дополнительно осаждать либо ацетоном, либо этанолом.

Структура выделенных продуктов подтверждалась методом инфракрасной спектроскопии с помощью ИК-Фурье-спектрометра «ФСМ 1201» в диапазоне  $400\text{--}4000\text{ см}^{-1}$ , с разрешением  $4\text{ см}^{-1}$ , (сканов-20). ИК-спектры капсулируемых веществ снимали в таблетке KBr, а спектры

полученных микрокапсул снимали методом нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО).

Количественный анализ микрокапсул осуществлялся методом градуировочного графика на спектрометре УФ/видимой области спектра UV – 1800 (фирмы «Shimadzu»).

Количественный анализ показал, что содержание действующего вещества в капсуле зависит от способа осаждения полимера. Так, процентное содержание фурацилина в ГПМЦ микрокапсулах, осажденных насыщенным раствором соли, меньше, чем в аналогичных капсулах, но полученных осаждением хлороформом. Природа второй оболочки также влияет на количество действующего вещества. Описанными методами более полного перехода фурацилина в капсулу удалось достичь при использовании ГПМЦ в качестве материала для второй оболочки.

Таким образом, в зависимости от целей, которые преследуются при выполнении микрокапсулирования лекарственного препарата, возможно сообщение этому препарату новых свойств. Микрокапсулирование в хитин, например, помимо защиты ЛВ от действия факторов окружающей среды и придания ему пролонгированного действия, сообщит ему дополнительные биологически активные свойства, присущие самому хитину. Микрокапсулирование в ГПМЦ дополнительно придаст веществу псевдорастворимые свойства. А формирование двойной оболочки будет сочетать указанные выше преимущества.

#### **Список литературы**

1. Байклз Н., Сегал Л. Целлюлоза и ее производные. М.: Мир, 1974. С.47 – 88.
2. Грехнева Е.В., Кудрявцева Т.Н. Особенности микрокапсулирования некоторых лекарственных препаратов в альгинат натрия // Ученые записки курского государственного университета. 2014. Электронный ресурс.
3. Тесленко А.Я., Попов В.Г., Хитин и его производные в биотехнологии. М.: ОНТИ ТЭИ Микробиопром, 1982. 44с.

## **СИНТЕЗ НОВОГО АЗОКРАСИТЕЛЯ ДЛЯ КРАШЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**Кудрявцева Т.Н.**

руководитель НИЛ органического синтеза,  
Курского государственного университета,  
к.х.н., доцент  
Россия, г. Курск

**Гапеева В.А.**

студентка 4 курса

**Атрепьева Л.В.**

доцент кафедры химии  
Курского государственного университета,  
канд.техн.наук доцент  
Россия, г. Курск

**Григорьян А.Ю.**

ассистент кафедры хирургии  
Курского государственного медицинского университета,  
канд.мед.наук,  
Россия, г. Курск

Синтезирован новый дисазокраситель с рН-индикаторными свойствами для крашения тканей специального назначения. Краситель относится к классу прямых красителей, способен прочно окрашивать целлюлозные и аминифункциональные текстильные материалы. Краситель может использоваться для создания ацидохромных рН-чувствительных текстильных материалов, применяемых в качестве гибких рН-сенсоров в медицинских, биологических, фармацевтических, экологических и технологических приложениях.

*Ключевые слова:* дисазокраситель, технология получения, физико-химические характеристики красителя, ацидохромный рН-чувствительный текстильный материал.

В настоящее время наблюдается растущий интерес к рН-чувствительным окрашенным текстильным материалам. Такой halochromic текстиль может быть использован в качестве гибких рН-датчиков для различных применений. Для этих целей синтезируются специальные красители, которые прочно иммобилизуются волокнистым материалом методом окрашивания. Однако ассортимент таких красителей с использованием простой и экономически

выгодной технологии крашения очень ограничен. Результаты исследований показывают различные характеристики рН-переходов на текстильных материалах по сравнению с раствором красителей-индикаторов из-за взаимодействия красителей с волокном. Одновременно тип волокнистого материала также влияет на характеристики рабочего рН-интервала [1].

Большое количество исследований посвящено разработке рН-чувствительных красителей для создания гибких сенсоров, работающих в физиологическом интервале значений рН. Например, германскими учеными синтезированы ацидохромные винилсульфоновые красители для диагностирования некоторых заболеваний с помощью halochromic текстиля в медицинской практике. Данная группа индикаторных красителей ковалентно иммобилизуется на текстильном материале, содержащем гидроксильные, аминогруппы, что обуславливает высокую прочность окраски [2].

Целью нашей работы являлся синтез прямого дисазокрасителя, способному прочно окрашивать целлюлозные текстильные материалы, имеющего изменение окраски при иммобилизации на текстильном носителе в интервале значений рН= 6,0÷9,0.

Прямые красители реализуют самый простой и экономически выгодный вариант технологии крашения. Технология получения рН-чувствительного текстиля с помощью более дорогостоящих винилсульфонов, по сравнению с прямым крашением, обязательно включает дополнительную стадию перевода красителя в реакционно-активное состояние. Кроме этого, недостатком винилсульфоновых красителей является образование нежелательного продукта – гидролизованного красителя, поэтому снижается их выбираемость из красильного раствора и требуется интенсивная промывка окрашенного текстиля от сорбированного на волокне гидролизованного красителя.

В качестве исходных веществ для получения кислотно-основного красителя использовали динатриевую соль 4,4'-диаминотильбен-2,2'-дисульфокислоты и резорцин, являющиеся доступными и недорогими веществами. Синтез красителя проводили по классической технологии



получения дисазокрасителей, которая включает три основные стадии: диазотирование амина, азосочетание, выделение и очистка продукта. Состав синтезированного красителя  $C_{26}H_{18}N_4S_2O_{10}Na_2$  подтвержден данными химического анализа. Некоторые физико-химические характеристики данного красителя представлены ниже.

1. Растворимость в воде при  $25^{\circ}C$  составляет  $0,12$  моль/дм<sup>3</sup>; хорошо растворим в этаноле, диметилсульфоксиде, диметилформамиде.

2. ИК-спектр ( $\nu$ , см<sup>-1</sup>): 3439 с, 2922 ср, 2854 сл, 1620с, 1477 ср, 1412 сл, 1194с, 1076 ср, 1022 ср, 705 сл, 636 ср.

3. Положение максимума поглощения полосы спектра, ответственной за окраску,  $\lambda_{max}$  в водных растворах – 453 нм в слабокислой среде, 474 нм в нейтральной среде, 542 нм в щелочной среде.

4. Характеристика перехода окраски в водной среде: желтый в оранжево-красный, затем в малиновый разной интенсивности в зависимости от значения рН.

5. Характеристика перехода окраски на текстильном материале: розово-желтый в малиновый разной интенсивности в зависимости от значения рН оцениваемой среды в интервале рН= 6,0÷9,0

Синтезированный по предложенной технологии краситель на основе динатриевой соли 4,4'-диаминотильбен-2,2'-дисульфокислоты и резорцина просто и прочно окрашивает текстильный материал специального назначения, способного изменять цвет при  $pH > 6,0$ . Например, новым синтезированным красителем, который относится к классу прямых, проводят крашение целлюлозосодержащих материалов по самой простой технологии прямого крашения, а аминифункциональных волокнистых материалов – по технологии крашения кислотными красителями. Для получения рН-хромового текстиля используется низкая концентрация данного красителя.

Ацидохромный текстильный материал, полученный с помощью нового красителя, может использоваться в аналитических, в том числе и медико-биологических исследованиях. Способ исследования включает оценку

pH-активности по величине возникновения индикационного эффекта цветной реакции, протекающей на гибком твердом носителе, в зависимости от кислотности объекта исследования.

Новые pH-чувствительные текстильные материалы, окрашенные синтезированным красителем состава  $C_{26}H_{18}N_4S_2O_{10}Na_2$ , могут успешно применяться для контроля и непрерывного мониторинга процесса ранозаживления, при котором изменяется pH раневой составляющей. Перевязочные средства изготавливаются из окрашенного реактивного текстильного материала в виде тест-изделий: бинтов, салфеток, тампонов и других готовых к применению перевязочных материалов. Полученный новый ацидохромный pH-чувствительный перевязочный материал выполняет не только основные функции перевязочных средств, но и дополнительно в режиме реального времени дает информацию об изменении pH раневой составляющей, по которой можно оценивать прогресс исцеления.

Таким образом, новый синтезированный краситель-индикатор состава  $C_{26}H_{18}N_4S_2O_{10}Na_2$  может использоваться для крашения целлюлозосодержащих и аминофункциональных текстильных материалов специального назначения в качестве гибких pH-сенсоров в медицинских, биологических, фармацевтических, экологических и технологических приложениях.

### Список литературы

1. L.Van der Schueren, K.De Clerck The Use of pH-indicator Dyes for pH-sensitive Textile Materials // Textile Research Journal. 2010. V. 80 №.7590-603
2. Gerhard J. Mohr, Heidrun Mueller, Beate Bussemer, Annegret Stark, Tommaso Carofiglio, Sabine Trupp, Ruediger Heuermann, Thomas Henkel, Daniel Escudero and Leticia Gonzalez, Design of acidochromic dyes for facile preparation of pH sensor layers // Analytical and Bioanalytical Chemistry. 2008. 392(7-8), P. 1411-1418.

## ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕЛКОВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

**Атретьева Л.В.**

доцент кафедры химии  
Курского государственного университета,  
канд.техн.наук доцент  
Россия, г. Курск

**Аниканова Е.А.**

студентка 4 курса

**Замятина Е.Н.**

студентка 4 курса

Выделены глобулины из растительного сырья. Выполнен сравнительный анализ содержания белков в горохе, гречке и пшенице. Изучены химические свойства выделенных белков и проведена оценка аминокислотного состава глобулинов растительных объектов.

*Ключевые слова:* белки, глобулин, денатурация, биуретовая реакция, реакция Фоля, ксантопротеиновая реакция.

Растительный белок является очень важным питательным веществом для организма. У него несколько преимуществ над животным белком. Растительный белок не содержит холестерина и насыщенных жиров, более легко перерабатывается, органы пищеварения не получают большой нагрузки, снижается риск подкисления тела, и предотвращаются болезни.

Величина массовой доли белковых веществ в зерне и семенах во многом определяет биологическую ценность продуктов, получаемых из растительного сырья.

Среди овощных культур горох является самым богатым источником белковых веществ и по их содержанию приближается к говядине. Гречневая и пшеничная мука также характеризуются высоким содержанием белка.

Используя свойства разной растворимости белков, можно выделить разные классы белков из растительного сырья. Водорастворимые белки имеют небольшую молекулярную массу, их представляют альбумины.

Солерастворимые белки растворяются в 10% растворе солей (хлорида натрия, сернокислого аммония и других), их представляют глобулины. Щелочерастворимые белки растворяются в 0,2% растворе гидроксида натрия, их представляют глютелины. Спирторастворимые белки растворяются в 60-80% спирте, их представляют проламины [1;2].

Целью данной работы является выделение и изучение химических свойств растительных белков из различных белоксодержащего растительного сырья.

На первом этапе работы получили вытяжку белка. Для этого навески гороховой, гречневой и пшеничной муки насыпали в 3 разные колбы, залили 10 %-ным раствором сернокислого аммония. Встряхивали в течение 3-х мин и дали отстояться. Провели фильтрацию и далее работали с фильтрами, в которых содержатся солерастворимые белки – глобулины.

Проверили белок на растворимость в воде. Для этого в пробирку внесли раствор белка и прилили воды до появления мути. При добавлении в пробирку сернокислого аммония муть исчезает.

Произвели высаливание белка. Для этого к раствору белка прибавили концентрированный раствор сульфата магния. Когда концентрация раствора достигнет примерно 50 %, глобулин начинает выпадать в осадок и раствор мутнеет. При уменьшении концентрации раствора прибавлением воды выпавший в осадок глобулин снова переходит в раствор.

Далее изучали денатурацию белка. В пробирки внесли растворы белка исследуемого растительного сырья и нагрели до кипения. Затем охладили и проверили на растворимость в солевом растворе. В другую партию белка прибавили концентрированной соляной кислоты, наблюдали выпадение белого осадка, который проверили на растворимость слабым раствором сернокислого аммония.

В следующей части работы провели качественные реакции на белки: биуретовая реакция, ксантопротеиновая реакция, реакция Фоля на содержание серы [3].

В ходе эксперимента сделали сравнительный анализ содержания глобулинов и их состава в растительном сырье.

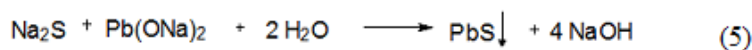
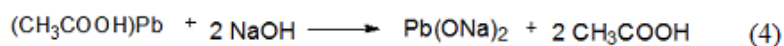
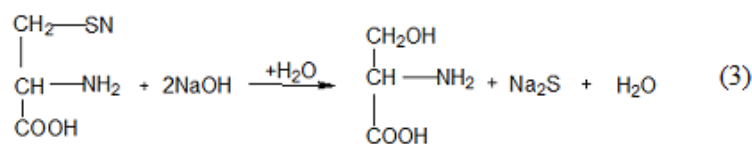
В гороховой, гречневой и пшеничной муке основная белковая масса представлена глобулинами, они не растворяются в воде, но растворяются в слабых растворах нейтральных солей. В крепких растворах нейтральных солей (свыше 50 %) происходит высаливание белка и он выпадает в осадок, способный вновь раствориться при разбавлении крепкого раствора солей до концентрации ниже 10%. По количеству выпавшего осадка глобулинов исследуемые растительные субстраты располагаются в следующей последовательности:

горох>гречка>пшеница

Процесс денатурации белка возможен под действием сильных кислот (ионные связи разрываются и белок коагулирует; длительное воздействие кислоты может вызвать разрыв и пептидных связей) или при кипячении белка. При нагревании белков усиливается тепловое движение атомов и полипептидных цепей в белковых молекулах, в результате чего разрушаются слабые поперечные связи, ослабляются гидрофобные и другие взаимодействия, изменяется конформация полипептидных цепей в молекуле белка. Денатурация в данном случае необратима, растворение белка после денатурации в слабом растворе сернокислого аммония не происходит.

Биуретовая реакция обусловлена наличием в белках пептидных связей, образующих в щелочной среде с ионами двухвалентной меди комплекс, окрашенный в фиолетовый или красно-фиолетовый цвет, состав которого отражен уравнением 1. Биуретовая реакция является универсальной реакцией на белки. Она обусловлена наличием в белковой молекуле пептидных связей, возникающих при взаимодействии молекул аминокислот.





По интенсивности полученной окраски при воздействии на растворы растительных белков делаем вывод, что большее количество серосодержащих аминокислот содержится в глобулинах гороха, затем пшеницы и меньшее в гречке.

Таким образом, изучение состава и свойств растительных белков позволяет сбалансировать рацион питания по аминокислотному составу, и разрабатывать рациональные варианты диет для предотвращения развития некоторых болезней.

### Список литературы

1. Грандберг И.И., Органическая химия. М.: Дрофа, 2005. С. 500 – 515.
2. Хорохордина Е.А., Рудаков О.Б., Полянский К.К., Биомолекулы. Свойства, роль в биохимии человека, технологии получения. Воронеж: ЭБС АСВ, 2013. С. 73–78.
3. Эйткен Э., Бейдоун А.Р., Файфф Дж., Гордон Д., Олендик К., Пэддок С., Рейплэй Р., Слейтер Р., Торп Р., Торп С., Уолкер Дж., Уилсон К., Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. М.: БИНОМ, 2015. С. 698–704.

## ТИАЗОЛ-2-ИЛКАРБОКСАМИДЫ ФЕНИЛАМИНОБЕНЗОЙНЫХ КИСЛОТ

**Бушина Л.Г.**  
магистрант кафедры химии  
Курского государственного университета

**Богатырев К.В.**  
аспирант кафедры химии  
Курского государственного университета

**Кудрявцева Т.Н.**  
к.х.н., доцент кафедры химии  
руководитель НИЛ органического синтеза  
Курского государственного университета  
Россия, г.Курск

**Климова Л.Г.**  
доцент кафедры микробиологии  
Курского медицинского университета  
Россия, г. Курск

Синтезирована серия тиазол-2-илкарбоксамидов акридонкарбоновых и N-фенилантраниловых кислот, для ряда полученных продуктов определена антибактериальная активность по отношению к группе тест-штаммов микроорганизмов.

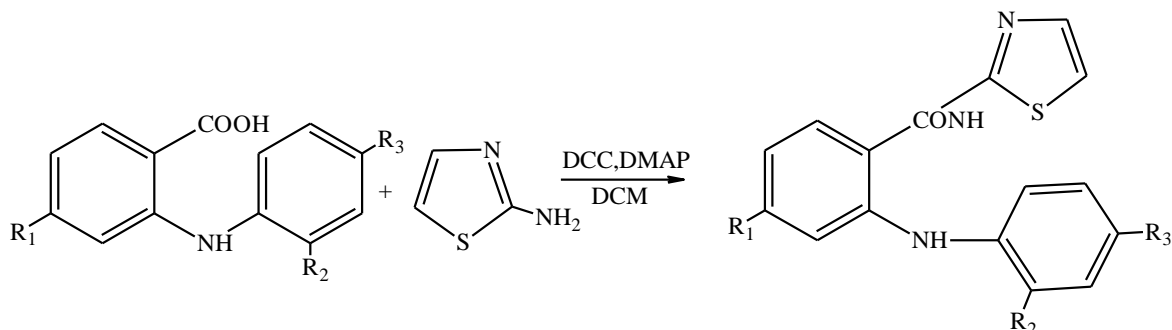
*Ключевые слова:* N-фениламинобензойные кислоты, 2-аминотиазол, антибактериальная активность

N-фениламинобензойные кислоты – исходные соединения для синтеза акридонов. Некоторые из них нашли применение как нестероидные противовоспалительные препараты [1]. Поэтому с целью поиска потенциальных биологически активных веществ и в продолжение проводимых нами исследований [2] представляло интерес синтезировать тиазол-2-илкарбоксамиды замещенных N- фениламинобензойных кислот.

Теоретически целевые соединения можно получать аминолизом сложных эфиров или хлорангидридов соответствующих N-фениламинобензойных кислот. Однако этими методами не удастся достичь желаемого выхода и чистоты. Таким образом, способ синтеза тиазол-2-илкарбоксамидов замещенных N-фениламинобензойных кислот методом карбодимидной



активации оказался наиболее удобным. Соединения I - V получали в среде дихлорметана в присутствии N,N-дициклогексилкарбодиимида (DCC) и каталитических количеств N,N-диметиламинопиридина (DMAP) при комнатной температуре:



где **I** - R<sub>1</sub>-H, R<sub>2</sub>-H, R<sub>3</sub>-H; **II** - R<sub>1</sub>-H, R<sub>2</sub>-F, R<sub>3</sub>-H; **III** - R<sub>1</sub>-H, R<sub>2</sub>-H, R<sub>3</sub>-F;  
**IV** - R<sub>1</sub>-NO<sub>2</sub>, R<sub>2</sub>-H, R<sub>3</sub>-CH<sub>3</sub>; **V** - R<sub>1</sub>-NO<sub>2</sub>, R<sub>2</sub>-H, R<sub>3</sub>-OCH<sub>3</sub>.

Поскольку выделенные из реакционной смеси целевые соединения I – V содержат примеси образующейся в ходе реакции N,N'-дициклогексилмочевины и побочных соединений, продукты I – V очищали методом колоночной хроматографии.

Полученные карбоксамиды представляют собой белые, с кремовым оттенком, или светло-желтые (при наличии нитро-группы в кислотном остатке), весьма высокоплавкие соединения, хорошо растворимые в полярных органических растворителях, некоторые их характеристики представлены в таблице.

Отдельные представители полученных рядов соединений были исследованы на наличие антибактериальной активности по отношению к тест-штаммам микроорганизмов. В качестве препарата сравнения использовался риванол. Обнаружено, что синтезированный нами тиазол-2-илкарбоксамид N-фениламинобензойной кислоты обладает невысокой активностью и сравним со стандартным препаратом риванолом только по отношению к *Candida albicans*.

### Выход и некоторые характеристики соединений I – V

Соединение	Выход (%)	T <sub>пл</sub> (°C)	M <sup>+</sup> , m/Z	ИК- спектр (KBr), v/cm <sup>-1</sup>
<b>I</b>	94	212-214	295	3337 (N—H); 3131 – 2848 (C—H); 1642 (C=O <sub>амидн.</sub> ); 1589, 1545, 1518, 1449, 1418 (C=C <sub>ароматич.</sub> , тиазольное кольцо)
<b>II</b>	92	197-199	313	3337 (N—H); 3129 – 2855 (C—H); 1640 (C=O <sub>амидн.</sub> ); 1576, 1551, 1510, 1449, 1414. (C=C <sub>ароматич.</sub> , тиазольное кольцо)
<b>III</b>	95	193-195	313	3335 (N—H); 3129 – 2849 (C—H); 1637 (C=O <sub>амидн.</sub> ); 1580, 1545, 1510, 1454, 1408. (C=C <sub>ароматич.</sub> , тиазольное кольцо)
<b>IV</b>	96	241-244	354	3324 (N—H); 3125 – 2849 (C—H); 1651 (C=O <sub>амидн.</sub> ); 1535, 1510, 1452 (C=C <sub>ароматич.</sub> , тиазольное кольцо)
<b>V</b>	94	163-165	370	3279 (N—H); 3111 – 2849 (C—H); 1645 (C=O <sub>амидн.</sub> ); 1582, 1530, 1511, 1452 (C=C <sub>ароматич.</sub> , тиазольное кольцо)

Оценка биологической активности полученных нами соединений, выполненная при помощи программы PASS Online, показала, что синтезированные нами карбоксамиды должны обладать низкой токсичностью и способны проявлять противовирусную и противовоспалительную активность. Поэтому предполагается дальнейшее исследование биологической активности синтезированных соединений.

#### Список литературы

1. Машковский М. Д. Лекарственные средства. Ч. 2. М.:, Новая волна, 2002. 688 с.
2. Кудрявцева Т. Н., Богатырев К. В., Сысоев П. И., Яр Зар Хтун, Климова Л. Г. Синтез и исследование антибактериальной активности некоторых производных фторзамещенных акридонов // Фторные заметки: сетевой журн. 2013. № 2 (87). URL: <http://notes.fluorine1.ru/public/2013/2.2013/letters/rusindex.html> (дата обращения 30.11.2013).

## СИНТЕЗ ПРОИЗВОДНЫХ ОКСАДИАЗОЛОВ 6Н-ИНДОЛ[2,3- b]ХИНОКСАЛИНУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ

**Кудрявцева Т.Н.**

руководитель НИЛ органического синтеза  
Курского государственного университета,  
канд. хим. наук, доцент,  
Россия, г. Курск

**Звягина Ю.С.**

магистрант кафедры химии

Конденсацией арилиденгидразидов 6Н-индол[2,3-b]хиноксалинуксусной кислоты получены новые 1-(5-((6Н-индоло[2,3-b]хиноксалин-6-ил)метил)-2-арил-2,3-дигидро-3-ацетил-1,3,4-оксадиазолы.

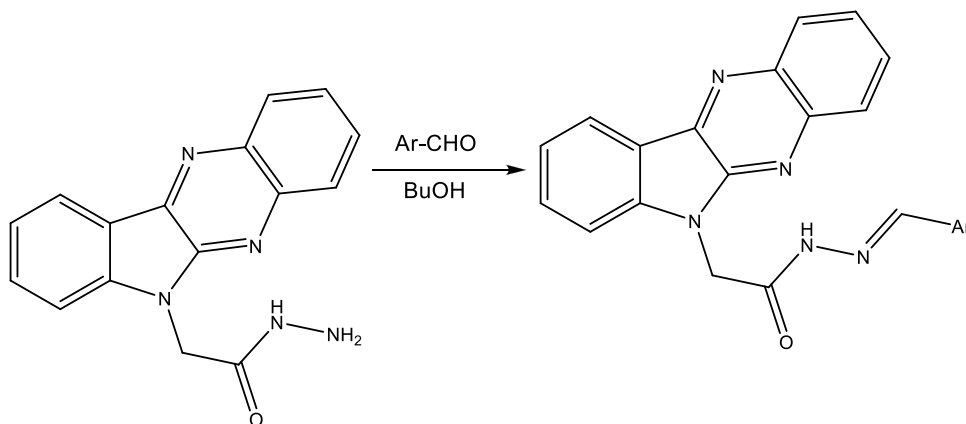
*Ключевые слова:* 6Н-индол[2,3-b]хиноксалинуксусная кислота, арилиденгидразид, оксадиазолы, биологическая активность

Производные 6Н-индоло[2,3-b]хиноксалина активно изучаются в качестве биологически активных соединений, поскольку представители этого ряда, аналогично некоторым другим соединениям (например, производным акридина), способны к интеркаляции в ДНК. Разнообразной биологической активностью обладают и 1,3,4-оксадиазолы.

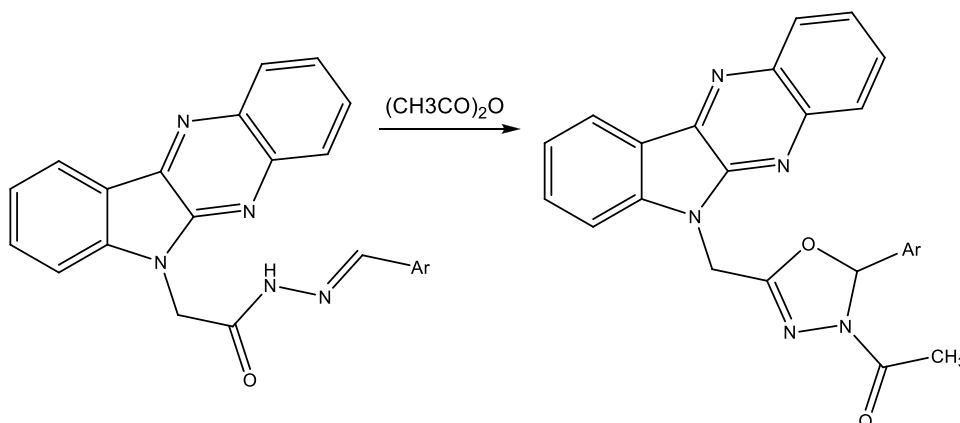
С целью поиска новых биологически активных соединений нами осуществлен синтез производных, сочетающих в молекуле структурные фрагменты 6Н-индол[2,3-b]хиноксалина и 1,3,4-оксадиазола.

Для этого нами был осуществлен синтез бутилового эфира 6Н-индол[2,3-b]хиноксалинуксусной кислоты, из которого затем был получен соответствующий гидразид.

Взаимодействием гидразида 6Н-индол[2,3-б]хиноксалинуксусной кислоты с различными ароматическими альдегидами были синтезированы соответствующие арилиденгидразиды:



Полученные арилиденгидразиды 6Н-индол[2,3-б]хиноксалинуксусной кислоты были использованы нами для синтеза производных 6Н-индол[2,3-б]хиноксалина, содержащих 1,3,4-оксадиазольный фрагмент. Для этого их обрабатывали уксусным ангидридом, который выступал в качестве и реагента, и растворителя:



где Ar: I - фенил; II – *para*-диметиламинофенил ; III – *para*-нитрофенил

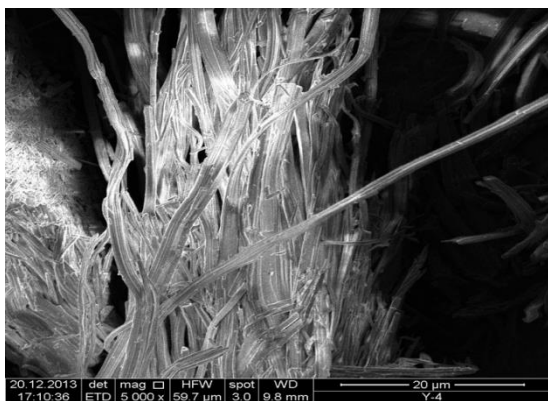
Смесь кипятили в течение 4-х часов, затем охлаждали до комнатной температуры, отгоняли избыток уксусного ангидрида, остаток многократно промывали гексаном и диоксаном.

Полученные 1-(5-((6H-индоло[2,3-b]хиноксалин-6-ил)метил)-2-арил-2,3-дигидро-3-ацетил-1,3,4-оксадиазолы представляют собой кристаллические вещества светло-оранжевого цвета, практически нерастворимые в воде и ряде органических растворителей (гексан, бензол, диоксан), умеренно растворимые в ацетоне и хорошо растворимые в N,N-диметилформамиде и диметилсульфоксиде. Растворы окрашены в оранжевый цвет и при УФ-излучении ( $\lambda = 365$  нм) слабо флуоресцируют желтовато-зеленым цветом.

Характеристики полученных нами оксадиазолов представлены в таблице. Некоторые характеристики оксадиазолов – производных 6H-индол[2,3-b]хиноксалинуксусной кислоты :

Соединение	Выход, %	T <sub>пл.</sub> , °C	R <sub>f</sub> *	ИК, см <sup>-1</sup>	M <sup>+</sup> , m/Z
I	93	248	0,64	2957(C-H ) 1733(C=O ) 1626(C-C) 1589(N-C=O)	444
II	68	161	0,63	1680(C=C ) 1735(C=O ) 1064(C-Br)	476
III	90	287	0,36	2933CH <sub>3</sub> (-N) 1730(C=O ) 1682(NO <sub>2</sub> ap)	490

\* ТСХ выполняли на пластинках «Sorbfil» ПТСХ-II-B-УФ, элюент – толуол: ацетон: этанол в объемных соотношениях 10:3:2.



На рисунке представлена фотография кристаллов 1-(4-ацетил-5-фенил-4,5-дигидро-1,3,4-оксадиазол-2-ил)-2-(6Н-индол [2,3-*b*]хиноксалин-6-ил)этан-1-она.

Фото кристаллов 1-(5-((6Н-индоло[2,3-*b*]хиноксалин-6-ил)метил)-2-фенил-2,3-дигидро-3-ацетил-1,3,4-оксадиазола (электронный растровый микроскоп Quanta 650 FEG с автоэмиссионным катодом)

Из рисунка следует, что кристаллы 1-(5-((6Н-индоло[2,3-*b*]хиноксалин-6-ил)метил)-2-фенил-2,3-дигидро-3-ацетил-1,3,4-оксадиазола имеют волокнистую форму, диаметром около 1,5 мкм и длиной около 50 мкм.

Таким образом, взаимодействием арилиденгидразидов 6Н-индол(2,3-*b*)хиноксалинуксусной кислоты с уксусным ангидридом были получены 1-(5-((6Н-индоло[2,3-*b*]хиноксалин-6-ил)метил)-2-арил-2,3-дигидро-3-ацетил-1,3,4-оксадиазолы с выходом от 60-90 %.

### Список литературы

1. Youn Hwan Kim, Chromogenic signalling of water content in organic solvents by hydrazone–acetate complexes / Original Research Article Dyes and Pigments, Volume 92, Issue 3, March 2012, P. - 1199-1203.
2. Magda G. El Meligy, Preparation of dialdehyde cellulose hydrazone derivatives and evaluating their efficiency for sewage wastewater treatment / Original Research Article Desalination, Volume 173, Issue 1, 1 March 2005, P. - 33-44.
2. Tarek Aysha, Synthesis, absorption and fluorescence of hydrazone colorants based on pyrrolinone esters / Tarek Aysha // Original Research Article Dyes and Pigment. Vol. 91, Issue 2, 2011. P. 170 – 176.

## **ПРИДАНИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРАМ НА ОСНОВЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ПРИ ПОМОЩИ СОЕДИНЕНИЙ РЯДА АКРИДОНА**

**Кудрявцева Т.Н.**

доцент кафедры химии  
Курского государственного университета,  
канд. хим. наук, доцент,  
Россия, г. Курск

**Брахнова Е.Ю.**

студентка 5 курса

**Шубин Д.А.**

студент 5 курса

В статье представлено исследование возможности создания модифицированных пленок на основе ацетилцеллюлозы с добавлением модифицированных агентов ряда акридон. Произведен синтез модифицирующих добавок. Анализ полученных соединений показал их низкую токсичность и выявил способность флуорисцировать под действием УФ-света. Исследование биологической активности показало, что модифицированные пленки в исследуемых условиях деградируют медленнее.

*Ключевые слова:* акридон, упаковочный материал, модифицированные пленки, ацетилцеллюлоза, биологическая активность, антибактериальные свойства.

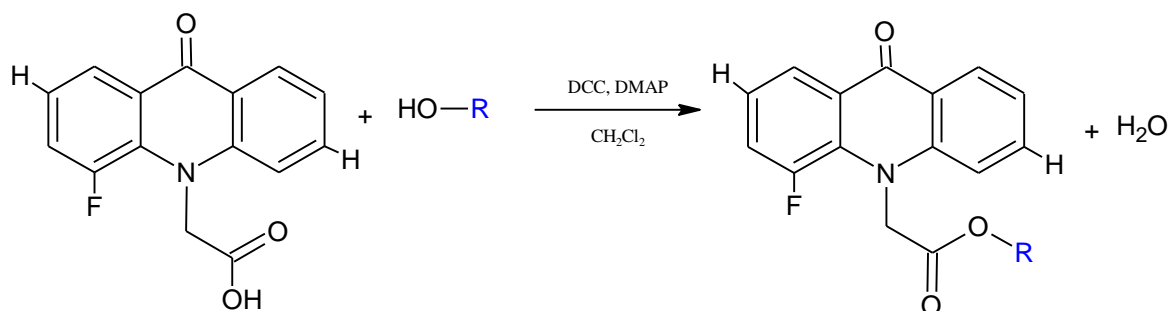
В настоящее время одним из актуальных направлений пищевой промышленности является – снижение потерь и обеспечение биологической безопасности продуктов питания на всех стадиях производства и последующего хранения [1] .

Главная причина порчи пищевых продуктов – это проникновение микроорганизмов в упаковку с последующим развитием грибковых колоний[1].

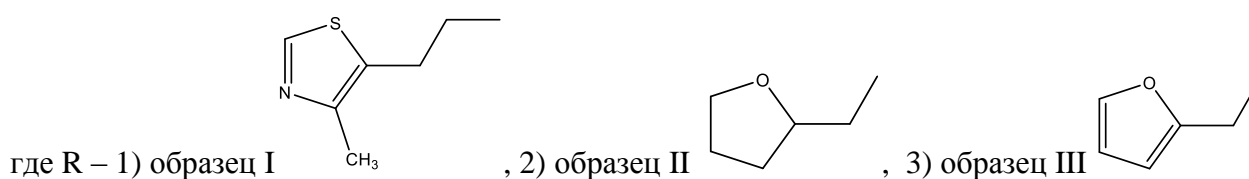
Одним из решений проблемы микробиологической порчи продукции является – разработка и изготовление пищевых упаковок с антимикробными свойствами. Упаковочные материалы такого рода представляют большой интерес для пищевой промышленности. Они способны обеспечивать антисептические условия, увеличивая, таким образом, срок хранения готовой продукции [3] .

С целью исследования возможности создания модифицированных пленок на основе ацетилцеллюлозы с добавлением модифицирующих агентов ряда акридон был произведен синтез сложных эфиров фторзамещенных акридонуксусных кислот, обладающих антимикробными свойствами, по следующей методике: смесь 3 ммоль соответствующей фтораакридонуксусной кислоты, 3 ммоль спирта, содержащего пятичленный гетероциклический фрагмент, 0.61 г (3 ммоль)  $N,N$ -дициклогексилкарбодиимида, 0.04 г (0.33 ммоль)  $N,N$ -диметиламинопиридина и 30 мл  $CH_2Cl_2$  перемешивали при комнатной температуре в течение 5-6 часов. Выпавший осадок  $N,N'$ -дициклогексилмочевины отфильтровывали, растворитель упаривали.

Полученное техническое вещество очищали методом колоночной хроматографии на силикагеле-60 фирмы Merck, элюент – толуол: ацетон:



этанол в объемных соотношениях 10:3:2 [2] .



С помощью программы PASS ONLINE была проведена оценка токсичности синтезированных эфиров. Анализ полученных данных показал, что полученные нами соединения должны обладать низкой токсичностью.

Для получения модельных пленок в лабораторных условиях были подобраны оптимальные соотношения ацетилцеллюлозы и ацетона. С целью



модификации пленок в раствор для их приготовления вносили модифицирующую добавку, представляющую собой полученный эфир.

Установлено, что модифицирующий агент, вводимый в пленку, влияет на ее органолептические свойства – в УФ-свете она флуорисцирует голубым цветом.

С целью определения биологической активности полученных модифицированных модельных композитов, образцы пленок помещали в контейнеры с подготовленной почвой на следующие промежутки времени: 5, 10 и 20 суток.

По истечении установленного временного промежутка образцы извлекали из почвы, промывали дистиллированной водой и высушивали в сушильном шкафу до постоянной массы.

Далее образцы взвешивали на аналитических весах и фиксировали изменение их масс. Результаты исследования представлены в таблице.

**Результаты исследования антимикробной активности модифицированных модельных пленок**

Исследуемый образец	Концентрация добавки (в % от массы полимера)	Число суток		
		5	10	20
Ацетилцеллюлозная немодифицированная пленка		4,50	4,98	4,98
Образец I	1%	4,00	4,00	4,00
Образец II	1%	3,60	3,99	3,99
Образец III	1%	3,00	3,68	4,13
	5%	4,80	5,52	6,20
	10%	4,10	5,62	6,70
		Δm, изменение массы образца (в %)		

Как видно из результатов таблицы, добавки, входящие в состав пленок, во всех используемых концентрациях в первые пять суток оказывают ингибирующее действие.

Однако с увеличением продолжительности эксперимента наблюдается более активная деградация пленки по сравнению с немодифицированной модельной пленкой. Вероятно, это можно объяснить тем, что эфир, входящий в состав пленки образца III, в исследуемых условиях хорошо гидролизует при

высоких концентрациях. В результате образуется кислота, которая вызывает ускоренную деградацию ацетилцеллюлозы.

### Список литературы

1. Донцова Э. П., Нагорный М., Федотова О. Б. Современные технологии создания упаковочных материалов с антимикробными свойствами // Тара и упаковка. 2013. № 2. С.42–44.
2. Кудрявцева Т.Н., Богатырев К.В., Климова Л.Г., Батуев Е.А.. Синтез и противомикробная активность серии производных фторзамещенных акридонуксусных кислот // Фторные заметки. 2014. №3(94).
3. Крыницкая А. Ю., Галиханов М. Ф. Влияние активного упаковочного материала на развитие микроорганизмов в пищевых продуктах . // Пищевая промышленность. 2011. № 1. С. 27–29.

УДК 547.835.5:615.3

## СИНТЕЗ ЭФИРОВ 6Н-ИНДОЛ[2,3-В]ХИНОКСАЛИН-3-КАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ

**Кудрявцева Т. Н.**

к.х.н.руководитель НИЛ органического синтеза  
Курского государственного университета,  
Россия, г. Курск

**Отрохова М.В.**

студентка 4 курса

Осуществлен синтез 6Н-индол[2,3-в]хиноксалин-3-карбоновой кислоты. Методом традиционной этерификации и методом карбодиимидной активации синтезированы соответственно метиловый эфир 6Н-индол[2,3-в]хиноксалин-3-карбоновой кислоты и 2-(2-метил-5-нитро-1Н-имидазол-1-ил) этил 6Н-индол[2,3-в]хиноксалин-3-карбоксилат.

*Ключевые слова:* конденсация, этерификация, карбодиимидная активация, региоизомеры

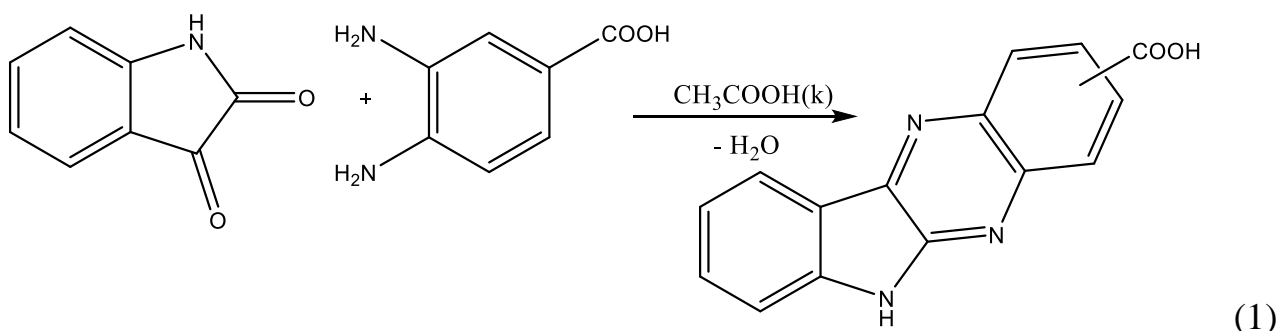
Синтез и изучение свойств гетероциклических органических соединений ряда 6Н-индоло[2,3-в]хиноксалина, находящих широкое применение в различных областях [1], является весьма актуальной задачей. Возможность

таких соединений интеркалировать в спираль ДНК и РНК за счет плоской структуры конденсированных колец обуславливает их фармакологическое применение в качестве препаратов противовирусного и цитотоксического действия, а также стимуляторов роста животных [2]. Производные этого ряда являются полупродуктами для синтеза многих биологически активных соединений, среди которых присутствуют перспективные и весьма эффективные антибактериальные, антигрибковые, противоопухолевые, противовирусные, противомаларийные, антидепрессанты и другие препараты [2; 3]. Актуальным направлением в развитии современных технологий является исследование производных 6Н-индол[2,3-*b*]хиноксалина в качестве инициаторов полимеризации, экономически выгодных красителей и фотосенсибилизаторов для фотоэлектрохимических солнечных элементов (например, тиенил, карбозол, фурил карбазол). Уникальная дипольная структура соединений этого ряда наделяет их отличным природным потенциалом для внутримолекулярного переноса заряда [4].

Поэтому целенаправленный синтез новых продуктов в указанном ряду соединений представляет научный и практический интерес.

С целью поиска новых биологически активных производных 6Н-индол[2,3-*b*]хиноксалина нами осуществлен синтез 6Н-индол[2,3-*b*]хиноксалин-3-карбоновой кислоты, являющейся одним из основных реагентов для получения целевых соединений.

Синтез 6H-индол[2,3-b]хиноксалин-3-карбоновой кислоты представлен на схеме 1:



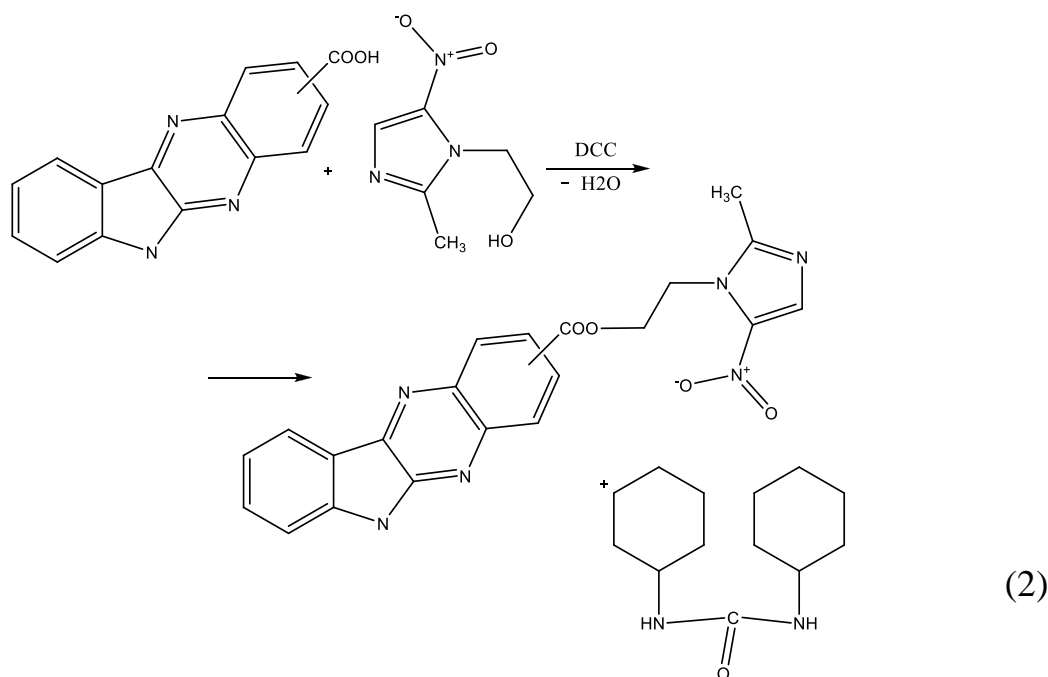
6H-Индол[2,3-b]хиноксалин-3-карбоновая кислота была получена реакцией конденсации изатина с 3,4-диаминобензойной кислотой при кипячении в ледяной уксусной кислоте.

На основании прогноза острой токсичности 6H-Индол[2,3-b]хиноксалин-3-карбоновая кислоты, полученного при помощи программы Pass Online, можно предположить что указанная кислота может являться ценным синтоном для синтеза биологически активных соединений, поскольку не обладает выраженной токсичностью. Полученную кислоту использовали для синтеза сложных эфиров 6H-индол[2,3-b]хиноксалин-3-карбоновой кислоты с различными спиртами (метанолом и 1-(b-оксиэтил)-2-метил-5-нитроимидазолом). Интерес получения именно таких соединений обусловлен тем, что полученная кислота содержит фрагмент, проявляющий интеркалирующие свойства, а многие производные имидазола известны как противомикробные агенты.

Синтез метилового эфира 6H-индол[2,3-b]хиноксалин-3-карбоновой кислоты, перспективного билдинг-блока для синтеза ее других производных, осуществляли традиционной этерификацией кислоты избытком метанола в присутствии серной кислоты.

Структура полученного продукта была подтверждена методом ИК-спектроскопии и хромато-масс-спектрометрией.

Синтез метронидазольного эфира 6Н-индол[2,3-в]хиноксалин-3-карбоновой кислоты представлен на схеме 2:



Метронидазольный эфир 6Н-индол[2,3-в]хиноксалин-3-карбоновой кислоты получали в среде ДМФА (DMF) в присутствии дициклогексилкарбодиимида (DCC) и каталитических количеств N,N-диметиламинопиридина (DMAP) при комнатной температуре. В ходе реакции образовывалась нерастворимая в ДМФА дициклогексилмочевина, которую затем отделяли фильтрованием.

Анализ выделенного продукта методом хромато-масс-спектрометрии показал, что в хроматограмме продукта присутствуют два пика, которым в масс-спектрах соответствуют значения молекулярных ионов  $M^+$  с  $m/z$  431, отвечающие молекулярной массе целевого эфира. Это позволяет предположить, что при взаимодействии изатина с 3,4-диаминобензойной кислотой все-таки образуются региоизомерные 2- и 3-индолхиноксалинкарбоновые кислоты.

### Список литературы

7. Эльдерфильд Р. Гетоциклические соединения М.: Иностранная литература. 1954. С.6–17.
8. Johan Harmenberg , Anneliekesson-Johansson , Astrid Gr~islund, Torbjrn Malmfors , Jan Bergman , Britta Wahren , Stig kkerfeldt , Leif Lundblad and

- Susan Cox / The mechanism of action of the anti-herpes virus compound 2,3-dimethyl-6(2-dimethylaminoethyl)-6H-indolo-(2,3-b)quinoxaline: Antiviral Research, 1991. №15. P. 193 – 204.
9. N. S. Hari Narayana Moorthy, C. Karthikeyan, and Piyush Trivedi [Text] / Design, synthesis, cytotoxic evaluation, and QSAR study of some 6H-indolo[2,3-b]quinoxaline derivatives: Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry, 2009 / P. 6 -11.
10. Xing Qian, Huan-Huan Gao, Yi-Zhou Zhu, Lin Lu, Jian-Yu Zheng [Text] / 6H-Indolo[2,3-b]quinoxaline-based organic dyes containing different electron-rich conjugated linkers for highly efficient dye-sensitized solar cells: Journal of Power Sources 280, (2015) / P. 573-580.

УДК 547.863.18

## **СИНТЕЗ 9-ЗАМЕЩЕННЫХ-6H-ИНДОЛО[2,3-В]ХИНОКСАЛИНОВ**

**Кудрявцева Т.Н.**

руководитель НИЛ органического синтеза,  
Курского государственного университета

к.х.н., доцент  
Россия, г. Курск

**Густилина А.В.**

студентка 4 курса

Осуществлен синтез ряда 9-замещенных 6H-индоло[2,3-b]хиноксалинов в среде ледяной уксусной кислоты.

*Ключевые слова:* 5-замещенные изатины, *o*-фенилендиамин, конденсация.

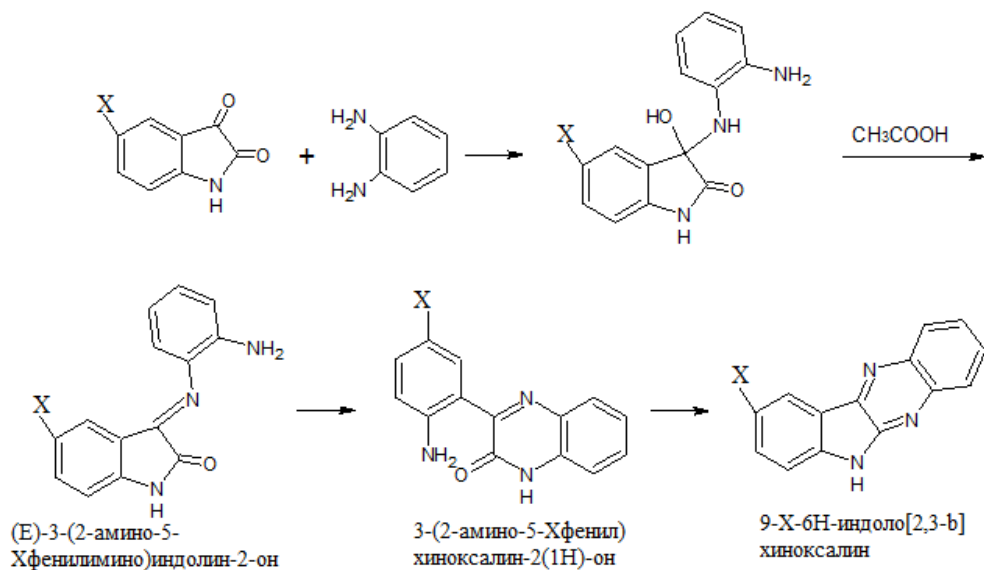
Производные 6H-индоло[2,3-b]хиноксалина привлекли большое внимание из-за их различных фармакологических видов активности, таких как противовирусная активность в отношении вируса простого герпеса, цитомегаловируса, вируса ветряной оспы, а также противоопухолевая активность [3]. Соединения этого ряда могут быть использованы для профилактики и лечения аутоиммунных заболеваний, например ревматоидного

артрита и рассеянного склероза [1]. Производные 6Н-индоло[2,3-*b*]хиноксалина можно рассматривать как шаблон для разработки интеркалирующих ДНК агентов с цитотоксической и интерферониндуцирующей активностью [4].

Поскольку в литературе нет однозначного мнения о возможности получения замещенных 6Н-индоло[2,3-*b*]хиноксалинов, нами была исследована реакция конденсации замещенных в положении 5 1Н-индол-2,3-дионов (изатинов) с *o*-фенилендиамином.

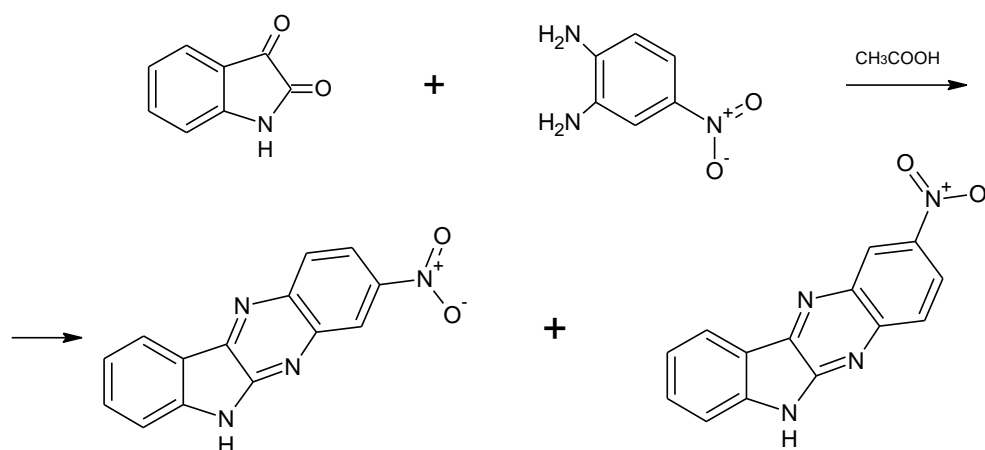
Реакцию проводили в ледяной уксусной кислоте, в которой реакция незамещенного изатина с *o*-фенилендиамином протекает почти количественно.

В литературе имеются сведения, что образование соответствующих индолхиноксалинов возможно только в том случае, если в исходном изатине в положении 5 присутствуют электронодонорные заместители (X – OCH<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>), а в случае электроноакцепторных заместителей (X - Cl, Br, F, NO<sub>2</sub>) образуется 3-(2-амино-5-замещенный фенил)-хиноксалин-2-(1Н)-он и продукты его изомеризации.



Нами показано, что в реакции 5-галогензамещенных изатинов с *o*-фенилендиамином соответствующие 9-галогензамещенные 6Н-индоло[2,3-*b*]хиноксалины образуются, хотя и с более низкими выходами, по сравнению с незамещенным производным. И только для 5-нитроизатина полученные нами результаты согласуются с результатами работы [2]

Представляло интерес выяснить, как будет влиять на ход реакции наличие заместителя в кольце *o*-фенилендиамина. Для этого мы исследовали реакцию между незамещенным изатином и 4-нитро-*o*-фенилендиамином. В этом случае можно было ожидать образования двух изомеров, а именно 2- и 3-6Н-индоло[2,3-*b*]хиноксалинов



Реакцию проводили при 3-х часовом кипячении эквимольных количеств изатина и 4-нитро-*o*-фенилендиамин в среде ледяной уксусной кислоты. В результате чего был выделен продукт с выходом порядка 89%. Анализ его методом хромато-масс-спектрометрии показал, что полученное нами соединение представляет один изомер.

Прогноз биологической активности синтезированных соединений, полученный при помощи программы Pass Online, показал, что замещенные 6Н-индоло[2,3-*b*]хиноксалины обладают низкой токсичностью и могут быть в дальнейшем использованы для синтеза новых биологически активных соединений.

### Список литературы

1. Машковский М. Д. Лекарственные средства / в 2 ч., Ч. 2., 12-е изд., перераб. и доп. М.: 1998. 688 с.
2. Dowlatabadi R., Khalaj A., Rahimian S., Montazeri M., Amini M., Shahverdi A. & Mahju E. Impact of Substituents on the Isatin Ring on the Reaction Between Isatins with Ortho-Phenylenediamine // Synth. Commun.: An Intern. J. for Rapid Commun. of Synth. Org. Chem., 20 Apr 2011. P. 1651-1657.



3. Harmenberg J.; Akesson-Johansson A.; Gräslund A.; Malmfors T.; Bergman J.; Wahren B.; Akerfeldt S.; Lundblad L.; Cox S. The mechanism of action of the anti-herpes virus compound 2,3-dimethyl-6(2-dimethylaminoethyl)-6H-indolo-(2,3-b)quinoxaline. // Antiviral Res. 1991. 15. P. 193–204.
4. Shibinskaya M.O.; Lyakhov S.A.; Mazepa A.V.; Andronati S.A.; Turov A.V.; Zholobak N.M.; Spivak N.Y. Synthesis, cytotoxicity, antiviral activity and interferon inducing ability of 6-(2-aminoethyl)-6H-indolo[2,3-b]quinoxalines. // Eur. J. Med. Chem. 2010. 45. P. 1237–1243.

УДК 66.063.94

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ МЕТОДОМ АНФЛЕРАЖ**

**Атрепьева Л.В.**  
доцент кафедры химии  
Курского государственного университета,  
канд.техн.наук доцент,  
Россия, г. Курск

**Денисова Е. А.**  
студентка 4 курса

**Отрохова М.В.**  
студентка 4 курса

Усовершенствована технология выделения душистых веществ из растительного сырья методом анфлераж в лабораторных условиях с целью получения высококачественного абсолюта, обладающего тонким ароматом. Согласно разработанной методике выделены эфирные масла цветков сирени обыкновенной, лаванды и каштана.

*Ключевые слова:* эфирные масла, технология анфлераж, абсолюта, свойства эфирных масел.

Приятный аромат душистых растений обуславливается наличием в них эфирных масел. Эфирные масла представляют собой смесь жидких, легко летучих веществ, в состав которых входят терпены и их кислородсодержащие

производные – терпеноиды (спирты, альдегиды, кетоны, кислоты, сложные эфиры, лактоны и др.).

Древние египтяне были одними из первых, кто начал применять эфирные масла. Они использовали растительные экстракты в косметике, для релаксации, бальзамирования тел и обертывания мумий, первыми научились извлекать эфирные масла из растений. Древние индусы использовали ароматерапию в хирургии для лечения заболеваний, ран и других повреждений. Китайцы считали, что эфирные масла обладают исцеляющими свойствами и применяли их в медицинской практике [2].

Во многих странах, особенно во Франции, Италии, Испании, Португалии, США, Турции, Японии, России широко развита эфирно-масличная промышленность. Актуальность получения эфирных масел связана не только с получением эстетического удовольствия, но и их широким применением в медицине в виде настоев, отваров, на фармацевтических предприятиях. Настойки, экстракты, сырье и эфирные масла применяются при кашле, как потогонные, слабительные, сердечные, бактерицидные, противовоспалительные, смягчительные и желудочные средства [1]. Начиная с 20-х годов прошлого века начала широко развиваться альтернативная медицина, основанная на воздействии на организм летучих ароматических веществ, инструментами которой являются эфирные масла.

Существуют разнообразные методы выделения эфирных масел, такие как гидродистилляция, мацерация, экстракция и различные механические способы. Выбор метода исследования очень трудоемкий и важный процесс, поскольку он базируется на правильности определения физико-химических характеристик растения, от которых непосредственно зависят условия выделения эфирных масел, а впоследствии качество и чистота полученного продукта. Например, некоторые растения (жасмин) не поддаются перегонке с водяным паром, поскольку высокая температура в аппарате разрушает самые ценные его вещества.

В настоящее время метод анфлераж практикуется довольно редко, поскольку это трудоемкий и очень медленный процесс получения эфирномасличного сырья, основанный на адсорбции душистых веществ, находящихся в газообразном состоянии, жидкими или твердыми сорбентами. Но выделяя эфирные масла именно таким способом, можно получить продукт наивысшего сорта по крепости и чистоте. В связи с этим, целенаправленное получение эфирных масел данным методом представляет практический интерес.

Для выделения эфирных масел в лабораторных условиях методом холодного анфлеража были использованы цветы сирени обыкновенной, лаванды и каштана. Нами была отработана классическая методика получения эфирных масел методом анфлераж и внесены некоторые усовершенствования, связанные с получением более качественного продукта. В связи с проведением опыта при температуре не выше  $10^{\circ}\text{C}$ , необходимо было не допустить протухания мацерата, поэтому нами было принято решение обработать жир без запаха (смалец) антибиотиком любого класса (0,1г антибиотика на 50 г жира). Следующим этапом нашей работы стало нанесение жира на подложку. В качестве подложки желательно использовать марлю, предварительно отваренную (для удаления крахмала) и в дальнейшем промытую. Жир нанесли на марлю тонким слоем (3 мм). После чего сверху уложили лепестки цветков и поместили содержимое ткани в контейнер. Далее операцию повторили для получения многослойной системы. Марлю прижимали так, чтобы цветки были погружены в нанесенный жир, не подвергаясь слишком сильной деформации. Уложив все слои в пластиковую емкость и плотно закрыв, чтобы не было доступа воздуха, поместили контейнер в темное прохладное место, чтобы нанесенный смалец не прогорк. Через три дня выдержки, аккуратно отделив лепестки сирени, лаванды и каштана от жира, повторили вышеописанные действия еще раз с новыми порциями цветков для получения более концентрированного экстракта. Спустя три дня очистили смалец от растений и полученный мацерат растворили в спирте при постоянном встряхивании в

течение суток, чтобы отделить жир от эфирного масла. Затем спирт охладили, в процессе чего воски и жиры осели, а оставшиеся в растворе эфирные масла отфильтровали. Далее спирт из раствора медленно испарили, в результате чего была получена густая жидкость с приятным ароматом, называемая абсолютом.

Выделенное эфирное масло при добавлении к растворам бромной воды и перманганата калия, обесцвечивает последние, что свидетельствует о неопределенной структуре терпенов, входящих в состав абсолюта.

Таким образом, введение в смалец антибиотика на первичном этапе и проведение эксперимента при небольших температурах (не выше 10<sup>0</sup>С) позволяют получать эфирные масла высокой чистоты методом анфлераж, которые не только обладают приятным ароматом, но и оказывают благотворное влияние на нервную систему.

#### **Список литературы**

1. Николаевский В.В., Еременко А.Е., Иванов И.К. Биологическая активность эфирных масел. М.: Медицина, 1987. – 144 с.
2. Ужегов Г.Н. Рецепты древней медицины. Смоленск: Русич, 1997. – 455 с.
3. ГОСТ 53043 - 2008 Продукция и сырье эфирномасличное, травянистое и цветочное [Текст]. – Введ. 01.07.1978. – М: ГУАК, 1978. – С. 9-10

# **Химико-аналитический контроль и мониторинг веществ, материалов и объектов окружающей среды**

УДК 546.56+546.74+546.73+546.81:631.41

## **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНОВ СВИНЦА В СИСТЕМЕ ПОЧВА – РАСТЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ГОМЕЛЬСКОГО РЕГИОНА**

**Хаданович А.В.**

доцент кафедры химии  
УО «Гомельский государственный  
университет имени Ф. Скорины»  
канд. хим. наук, доцент,  
Беларусь, г. Гомель

**Пырьх О. В.**

ассистент кафедры химии  
УО «Гомельский государственный  
университет имени Ф. Скорины»  
Беларусь, г. Гомель

В настоящей работе определено содержание ионов свинца в почвах и растениях естественного фитоценоза для различных придорожных участков. Рассчитаны коэффициенты накопления свинца растительностью в исследуемых районах. Показано, что наиболее высокой металлоаккумулирующей способностью среди исследуемых растений обладают представители семейства Подорожниковых и семейства Бобовых.

*Ключевые слова:* растения, свинец, тяжелые металлы, коэффициент накопления, металлоаккумуляция, накопление, содержание.

Тяжелые металлы, поступающие из различных источников, попадают в конечном итоге на поверхность почвы, и их дальнейшая судьба зависит от ее физических и химических свойств [1]. Продолжительность пребывания загрязняющих компонентов, особенно ионов тяжелых металлов, в почвах гораздо дольше, чем в других частях биосферы. Их содержание на различном удалении от автотранспортных магистралей изменяется.

Целью настоящей работы являлось проведение аналитических исследований почв и растений на содержание ионов свинца вдоль автомагистралей с различным по интенсивности движением.

Объектом исследований служили образцы дерново-подзолистой слабоподзоленной почвы на видоизмененных связных песках, подстилаемых моренными супесями, отобранные вдоль автомагистралей из горизонта А1 на расстоянии 8, 32 и 100 метров на пробных площадях всех ключевых участков в исследуемых элементарных ландшафтах. Экспериментальные участки предварительно закладывались на 15 площадях размером 25 м<sup>2</sup> с разной техногенной нагрузкой (величина грузопотока, авт./час составила 1360; 570; 1510 для автомагистралей Гомель – Калинковичи, Гомель – Ветка, Гомель – Чернигов соответственно). Определяли содержание ионов свинца в почвах и в надземной фитомассе травянистых растений, принадлежащих к пяти семействам, вольтамперометрическим методом из одной пробы на аммонийно-нитратном фоне при рН 1. Получали четкие пики полярограмм с потенциалом -0,8 В относительно донной ртути [2].

В таблице 1 представлены данные по содержанию подвижных форм свинца в почвах придорожных экосистем.

**Таблица 1**

**Содержание подвижных форм свинца в почвах**

Автомагистраль	Свинец, мг/кг	
	1	2
Гомель-Ветка	8,96	8,08
Гомель-Калинковичи	4,96	5,40
Гомель-Чернигов	15,16	12,24
ОДК [10, 11]	6,0	
Примечание – расстояние: 1 – 8 метров от автомагистрали; 2 – 32 метра от автомагистрали, ОДК – ориентировочно допустимые концентрации.		

Полученные данные свидетельствуют об отсутствии четких закономерностей изменения содержания исследуемого катиона в почвах от расстояния до трассы, что, по всей вероятности, связано с другими источниками загрязнения.

Вычислен коэффициент накопления – отношение содержания элемента в надземной части растений к его содержанию в почве, позволяющий косвенно судить о степени доступности элемента в почве для растений и о поведении его в системе почва – растение. В таблице 2 представлены значения коэффициентов накопления свинца в надземной части дикорастущих растений. Распределение

ионов свинца в растениях, принадлежащих различным семействам, неравномерное.

Таблица 2

**Значения коэффициентов накопления ионов свинца**

Вид растений	Свинец		
	1	2	3
Сем. Мятликовые			
Кострец безостый	0,96	1,18	0,75
Ежа сборная	1,27	1,51	0,88
Сем. Розоцветные			
Лапчатка серебристая	1,12	1,28	0,73
Лапчатка гусиная	1,05	1,29	0,77
Сем. Бобовые			
Клевер ползучий	1,41	1,78	0,99
Мышиный горошек	1,39	1,72	0,93
Сем. подорожниковые			
Подорожник большой	1,46	1,73	1,04
Подорожник ланцетолистный	1,51	1,73	0,96
Сем. Сложноцветные			
Ромашка непахучая	0,47	0,54	0,29
Тысячелистник обыкновенный	0,55	0,66	0,38
Примечание – автомагистрали: 1 – Гомель– Ветка; 2 – Гомель– Калинковичи; 3 – Гомель– Чернигов.			

По результатам анализа составлены ряды накопления свинца вегетативными частями растений: сем. Сложноцветные < сем. Розоцветные < сем. Мятликовые < сем. Бобовые < сем. Подорожниковые. Наиболее высокой металлоаккумулирующей способностью среди исследуемых растений обладают представители семейства Розоцветных и Бобовых. Представители этих семейств следует рассматривать как концентраторы ионов тяжелых металлов и рекомендовать для использования в биологическом методе очистке почв.

**Список литературы**

1. Аккумуляция свинца, цинка и кадмия в зеленых насаждениях г. Минска / К.Д. Чубанов [и др.] // Природные ресурсы. 2000. № 4. С. 68 –75.
2. Хаданович А.В. Особенности распределения и иммобилизации ионов тяжелых металлов в системе почва – растения (на примере Гомельского региона): автореф. дис. ...канд. хим. наук: 03.00.16 / Гом. гос. ун-т. Гомель, 2008. 22 с.

**ВЛИЯНИЕ ВОДНОГО ЭКСТРАКТА ВНЕШНЕЙ КОРЫ *BETULA PENDULA ROTH* НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ДРОЖЖЕЙ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE***

**Косолапова Н.И.**

доцент кафедры химии  
Курского государственного университета,  
канд. хим. наук, доцент,  
Россия, г. Курск

**Мирошниченко А.А.**

магистр кафедры химии

**Кометиани И.Б.**

зав. кафедрой химии  
Курского государственного университета,  
канд. биолог. наук,  
Россия, г. Курск

Изучено влияние водного экстракта внешней коры *Betula pendula Roth*, получаемого по технологии ООО ТПК «КАВИТА» на физиологическую активность дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*

*Ключевые слова:* экстракт бересты, активность дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*.

Пищевая индустрия направлена на создание новых функциональных продуктов третьего тысячелетия, которые не только должны иметь определенную пищевую ценность и обладать антиканцерогенными, антиоксидантными, противовоспалительными, холестеринорегулирующими и многими другими полезными свойствами, но и быть изготовлены с использованием «зеленых технологий».

Придать функциональные свойства продуктам можно путем добавления в них в момент приготовления различных биологически активных препаратов, например растительного происхождения. Среди таких препаратов особое место, благодаря широкому спектру проявляемых видов биологической активности, доступности сырья, занимают экстракты березовой коры *Betula pendula Roth*, содержащие в качестве основных действующих веществ



соединения класса тритерпеноидов (бетулин, бетулиновую кислоту, лупеол) [1].

В научно-техническом центре ООО «ТПК «КАВИТА» разработан способ получения водного экстракта бересты березы с использованием технологии ультразвуковой кавитационной обработки сырья. Основными преимуществами нового способа извлечения экстрактивных веществ являются токсикологическая и экологическая безопасность, достигаемая за счет отказа от использования токсичных, зачастую пожароопасных растворителей, и экспрессность.

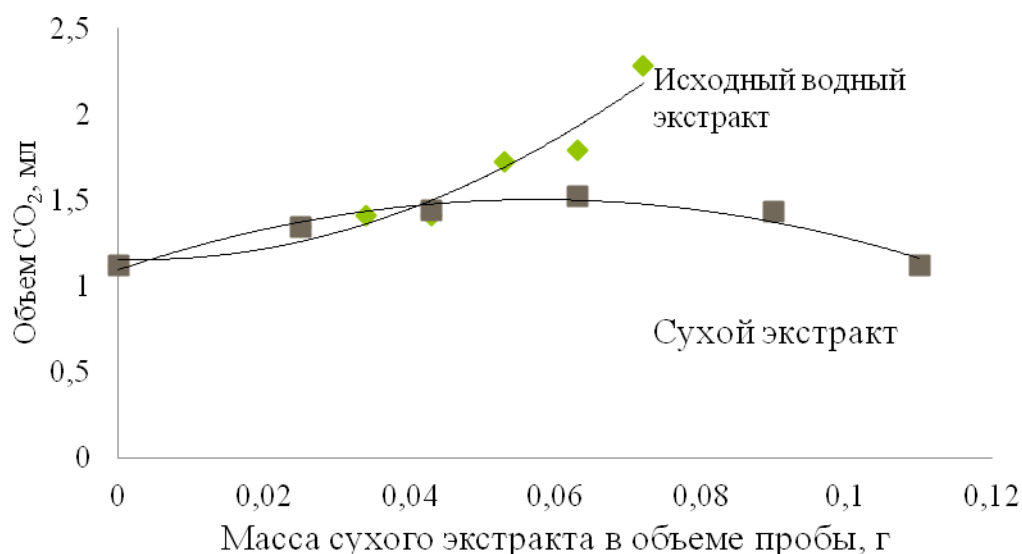
Для выявления наиболее благоприятной формы использования водного экстракта внешней коры березы при изготовлении хлебобулочных изделий функционального назначения, исследовали влияние на физиологическую активность дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* его исходной формы, получаемой в виде устойчивого золя, и обезвоженного остатка – сухого экстракта.

Для определения влияния жидкого и сухого экстрактов внешней коры *Betula pendula Roth* на рост и физиологическую активность дрожжей был выбран и модифицирован способ, позволяющий фиксировать изменение интенсивности брожения путем регистрации объема углекислого газа, образующегося в его процессе при внесении в реакционную систему различных доз исследуемых препаратов [2].

Для количественного определения образовавшегося в процессе брожения углекислого газа использовали титриметрический метод. На рисунке представлены результаты проведенных исследований.

Показано, что добавление в систему экстракта внешней коры *Betula pendula Roth*, полученного с использованием ультразвуковой кавитационной обработки сырья в водной среде, увеличивают физиологическую активность дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. При этом наиболее выраженный благоприятный биологический ответ на увеличение концентрации экстрактивных веществ наблюдается в пробах, в которые они были введены путем добавления исходного жидкого экстракта. Кроме того, увеличение

содержания экстрактивных веществ выше 0,07 г на 25 мл пробы путем добавления сухого экстракта приводит даже к некоторому снижению физиологической активности дрожжей.



Изменение интенсивности выделения CO<sub>2</sub> в зависимости от содержания биологически-активных веществ экстракта в пробе в условиях эксперимента (Vпробы =25 мл; m дрожжей = 1,56 г; m муки = 2 г; m сахара= 0,75 г)

Анализируя полученные результаты можно сделать вывод о том, что введение в систему биологически активных веществ в составе исходного водного экстракта является предпочтительным

### Список литературы

1. Косолапова Н.И., Кометиани И.Б., Мирошниченко А.А. Состав водного экстракта внешней коры *BetulapendulaRoth* [Текст]// Н.И. Косолапова, И.Б. Кометиани, А.А. Мирошниченко. – «Аудиториум» Электронный научный журнал Курского государственного университета, № 3. – 2014
2. Старовойтова О.В. Влияние антиоксидантов на биотехнологические показатели дрожжей *Saccharomycescerevisiae* в технологии хлеба и мучного кондитерского изделия. Казань. 2008. 279 с.

УДК 542.81; 546.562  
УДК 542.81; 546.562

## ПРИРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ КАК СОРБЕНТЫ ИОНОВ МЕДИ (II)

**Лозинская Е.Ф.**  
доцент кафедры химии  
Курского государственного университета,  
канд. хим. наук, доцент  
Россия, г. Курск

**Лукьянчикова О.Н.**  
магистр кафедры химии

**Митракова Т.Н.**  
аспирант кафедры химии

Исследована сорбция ионов меди (II) минеральными неорганическими сорбентами (мергелем, опокой и палыгорскитом). Определена удельная поверхность исследуемых образцов. Установлены оптимальные условия сорбции  $\text{Cu}^{2+}$  из водных растворов, её термодинамические и кинетические характеристики. Показана перспективность использования природных материалов для доочистки сточных вод от ионов меди (II).

*Ключевые слова:* сорбция, медь, мергель, опока, палыгорскит, сточные воды.

Загрязнение водных экосистем соединениями меди по-прежнему остаётся одной из актуальных экологических проблем. Основным источником загрязнения являются сточные воды электрохимических производств. Наиболее эффективным способом удаления ионов меди (II) является сорбционный метод. Особый интерес представляет использование в качестве сорбентов природных материалов, которые отличаются дешевизной и доступностью.

Мергель – осадочная горная порода смешанного глинисто-карбонатного состава; содержит 30–90% карбонатов (кальцит, реже доломит) и от 70 до 10% глинистых частиц. Опока – кремнезём с мезопористой структурой (около 50% от объема). Кроме  $\text{SiO}_2$  (75–80%) и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (18–23%), в её состав входят оксиды кальция, железа, магния [1]. Палыгорскит – глинистый минерал спутанно-волокнистого (войлочного) строения, относящийся к группе слоисто-ленточных силикатов. В состав палыгорскита входят  $\text{SiO}_2$  (49,72 – 56,52%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (7,12 – 17,01%),  $\text{MgO}$  (4,6–16,86%),  $\text{H}_2\text{O}$  (19,42–26,14%). Наблюдаются примеси

оксидов железа, кальция, калия и натрия [2]. Исследуемые сорбенты предварительно измельчали и использовали фракцию с размером зёрен 1–2 мм.

Площадь удельной поверхности определяли по сорбции метиленового голубого из водных растворов (табл. 1).

Таблица 1

Удельная поверхность исследуемых образцов, м<sup>2</sup>/г

Мергель	Опока	Палыгорскит
733,49	532,03	471,17

Изучение сорбции проводили в статических условиях при соотношении сорбент: модельный раствор 1:1000 в диапазоне концентраций ионов меди от  $0,4 \cdot 10^{-3}$  ммоль/л до 1,57 ммоль/л. Продолжительность контакта фаз составляла 24 часа. Содержание ионов меди в растворах до и после сорбции определяли экстракционно-фотометрически диэтилдитиокарбаматом свинца[3].

Зависимость степени сорбции от рН исследовали в диапазоне рН от 1,6 до 9, начальная концентрация меди в растворе составляла 1 мкг/см<sup>3</sup>. Максимальная сорбция меди на мергеле и опоке относится к интервалу рН 7,0–8,0, на палыгорските – 6,0–8,0, что соответствует рН осаждения из раствора основных солей и гидроксида. По результатам изучения сорбции в статическом режиме в условиях оптимальных значений рН и T=20<sup>0</sup>С были построены изотермы сорбции. Изотермы сорбции на всех исследуемых образцах хорошо аппроксимируются в рамках уравнения Ленгмюра. Термодинамические параметры, характеризующие сорбционные свойства изучаемых материалов, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики сорбции ионов Cu<sup>2+</sup> на исследуемых образцах

	Мергель	Опока	Палыгорскит
A <sub>пр</sub> , ммоль/г	2,33	1,15	0,52
K <sub>L</sub> , дм <sup>3</sup> /г	26,87	31,60	15,91

Одним из важнейших условий практического использования сорбентов является изучение кинетических зависимостей сорбции. Изучение кинетики процесса производили методом ограниченного объема, равновесие устанавливается достаточно быстро через 10 мин на опоке и мергеле и через 30 мин на палыгорските (массовое соотношение раствор сорбент 1000:1). Экспериментальные данные лучше всего аппроксимируются в рамках

уравнения кинетической кривой псевдо-второго порядка, что позволяет рассчитать константу скорости (табл. 3).

Таблица 3

Константы скорости модели псевдо-второго порядка (г/ммоль\*мин) изучаемых сорбентов

Мергель	Опока	Палыгорскит
68,03	12,56	39,27

Лучшими кинетическими характеристиками обладает мергель, что обусловлено высоким содержанием карбонат-ионов, которые придают ему основные свойства и участвуют в удалении ионов меди за счёт осаждения в виде основного карбоната и гидроксида.

Возможность применения изучаемых природных материалов для сорбционного извлечения ионов меди оценивали при массовом соотношении вода : сорбент 1000:1, 500:1 и 200:1 с использованием стоков гальванического производства с различным содержанием  $\text{Cu}^{2+}$ . Эффективность очистки позволяет оценить отношение исходной концентрации  $\text{Cu}^{2+}$  к остаточной ( $C_0/C_{\text{равн}}$ ). Для всех исследуемых образцов независимо от исходной концентрации максимальная сорбция наблюдается при массовом соотношении сточная вода : сорбент 500:1. Наибольшее снижение содержания ионов меди в воде после сорбции (в 10–40 раз) наблюдается при использовании мергеля в качестве сорбента. Опока уменьшает концентрацию  $\text{Cu}^{2+}$  в 10–30 раз, а палыгорскит – всего лишь в 1,5–3 раза.

### Список литературы

1. Калюкова Е.Н., Иванская Н.Н. Адсорбционные свойства некоторых природных сорбентов по отношению к катионам хрома (III) // Сорбционные и хроматографические процессы. 2011. Т.11. Вып.4. С.496 – 501.
2. Гирушева М.И., Лысюк Г.Н., Силаев В.И. Палыгорскитовая минерализация в позднепермских континентальных отложениях (опорный разрез на реке Сухоне) // Вестник института геологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук 2014. №8. С.2–6
3. ПНД Ф 14.1.:2.48–96

## **КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ СТРОНЦИЯ-90 ХЕЛАТНЫМИ СОРБЕНТАМИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО В ВОДАХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Гребенникова Р.В.**

доцент кафедры химии  
Курского государственного университета  
канд.хим.наук, доцент  
Россия, г.Курск

В работе обсуждается возможность использования хелатообразующих сорбентов для предварительного концентрирования стронция-90 с последующим атомно-абсорбционным определением применительно к разным объектам исследования.

*Ключевые слова:* полимерные хелатообразующие сорбенты, концентрирование, стронций-90, природные и сбросные воды.

Оценка загрязнения радионуклидами почвы, воды, растений ведется в основном по содержанию преобладающего изотопа цезия-137. Однако радиоактивный стронций-90 более активно по сравнению с цезием-137 поступает из почвы в растения, что ведет к активной миграции его по цепям питания [1]. Кроме аварийных выбросов, загрязнителями территорий радионуклидами являются термальные воды АЭС, которые часто используются для полива овощной продукции тепличного хозяйства и на рыбозаводе [2]. В связи с этим одной из важнейших аналитических задач является контроль за содержанием стронция-90 в природных и сбросных водах АЭС.

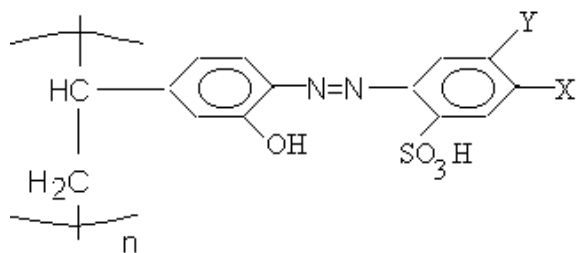
Прямые радиометрические измерения стронция-90 в исследуемых пробах возможны лишь при достаточно высоком его содержании. При этом проба подвергается длительной (около двух недель) подготовке с целью концентрирования стронция, содержание которого измеряется на бета-радиометре. Недостатком этого метода является длительность и необходимость использования дорогостоящих реактивов, а также мешающее действие гамма-излучателей: Cs-137, Cr-51, Co-60, Mn-54 [3].

В настоящее время одним из наиболее перспективных методов концентрирования микроэлементов является концентрирование с помощью

хелатообразующих сорбентов, которые отличаются эффективностью извлечения, простотой и эспрессностью выполнения [4].

Сорбционное концентрирование с применением полимерных хелатообразующих сорбентов (ПХС) обеспечивает извлечение элемента из малых объемов природных и технических вод на 98–100% и на уровне массовых концентраций  $n \cdot 10^{-4}$  –  $n \cdot 10^{-6}$  %. Количественному и избирательному извлечению стронция не мешает присутствие  $n \cdot 10^6$ -кратных массовых количеств Cs-137, Cr-51, I-133 и  $n \cdot 10^3$ - Co-60, Mn-54.

Разработанная методика концентрирования стронция хелатообразующими сорбентами, в частности полистирол-2-окси-аза-2'-сульфо, 4'-нитробензола, позволяет определять активность стронция-90 на полимерной матрице сорбента. Данный сорбент представляет собой порошок темно-коричневого цвета, нерастворимый в воде, кислотах, щелочах, органических растворителях, обладает высокой сорбционной ёмкостью. Полимерные хелатообразующие сорбенты на основе полистирола синтезированы в ЦХЛ ИГЕМ РАН, содержат в своей структуре в качестве функционально-аналитической группы (ФАГ) орто-гидрокси-азо-орто-сульфо-группу и различные заместители ( $-\text{NO}_2$ ,  $-\text{SO}_3\text{H}$ ,  $-\text{CH}_3$ ) (см. рис.).



Структура полимерного хелатного сорбента

Предварительное измерение активности сорбента показало, что она равна нулю.

Так как территория Курской области загрязнена только стронцием техногенного происхождения, то количественное определение стронция с использованием полимерного хелатного сорбента позволяет говорить о содержании стронция-90 в анализируемых объектах. Нами был

проанализирован ряд образцов из водных объектов области на содержание стронция в разное время года (табл.).

Результаты определения стронция-90 в водных объектах

Объект	Концентрация Sr-90, мкг/мл		
	Зима	Лето	ПДК
Курчатовское водохранилище	$0,09 \cdot 10^{-9}$	$0,25 \cdot 10^{-9}$	$0,28 \cdot 10^{-9}$
р.Сейм, Курчатовский р-н	$0,06 \cdot 10^{-9}$	$0,18 \cdot 10^{-9}$	$0,28 \cdot 10^{-9}$
р.Сейм, Солнцевский р-н	$0,01 \cdot 10^{-9}$	$0,08 \cdot 10^{-9}$	$0,28 \cdot 10^{-9}$
Снег, г.Курск	$0,52 \cdot 10^{-9}$	–	–

Полученные результаты, не превышающие ПДК, позволяют судить о невысокой степени загрязнения вод Курской области стронцием-90. При этом отмечается повышенное содержание радионуклида в летнее время года.

Данная методика концентрирования стронция с использованием полимерных хелатообразующих сорбентов может быть применена для радиоактивного контроля стронция-90 в водах, омывающих реактор Курской АЭС, так как для этого достаточно подвергнуть бета-анализу только сам сорбент с элементом на нём.

### Список литературы

1. Тюрюканова Э.Б. Стронций-90 в биосфере// Природа. М., 1990. С.44–53.
2. Гусаров В.И., Сухарев А.Н. Радиоэкологическое состояние водных теплообменных систем АЭС в связи с использованием в сельскохозяйственном производстве. Курчатов, 1995. С.11–16
3. Антропов С.Ю., Ермилов А.П. и др. Особенности мониторинга стронция-90 /АНРИ. 1994. №1. С.22–28
4. Басаргин Н.Н., Розовский Ю.Г. и др. Корреляция и прогнозирование аналитических свойств органических реагентов и хелатных сорбентов. М.: Наука. 1986. 200 с.



## ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗОТЕРМ СОРБЦИИ МЕТИЛЕНОВОГО СИНЕГО ТОРФОМ, ДИСПЕРГИРОВАННЫМ ДО НАНОРАЗМЕРОВ

**Косолапова Н.Н.**

доцент кафедры химии  
Курского государственного университета  
канд. хим. наук,  
Россия, г. Курск

**Плаксина И.Н.**

студентка 3-го курса

**Мирошниченко О.В.**

старший преподаватель кафедры химии  
Курского государственного университета  
Россия, г. Курск

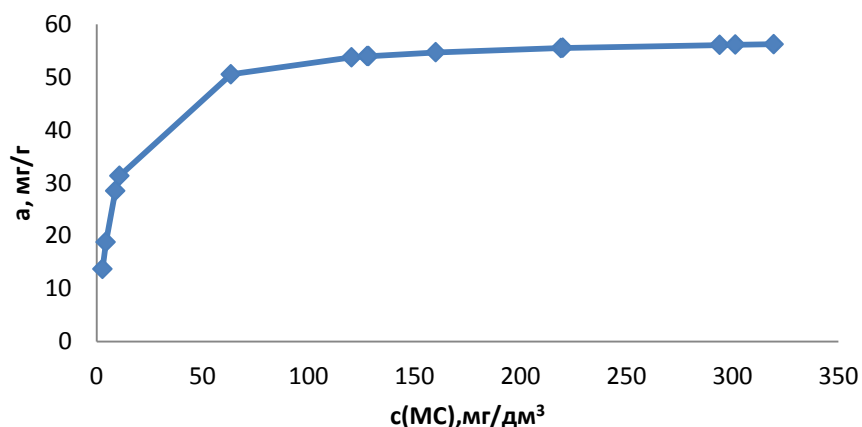
Исследована энтеросорбционные свойства торфа, диспергированного до наноразмеров, по отношению к метиленовому синему в условиях, имитирующих среду двенадцатиперстной кишки с рН 7,5.

*Ключевые слова:* энтеросорбенты, торф

В настоящее время активно развивается направление, связанное с разработкой многофункциональных биологически активных препаратов на основе природного сырья. Благодаря сложному составу торф считается перспективным источником биологически активных веществ, в том числе гуминовых, строение и свойства которых обуславливают возможность использования торфа после соответствующей обработки в качестве препарата, сочетающего в себе энтеросорбционные, антиоксидантные, гепатопротекторные и др. свойства [1]. Относительной качественной характеристикой энтеросорбционной активности препаратов является сорбционная способность, определяемая по модельным веществам-маркерам. В качестве маркера для изучения свойств большинства медицинских сорбентов применяется краситель метиленовый синий, имитирующий среднемолекулярные токсиканты, ответственные за развитие метаболического токсикоза [2; 3].

Исследована сорбция метиленового синего торфом месторождения «Дедово поле» Вологодской области, диспергированным до размеров частиц 40–60 нм с использованием технологии ультразвукового кавитационного диспергирования при высоком статическом давлении, разработанной ООО ТПК «КАВИТА» [4], из модельных растворов, имитирующих среду двенадцатиперстной кишки с рН 7,5 (0,9% раствор NaCl, рН которого доведен с помощью гидрокарбоната натрия до значения 7,5). Время контакта навески сорбента с веществом–маркером 30 мин.

Изотерма сорбции представляет собой зависимость содержания сорбируемого компонента в фазе сорбента ( $a$ ) от равновесной концентрации данного вещества в растворе ( $c$ ) при постоянной температуре:  $a = f_t(c)$ . Анализ изотерм позволяет рассчитывать степени извлечения компонента при варьировании объема раствора и массы сорбента, вычислять сорбционную емкость сорбентов по веществу-маркеру. По форме изотермы можно сделать предположения о механизме процесса сорбции.



Изотерма сорбции метиленового синего торфом, диспергированным до размеров частиц 40–60 нм, в условиях растворов имитирующих среду двенадцатиперстной кишки с рН 7,5

Показано, что для изученной системы «метиленовый синий – сорбент» характерна изотерма лэнгмюровского типа (рис.), так как обратная величина удельной адсорбции в значительной области концентраций есть линейная функция обратной величины, равновесной концентрации метиленового синего

в растворе. Для диспергированного торфа из уравнения Лэнгмюра найдены значения коэффициента распределения ( $D$ ) и сорбционная емкость по метиленовому синему ( $CE$ ), которые составили 78,9 и 722,5 мг/г соответственно. По результатам проведенных исследований с учетом рекомендаций, представленных в ГОСТ 13144-79 [5], была рассчитана удельная поверхность ( $S_{уд}$ ) исследуемого образца торфа по адсорбции метиленового синего, которая составила 1441,9 м<sup>2</sup>/г.

### Список литературы

1. Инишева Л.И., Юдина Н.В., Соколова И.В., Ларина Г.В., Характеристика гуминовых кислот представителей видов торфов Химия растительного сырья. АлтГУ. 2013. №4. С.5.
2. Николаев В.Г., Михайловский С.В., Гурина Н.М., Современные энтеросорбенты и механизмы их действия // -Эфферентная терапия. М. 2005. № 4. С. 3–17.
3. Решетников В.И. Оценка адсорбционной способности энтеросорбентов и их лекарственных форм //Химико-фармацевтический журнал. 2003. Т. 37. №5. С. 28–32.
4. Смородько А.В., Володина О.В. Способ получения биогеля и биогель Патент РФ №2533235 от 07.08.2014
5. ГОСТ 13144-79 Графит. Методы определения удельной поверхности. [Текст]//01.01.1981. М.: ИПК изд-во стандартов. 1981. С. 7.

## **АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ТОРФА ДИСПЕРГИРОВАННОГО ДО НАНОРАЗМЕРОВ**

**Косолапова Н.Н.**

доцент кафедры химии  
Курского государственного университета  
канд. хим. наук, доцент,  
Россия, г. Курск

**Буданова Е.В.**

студентка V-го курса

**Алферова Е. Ю.**

аспирант кафедры химии

**Миронов С.Ю**

доцент кафедры общей биологии и экологии  
Курского государственного университета  
канд. биолог. наук,  
Россия, г. Курск

Изучена антиоксидантная активность торфа как подвергавшегося, так не подвергавшегося обработке методом ультразвукового кавитационного диспергирования при высоком статическом давлении

*Ключевые слова:* антиоксидантная активность, торф.

Известно, что действие большинства неблагоприятных биотических и абиотических факторов на растительный организм сопровождается развитием в его клетках окислительного (оксидативного) стресса – явления при котором наблюдается усиленное образование активных форм кислорода (АФК), способных неконтролируемо реагировать с биологическими полимерами, такими как белки, нуклеиновые кислоты, липиды, изменяя при этом их структуру, свойства и функции. Многоступенчатая система защиты, имеющаяся у растений для обеспечения их устойчивости к окислительным повреждениям, в условиях продолжительного и/или интенсивного влияния стрессоров истощается. Это приводит к значительному снижению продуктивности культурных растений. Разработка экологически безопасных

препаратов, которые могли бы стать дополнительным источником веществ, препятствующих развитию окислительного стресса, и способствовали реализации максимальной продуктивности культур в неблагоприятных условиях, является актуальной задачей. В качестве сырьевой основы для подобных препаратов могут выступать торфа, богатые соединениями антиоксидантного и антистрессового действия.

В научно-производственном центре ООО «ТПК «КАВИТА» разработана инновационная технология ультразвуковой кавитационной обработки природного сырья в водной среде при высоком статическом давлении. За счёт соответствующего выбора параметров указанная технология диспергирования обеспечивает измельчение торфа до заданных размеров [2].

Значительный интерес представляет определение антиоксидантной активности (АОА) образцов торфа как подвергавшегося, так не подвергавшегося указанной обработке. В качестве объектов исследования выступили образцы торфа низинной залежи месторождения «Дедово поле» Вологодской области:

образец 1 – торф в состоянии естественной влажности,

образец 2 – торф диспергированный в водной среде до размеров частиц 40–60 нм (темно-коричневая пастообразная масса).

О величине АОА образцов судили по их способности ингибировать аутоокисление адреналина *in vitro* и тем самым предотвращать образование активных форм кислорода [3]. Для этого готовили пробы в двухкратной повторности для каждого из образцов описанным ниже способом. К 4 мл бикарбонатного буфера добавляли по 0,6 мл водных экстрактов, полученных из образцов, таким образом, чтобы соотношение сухого вещества к воде было одинаковым. Затем добавляли 0,2 мл 0,1 % раствора адреналина гидрохлорида и снимали через 10 мин оптическую плотность полученных растворов на спектрофотометре Shimadzu UV-1800 при длине волны 347 нм в кювете толщиной 10 мм ( $A_2$ ). Для учета собственной окраски экстрактов, которые поглощают определенную длину волны в видимой части спектра, фиксировали

оптические плотности дополнительно приготовленных буферированных растворов экстрактов без адреналина ( $A_3$ ). Далее в качестве контроля снимали оптическую плотность ( $A_1$ ), как описано выше, пробы, состоящей из 4 мл бикарбонатного буфера, 0,6 мл дистиллированной воды и 0,2 мл 0,1 % раствора адреналина гидрохлорида.

Антиоксидантную активность (АОА) исследуемых препаратов выражали в процентах ингибирования аутоокисления адреналина и вычисляли по формуле:

$$AOA = \frac{(A_1 - (A_2 - A_3)) * 100}{A_1}, \%$$

Установлено, что образец 1 характеризуется АОА, равной  $13,70 \pm 0,15\%$ , в то время как АОА образца 2 находится на уровне  $21,24 \pm 0,06\%$ . Таким образом, можно сделать вывод о том, что диспергирование приводит в увеличению выхода в водную среду тех компонентов торфяного комплекса, которые обладают выраженной антиоксидантной активностью, прежде всего это гуминовые вещества; и метод ультразвуковой диспергации при высоком статическом давлении может быть рекомендован для изготовления агропрепаратов, повышающих устойчивость культурных растений к неблагоприятным факторам среды.

### Список литературы

1. Чупахина Г.Н. Абиотические факторы, определяющие пул антиоксидантов растений // Российский гос.ун-т им. И. Канта. – с. 1.
2. Смородько А.В., Володина О.В. Способ получения биогеля и биогель. Патент РФ №2533235 от 07.08.2014
3. Рябинина Е.И., Зотова Е.Е., Ветрова Е.Н., Пономарева Н.И., Илюшина Т.Н. Новый подход в оценке антиоксидантной активности растительного сырья при исследовании процесса аутоокисления адреналина // Химия растительного сырья. 2011. № 3. С. 117–121.

**ОЦЕНКА АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ЧАЙНОГО ГРИБА  
*MEDUSOMYCES GISEVI* С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ НАПИТКА НА ЕГО  
ОСНОВЕ**

**Гребенникова Р.В.**

доцент кафедры химии  
Курского государственного университета  
канд.хим.наук, доцент  
Россия, г.Курск

**Миловидова Н.Ю.**

учебный мастер кафедры химии

**Носова О.В.**

магистр кафедры химии

Рассмотрены антиоксидантная активность растительного сырья с целью разработки напитка на основе чайного гриба.

*Ключевые слова:* чайный гриб, растительное сырье, антиоксидантная активность, аутоокисление адреналина.

В настоящее время большое внимание уделяется изучению антиоксидантной активности чайных экстрактов, лекарственных растений и растительных добавок, поскольку они являются наиболее распространенными напитками. Наиболее типичными антиоксидантами в чаях и растительных добавках являются водорастворимые полифенолы.

Возросший в последнее время интерес к природным антиоксидантам и их применению в пищевой промышленности позволил нам провести исследование антиоксидантной активности напитков, приготовленных на основе чайного гриба с использованием различного растительного сырья.

В качестве растительного сырья выбрали плоды шиповника коричневого, корочки граната, чайной розы «Гайярд» и различные сорта чая «Tess». Все они являются источником природных антиоксидантов, так как содержат компоненты фенольной природы (чайный танин, состоящий из катехинов и их галловых эфиров).

Об антиоксидантной активности исследуемого растительного сырья судили по его способности ингибировать аутоокисление адреналина *in vitro* и тем самым предотвращать образование активных форм кислорода.

Определение антиоксидантной активности, приготовленных растворов чайного гриба проводили через 7–9 дней по достижении оптимальных органолептических свойств раствора спектрофотометрическим методом.

В ходе изучения антиоксидантной активности в реакции аутоокисления адреналина установили, что все исследованные растительные материалы проявляют ингибирующее действие при окислении адреналина (табл.1). При этом АОА исследованных экстрактов сильно варьируется в пределах от 0,8% (образец №1) до 42% (образец №2).

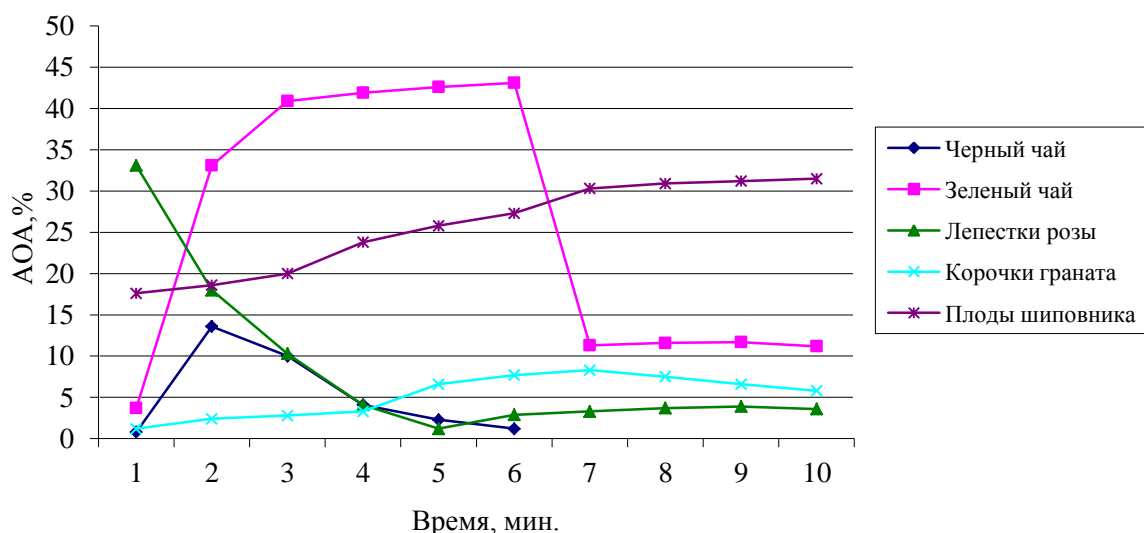
Таблица 1

Изменение оптической плотности при определении антиоксидантной активности культуральной жидкости чайного гриба  
( $V_{p-ра} = 200$  мл,  $m_{сахара} = 2$  г,  $m_{раст.мтериала} = 2$  г,  $t = 20-25^{\circ}C$ )

Время, мин.	Оптическая плотность									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Буфер+ адреналин	0,489	0,611	0,650	0,660	0,667	0,666	0,661	0,654	0,647	0,639
Настой черного чая Tess	0,485	0,528	0,584	0,633	0,644	0,654	0,669	0,673	0,670	0,670
Настой зеленого чая Tess	0,471	0,409	0,384	0,383	0,383	0,379	0,586	0,578	0,571	0,567
Настой лепестков розы	0,327	0,501	0,583	0,633	0,659	0,647	0,639	0,630	0,622	0,616
Настой корочек граната	0,421	0,584	0,638	0,638	0,623	0,615	0,606	0,605	0,604	0,602
Настой плодов шиповника	0,403	0,446	0,520	0,503	0,495	0,484	0,461	0,452	0,445	0,438

Анализ полученных результатов показывает, что через 9 дней наиболее высокой антиоксидантной активностью обладают раствор зеленого чая и плодов шиповника. Однако наиболее стабильные результаты показал раствор шиповника, что позволяет использовать его для приготовления безалкогольного слабогазированного напитка (рис.1).





**Рис.1. Изменение антиоксидантной активности в зависимости от вида растительного сырья**

Основываясь на предположении, что настой чайного гриба можно использовать для приготовления напитка, не только обладающего антиоксидантными свойствами, но полезного людям с повышенным сахаром в крови, мы изучили антиоксидантную активность чайного гриба с применением различных углеводов (табл.2)

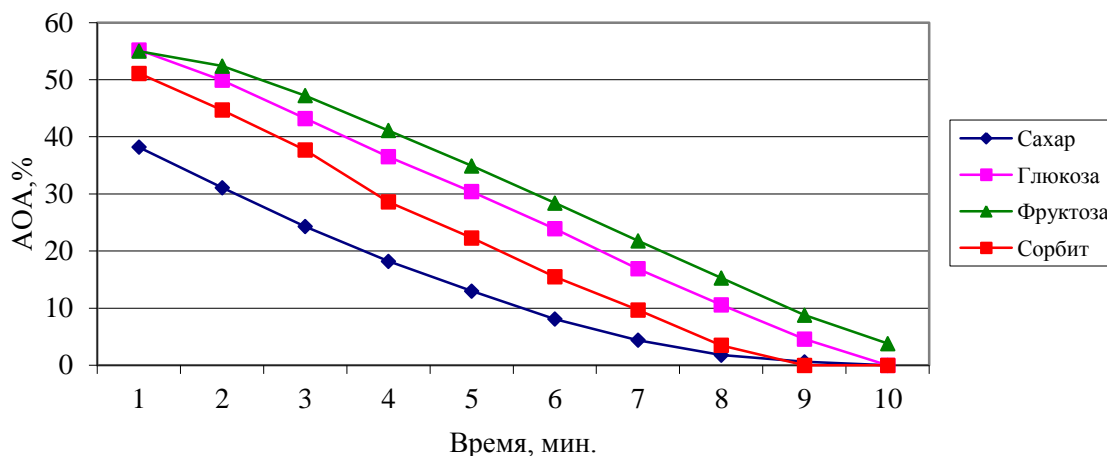
Таблица 2

Изменение оптической плотности культуральной жидкости чайного гриба с применением различных углеводов

( $V_{p-ра} = 200$  мл,  $m_{углевода} = 2$  г,  $m_{раст.материала} = 2$  г,  $t = 20-25^{\circ}C$ )

Время, мин	Оптическая плотность									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Адреналин	0,489	0,611	0,650	0,660	0,667	0,666	0,661	0,654	0,647	0,639
Настой плодов шиповника с сахаром	0,302	0,421	0,492	0,540	0,580	0,612	0,632	0,642	0,643	0,641
Настой плодов шиповника с глюкозой	0,219	0,306	0,369	0,419	0,464	0,507	0,549	0,585	0,617	0,643
Настой плодов шиповника с фруктозой	0,220	0,291	0,343	0,389	0,434	0,477	0,517	0,554	0,590	0,615
Настой плодов шиповника с сорбитом	0,239	0,338	0,405	0,471	0,518	0,563	0,597	0,631	0,658	0,672

В ходе эксперимента было установлено, что антиоксидантная активность чайного гриба зависит как от вида растительного сырья, так и от типа углевода, используемого для получения кислоты (рис.2).



**Рис.2. Изменение антиоксидантной активности в зависимости от вида углевода**

Полученные результаты указывают на стабильность антиоксидантной активности в течение времени для настоев корочек граната и плодов шиповника. Причем показатели антиоксидантной активности плодов шиповника не только стабильны в течение 10 минут, но и достаточно высоки, что делает возможным приготовление напитка именно из плодов шиповника, обладающего ещё одним полезным свойством – высоким содержанием витамина С.

Экспертиза качества полученных безалкогольных напитков проводилась среди студентов и осуществлялась по органолептическим свойствам по 100-балльной шкале (Гост 6687.5-86). Наибольшее количество баллов набрал напиток из плодов шиповника, хотя и остальные тоже показали хорошие результаты.

Перед использованием в производстве данные напитки не надо подвергать подработке: осветлению, обеззараживанию, изменению солевого состава, улучшению качества, сушке, охлаждению, нагреву. Полученные напитки достаточно светлые и могут дополнительно разбавляться водой для корректировки вкусовых качеств.

### Список литературы

1. Чайный гриб / авт.-сост. Л.Смирнова. М.: АСТ; Минск: Харвест, 2008. 96 с.

2. Патент RU 2153816 «Напиток, способ производства культуральной жидкости чайного гриба и способ производства напитка», МПК 7 A23L 2/00, A23L 2/38, A23F 3/14, опубликовано 10.08.2000.
3. Рябинина Е.И. , Зотова Е.Е. и др. Новый подход в оценке антиоксидантной активности растительного сырья при исследовании процесса аутоокисления адреналина // Химия растительного сырья. 2011. №3. С. 117–121.

УДК 577.15: 543-41

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АМИЛАЗНОЙ АКТИВНОСТИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

**Атрепьева Л.В.**  
доцент кафедры химии  
Курского государственного университета,  
канд.техн.наук доцент  
Россия, г. Курск

**Лукьянчикова И.Д.**  
студентка 4 курса

**Наумова Н.А.**  
студентка 4 курса

Проверена ферментативная активность  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилазы, полученной из ячменной, пшеничной муки, а также из зерен ячменя и пшеницы. Проведен сравнительный анализ фермента, полученного из растительного сырья и из продуктов его переработки. Изучен метод получения фермента амилазы.

*Ключевые слова:*  $\alpha$ -амилаза,  $\beta$ -амилаза, зерно, ячмень, пшеница, мука, ферментативная активность.

Ферментативная активность – наиболее важный показатель, характеризующий качество муки и зерна. В зернах злаковых культур содержится большое число ферментов, сосредоточенных в зародыше и периферийных (краевых) частях зерна [1]. Наибольшую важность имеют амилазы.

Амилаза – фермент, принадлежащий к классу гидролаз, катализирующий гидролиз крахмала, гликогена и других родственных олиго- и полисахаридов. В ячмене и пшенице она существует в двух формах:  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилаза.  $\alpha$ -

амилаза (КФ 3.2.1.1;  $\alpha$ -1,4-глюкан-4-глюканогидролаза; гликогеназа) является кальций зависимым ферментом, относится к группе амилотических ферментов, является эндоамилазой, способной к разрыву внутримолекулярных связей в высокополимерных цепях субстрата.  $\beta$ -амилаза (КФ 3.2.1.2; 1,4- $\alpha$ -D-глюкан-мальтогидролаза) присутствует у бактерий, грибов и растений, но отсутствует у животных. Она отщепляет вторую с конца  $\alpha$ -1,4-гликозидную связь, образуя, таким образом, дисахарид мальтозу. При созревании фруктов  $\beta$ -амилаза расщепляет плодовой крахмал на сахара, что приводит к сладкому вкусу зрелых плодов [4].

В спелом зерне большая часть ферментов связана белками и поэтому неактивна. При прорастании зерна под действием протеолитических, свободных ферментов белки растворяются, и связанные ферменты освобождаются и переходят в активное состояние. Так, в непроросшем зерне  $\alpha$ -амилаза не обнаруживается, а при прорастании начинает присутствовать.  $\beta$ -амилаза в покое зерне содержится в свободной и связанной формах, при проращивании количество активной  $\beta$ -амилазы значительно возрастает.

Огромную роль амилазы играют в пивоварном и хлебопекарном производстве как основные ферменты.

Основным сырьем для приготовления пива служит ячменный солод (проросший ячмень). Солодовая амилаза выполняет три основных функции: разжижающую ( $\alpha$ -амилаза), декстринирующую ( $\alpha$ - и  $\beta$ -амилаза) и осахаривающую ( $\beta$ -амилаза). Вследствие действия амилазы на смесь солода с водой, затор усахаривается, превращаясь в сусло, которое затем сбраживается и превращается в молодое пиво. Чем больше амилазы содержится в солоде, тем быстрее проращивается ячмень и сокращается удельная потеря крахмала [1].

Активность солодовой амилазы также важна для хлебопекарной промышленности. Мука с повышенной амилазной активностью отличается очень низкими хлебопекарными качествами. Это связано с тем, что  $\alpha$ -амилаза превращает крахмал в декстрины, которые, в свою очередь, плохо набухают в воде. Вследствие этого мякиш хлебобулочных изделий становится влажным и

липким. Как правило, такая мука получается из плохо высушенного, сырого зерна.

Так как активность ферментов проявляется только в растворе, а при хранении сухого зерна и муки не проявляется, то важным показателем является автокаталитическая активность – саморазложение сложных нерастворимых веществ муки на более простые водорастворимые вещества под действием ее собственных ферментов [3].

Целью работы являлось исследование ферментативной активности пророщенных зерен ячменя и пшеницы в сравнении с ферментативной активностью муки, изготовленной из соответствующих злаков.

Для этого навеску зерна около 10 г промыли проточной водой, поместили в чашку Петри с крышкой для проращивания ростка, которое вели 4 дня в темном месте при периодическом смачивании. Полученный солод высушили и измельчили до 3–4 мм в фарфоровой ступке, разбавили дистиллированной водой в соотношении 1:2, отфильтровали экстракт через слой марли. Полученный раствор разделили на две части. К первой части экстракта добавили трехкратное количество дистиллированной воды и нагревали в течение 20 мин на водяной бане при перемешивании ( $t \approx 70$  °C). Полученный раствор содержал  $\alpha$ -амилазу, так как  $\beta$ -амилаза инактивирована температурным воздействием.

Другую часть экстракта около 5 мл охладили до 2–3 °C, прибавили 1 мл 5%-ной уксусной кислоты и довели до 10 мл холодной дистиллированной водой. Смесь перемешали и оставили на 20 минут. Провели нейтрализацию полученного раствора, добавив немного  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  до прекращения выделения углекислого газа. Раствор перемешали, разбавили водой в 2 раза, дали отстояться и провели декантацию. Он содержал  $\beta$ -амилазу, так как  $\alpha$ -амилаза инактивирована кислотой. Затем оба полученных раствора  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилаз проверили на ферментативную активность. В каждую из 5 пробирок налили по 1 мл 1%-ного раствора крахмала и по 9 мл воды. В первые 5 пробирок добавили по 10 капель раствора  $\alpha$ -амилазы, в остальные столько же  $\beta$ -амилазы. Содержимое пробирок перемешали. Наблюдали изменение окраски растворов при добавлении йода через 5, 10, 15, 20 и 30 минут.

С помощью визуального определения по окраске полученных растворов выявили, что  $\alpha$ -амилаза солода ячменя и пшеницы активнее  $\beta$ -амилазы. Это связано с тем, что  $\alpha$ -амилаза разрушает полисахаридную цепь в любом месте, а  $\beta$ -амилаза – только с конца мальтозы.

Солод ячменя содержит большее количество амилазы, чем солод пшеницы, что отражено в большем действии выделенных из него ферментов на крахмал. Между сортами каждого отдельного злака существуют значительные различия, но при этом ячмени, имеющие в непроросшем состоянии меньшую амилазную активность, чем пшеницы, обладают общей тенденцией к увеличению активности при прорастании.

$\alpha$ -амилазы, выделенные из солодов пшеницы и ячменя, имеют большую ферментативную активность, чем выделенные из продуктов их переработки – муки, так как в пророщенных зернах ячменя и пшеницы под действием биохимических реакций  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилазы находятся в активированных формах, поэтому они в большей степени гидролизуют крахмал, чем ячменная и пшеничная мука. При этом  $\alpha$ -амилаза, выделенная из пшеничной муки, активнее, чем из ячменной муки, так как при изготовлении этих продуктов используют непроросшие злаки.

В связи с вышесказанным рекомендуется измельченный ячменный и пшеничный солод, который является основным промышленным источником ферментов, подмешивать к пшеничной или ячменной муке.

#### **Список литературы**

1. С. Бернхард Структура и функции ферментов. М.: Мир, 1971. 375с.
2. С.Б. Гридина, Е.П. Зинкевич, Т.А. Владимирцева, К.А. Забусова Ферментативная активность зерновых культур// Вестник КрасГАУ. 2014. №8. С.57-60.
3. Химический состав муки. – URL: <http://www.hlebopechka.net/h42.php> (дата обращения: 15.09.2015).
4. Э.Э. Брухман Прикладная биохимия. Пер. с нем.М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981, - 215 с.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УРЕАЗНОЙ АКТИВНОСТИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

**Атретьева Л.В.**

доцент кафедры химии  
Курского государственного университета,  
канд.техн.наук доцент  
Россия, г. Курск

**Власова В.В.**

студентка 4 курса

**Густилина А.В.**

студентка 4 курса

Проведен сравнительный анализ уреазной активности в растительном сырье. Сравнительный анализ уреазной активности исследуемых растительных объектов позволяет расположить их в следующий ряд: арбузные семечки > тыквенные семечки > соя > горох > соевый фарш.

*Ключевые слова:* ферменты, уреазы, мочевины, экстракт, соя, соевый фарш, арбузные и тыквенные семечки, горох

Ферменты играют важнейшую роль во всех процессах жизнедеятельности, направляя и регулируя обмен веществ организма. Промышленные ферментные препараты обладают как техническим, так и пищевым и медицинским назначением. Кроме того, ферменты все шире применяют для аналитических целей [1,2]. Так, фермент уреазы используют для качественного определения мочевины в различных биологических объектах. [1]. Уреазы играют важную роль в круговороте азота  $N_2$  в природе, разлагая выделяемую животными мочевины на углекислый газ  $CO_2$  и аммиак  $NH_3$ . То есть под действием уреазы азот мочевины переходит в доступную для растений и нитрифицирующих бактерий аммонийную форму.

Для получения уреазы подходит только микробное и растительное сырье. В тканях животных и человека фермент уреазы не синтезируется. Наличие уреазы в некоторых биологических жидкостях, например в слюне, объясняется

присутствием в ней соответствующих микроорганизмов, вырабатывающих и выделяющих данный фермент.

Наиболее подходящим сырьем для выделения качественных препаратов фермента уреазы является растительное сырье. Известно, что уреазы содержатся в тканях многих высших растений. Но особенно много фермента проявляется в бобовых растениях, а также в семенах кабачков, арбузов [2].

Целью работы являлось проведение сравнительного анализа по содержанию уреазы в растительном сырье, а именно в бобах сои и гороха, соевом фарше, а также в арбузных и тыквенных семечках.

#### Экспериментальная часть

Количественно уреазы измеряются аммиаком, освобождаемым из мочевины при стандартных условиях. На таком же принципе основаны методы определения мочевины в биологических объектах.

Для исследования были выбраны образцы семян сои, гороха, тыквы, арбуза, а также соевый фарш. Сортная принадлежность семян и условия выращивания не устанавливались. Для определения активности уреазы в исходном сырье использовали простую методику экстракции фермента, которая указана ниже. Активность уреазы в исследуемых образцах определяли визуально.

Получили водные экстракты измельченных объектов исследования, слили растворы декантацией в пробирки и в дальнейшем использовали для проведения опытов. Экстракты разделили на 3 части. Первую опустили в кипящую водяную баню на 15 секунд, вторую – на 60 секунд, третью пробирку не подвергли температурному воздействию. Для сравнения использовали пробирку с водой. Затем добавили по 0,5 мл 1% раствора мочевины и несколько капель нейтрального красителя. После чего пробирки поместили на водяную баню с температурой 40 °С на 15 мин.

По интенсивности окрашивания сделали вывод, что наибольшее содержание уреазы наблюдается в арбузных и тыквенных семечках, немного меньше в сое, и наименьшее в горохе и соевом фарше. Наименьшее содержание



уреазы в соевом фарше можно объяснить тем, что сырьё подверглось термической обработке, что привело к снижению уреазной активности. В пробирках, которые подверглись нагреванию в течение 60 секунд, произошла инактивация фермента уреазы.

Сравнительный анализ уреазной активности исследуемых растительных объектов позволяет расположить их в следующий ряд: арбузные семечки > тыквенные семечки > соя > горох > соевый фарш.

### **Список литературы**

1. Грачева И.М., Кривова А.Ю. Технология ферментных препаратов. М.: Высш. шк., 2001. 384 с.
2. Лобанок А.Г., Астапович Н.И., Михайлова Р.В.. Биотехнология микробных ферментов. Минск: Наука и техника, 2005. 205 с.
3. Практикум по агрохимии / Под ред. академика РАСХН В.Г. Минеева М.:Изд-во МГУ, 2001. 689 с.

УДК 577.15: 543.422.7

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УРЕАЗНОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА**

**Атрепьева Л.В.**

доцент кафедры химии  
Курского государственного университета,  
канд.техн.наук доцент  
Россия, г. Курск

**Густилина А.В.**

студентка 4 курса

**Власова В.В.**

студентка 4 курса

Проведен количественный анализ по содержанию аммонийного азота в почвах различного состава. Сравнительный анализ уреазной активности исследуемых почвенных субстратов позволяет расположить их в следующий ряд: искусственно культивируемая земля>чернозём>суглинок>глинозём>луговая почва.

*Ключевые слова:* ферменты, уреазы, мочевины, чернозём, глинозём, искусственно культивируемая земля, луговая почва, суглинок

Разнообразные ферменты накапливаются в почве в результате жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, мезофауны и корневой системы растений [3]. Они катализируют важнейшие биохимические процессы, такие как синтез и распад гумуса, гидролиз органических соединений.

Одним из наиболее изучаемых почвенных ферментов является уреазы. Она катализирует гидролиз мочевины. Мочевина в почву попадает в составе растительных остатков, навоза и как азотное удобрение, она образуется также в самой почве в качестве промежуточного продукта в процессе превращения азотистых органических соединений. В зависимости от содержания гумуса, значений pH, уреазная активность возрастает от дерново-подзолистых и серых лесных почв к черноземам [4]. Установлено, что при загрязнении почвы pH почвенного раствора несколько сдвигается в кислую область, что является условием увеличения активности уреазы [5]. Активность уреазы характеризует, прежде всего, уровень питания растений аммонийным азотом [2]. Кроме того, плодородие почвы в некоторой степени определяется содержанием таких ферментов, как инвертаза, каталаза, уреазы.

Целью данной работы являлась количественная оценка уреазной активности в почвах различного состава: чернозём, глинозём, искусственно культивируемая земля, луговая почва, суглинок.

#### Экспериментальная часть

Краткая характеристика изучаемых образцов почв представлена в таблице 1.

Таблица 1

### Характеристика почвенных образцов

Название	Краткое описание объектов исследования
Чернозём	Характеризуется богатым содержанием гумуса, питательных веществ, зернистой либо комковой структурой, высоким содержанием кальция, огромным количеством полезных микроорганизмов. Имеются гуминовые кислоты, которые являются самой ценной фракцией гумуса, легко усваивающейся корнями растений.
Искусственно культивированная земля	Содержит влагоемкий материал и биологически активное вещество. В качестве влагоемкого материала почва содержит торф, а в качестве биологически активного вещества - нетоксичный технический углерод древесного происхождения. Характеризуется богатым содержанием гумуса и питательных веществ.
Луговая почва	Формируется под луговой растительностью в условиях повышенного поверхностного увлажнения и постоянной связи с грунтовыми водами. Характеризуется наличием глеевого горизонта в нижней части профиля, хорошо развитым гумусовым горизонтом, часто засолена и карбонатна.
Глинозём	Один из видов садовых почв – так называемая тяжелая почва, в которой застаивается вода. Большинству растений трудно добывать питательные вещества из глинозема. Хорошо растут на нем некоторые виды, имеющие глубокие корни.
Суглинок	Характеризуется большим содержанием минеральных солей. В их составе можно обнаружить соединения алюминия, кремния, железа, кальция, магния, натрия, калия, другие соли и окислы. Также содержится определенное количество органических веществ – от 10 до 20%.

Навеску почвы инкубировали в течение суток в фосфатном буферном растворе и мочеине при комнатной температуре. Затем растворы отфильтровали, перенесли в мерную колбу на 100 мл, прилили сегнетову соль, реактив Несслера и довели до метки дистиллированной водой. Далее сняли значения оптических плотностей на фотоколориметре при длине волны 440 нм. Результаты эксперимента представлены в таблице 2.

## Содержание аммонийного азота в почвах различного состава

Образцы почв	Оптическая плотность	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>
Чернозём	1,5	4,62
Глинозем	0,68	1,94
Луговая почва	0,53	1,49
Иск.культ. земля	1,6	4,95
Суглинок	0,75	2,17

Из данной таблицы видно, что высокой уреазной активностью обладают искусственно культивированная земля и чернозем. Значительно меньшее количество аммонийного азота содержится в других образцах почв: в суглинке, глиноземе и луговой почве меньше азота на 56%, 60%, 70% соответственно. Сравнительный анализ уреазной активности исследуемых почвенных субстратов позволяет расположить их в следующий ряд: искусственно культивированная земля > чернозём > суглинок > глинозём > луговая почва.

## Список литературы

1. РД 52.24.486-95. Методические указания. Методика выполнения измерений массовой концентрации аммиака и ионов аммония в водах фотометрическим методом с реактивом Несслера. Взамен РД 52.24.141-93; Введ. с 01.01.95 по 01.09.09. Ростов-на-Дону: Изд-во стандартов, 1995. 19 с.
2. Авксентьев А.А., Крамарева Т.Н. Роль биологических показателей в оценке экологического состояния почв каменной степи. Воронеж: гос. ун-т, 2007. С. 1.
3. Бабьева И.П., Зенова Г. И., Биология почв // Почвоведение. М., 1989. С 232–248.
4. Гришина Л.Г., Макаров М.И, Недбаева Н.П., Окунева Р.М. Изменение свойств почв в условиях промышленного загрязнения // Влияние атмосферного загрязнения на свойство почв. М., 1990. С.22–24.
5. Новосёлова Е.И. Экологические аспекты трансформации ферментативного пула почвы при нефтяном загрязнении и рекультивации дис... докт.биол. наук. Уфа, 2007. 326 с.

# Проблемы модернизации химического образования

УДК 372.854

## ФОРМИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ У СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ХИМИИ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

**Ступень Н.С.**  
заведующий кафедрой химии  
Брестского государственного университета  
имени А.С. Пушкина,  
канд. техн. наук, доцент  
Беларусь, г. Брест

**Коваленко В.В.**  
старший преподаватель кафедры химии  
Брестского государственного университета  
имени А.С. Пушкина  
Беларусь, г. Брест

Проанализированы методические аспекты формирования профессиональных компетенций студентов при изучении химии полимеров.

*Ключевые слова:* химия высокомолекулярных соединений, химические компетенции.

Современный подход к системе образования требует более глубокой фундаментализации, с одной стороны, и детализации – с другой. Обучение студентов должно соответствовать требованиям формирования профессиональной компетентности выпускника. Профессиональные компетентности представляют собой совокупность ключевой, базовой и специальной компетентностей [1]. Специальные химические компетентности делят на три категории: специальные когнитивные компетенции, которые связаны с решением интеллектуальных задач в области химии, специальные практические компетенции, связанные с работой в учебной химической лаборатории, специальные компетенции, связанные с непосредственной деятельностью учителя химии.

В Брестском государственном университете имени А.С. Пушкина осуществляется подготовка студентов химико-педагогического профиля по специальностям «Химия. Биология» и «Биология. Химия». В процессе преподавания химии преподаватели кафедры химии БрГУ имени А.С. Пушкина формируют у студентов профессиональные химические компетенции: понятие о химии как о неотъемлемой составляющей естественно-научной картины мира; представление о единстве и взаимосвязи неорганического и органического мира; умение анализировать явления окружающего мира и причины их определяющие; способность говорить, думать и писать на химическом языке, критически осмысливать информацию химического содержания; понимание роли химии в повседневной жизни общества и решении глобальных проблем человечества и т.д. Формирование профессиональной компетентности можно проследить на примере преподавания дисциплины «Химия высокомолекулярных соединений». Эту дисциплину студенты выше названных специальностей изучают на 4 курсе. Основой для изучения этой дисциплины является система знаний, полученных при изучении общей и неорганической, органической, квантовой, физической и аналитической химий. Такие темы, как «Строение атома», «Химическая связь», являются теоретической основой для формирования системы знаний о структуре полимерных веществ органического и неорганического происхождения, об условиях и принципиальной возможности их образования. Основы физической химии дают возможность студентам сформировать знания о кинетических и термодинамических аспектах реакций полимеризации и поликонденсации. Таким образом, вся теоретическая база для изучения особенностей полимерных веществ у студентов уже сформирована на младших курсах при изучении базовых дисциплин.

При изучении дисциплины «Химия высокомолекулярных соединений», по нашему мнению, необходимо сформировать у студентов следующие профессиональные компетентности:

- знание и понимание теоретических основ образования полимерных структур;
- знание основных понятий химии полимеров и классификации полимеров по разным признакам;
- знание физических и химических свойств веществ с полимерной структурой;
- знание практического применения природных и искусственных полимеров в промышленности, в быту и их биологической роли;
- способность оценивать технологические, экологические проблемы, связанные с синтезом и применением высокомолекулярных соединений, находить пути решения этих проблем;
- умение применять теоретические знания о полимерах для решения практических задач синтеза и анализа структуры полимеров физико-химическими методами;
- способность находить связь содержания дисциплины с образовательным и жизненным опытом школьника, способность отбирать содержание обучения для основных и элективных курсов в профильных химических классах, для организации внеклассной факультативной и научной работы школьников.

За формирование тех или иных специальных компетенций не может отвечать только содержание отдельных учебных дисциплин. Любые предметные компетенции – это также результат образовательных технологий, методов, форм обучения химическим дисциплинам, всей образовательной среды химического образования, создающей условия приложения профессионально значимых знаний и опыта [1].

Не вызывает сомнения, что формирование специальных компетенций в предметной химической области требует таких форм и методов обучения химическим дисциплинам, в которых эти компетенции могли бы постоянно проявляться, формироваться, совершенствоваться. Дисциплина «Химия высокомолекулярных соединений» имеет практико-ориентированную

направленность. Для формирования практических и теоретических химических компетенций при изучении данной дисциплины необходимо кроме традиционных форм занятий (лекции, практические и лабораторные занятия) использовать более активные формы обучения. Например, использование результатов научно-исследовательской работы преподавателей и студентов (НИР и НИРС), проводимых на кафедре; занятия-экскурсии в химические лаборатории химических предприятий, химические вечера.

Для эффективного обучения немаловажную роль играет создание системы контроля знаний студентов. Методы контроля знаний должны быть разнообразны, направлены на развитие творческих способностей студентов. По нашему мнению, необходимо использовать входной контроль, контроль текущих знаний на занятиях, межсессионный контроль, организацию коллоквиумов, консультаций, подготовку мультимедийных презентаций по основным темам дисциплины, защиту лабораторных работ и рефератов. Традиционно студенты готовят лекции: «Полимерные соединения углерода», «Полимерные соединения кремния. Кремнийорганические полимеры», «Экологические аспекты химии полимеров: упаковочные материалы, экологически чистые строительные материалы», «Современные полимеры, производство полимеров в Беларуси». Лекции сопровождаются красочными мультимедийными презентациями. Подготовка таких лекций требует от студентов тщательного отбора материала, самостоятельной оценки достоверности и значимости его (процесс подготовки таких лекций идет под контролем преподавателя в виде консультаций). На наш взгляд, такие методы обучения и формы контроля знаний вовлекают студентов-старшекурсников в активное освоение материала, позволяют сформировать умения и навыки правильного отбора информации, оценки ее достоверности и научности. Одним из обучающих аспектов данных методов также является формирование у студентов качеств будущих педагогов: связанное, логическое и доступное изложение материала. Эти умения особенно важны для студентов 4-го курса в преддверии педагогической практики в школе.



## Список литературы

1. Компетентностный подход в педагогическом образовании / Под ред. В.А. Козырева, Н.Ф. Радионовой, А. П. Тряпициной. –СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2005. 392 с.

УДК 372.854

### **КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ СОДЕРЖАНИЯ ТЕМЫ «ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА» В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ХИМИИ**

**Коваленко В.В.**

старший преподаватель кафедры химии  
Брестского государственного университета  
имени А.С. Пушкина,  
Беларусь, г. Брест

**Ступень Н.С.**

заведующий кафедрой химии  
Брестского государственного университета  
имени А.С. Пушкина,  
канд. техн. наук, доцент,  
Беларусь, г. Брест

Проведен методический анализ темы «Периодический закон и периодическая система элементов Д.И. Менделеева» школьного курса химии. Выделены концептуальные аспекты ее содержания.

*Ключевые слова:* периодический закон, периодическая система.

Периодический закон является одним из фундаментальных законов естествознания. Как отмечает Г.М. Чернобельская, периодический закон является методической основой изучения химии [3, с. 221]. Именно на его основе строится изучение неорганической химии. Таким образом, периодический закон является, с одной стороны, целью изучения химии, с другой стороны – средством изучения химии [3, с. 221].

Согласимся с мнением А.И. Волкова, что знание характера изменения свойств элементов и химических соединений, понимание периодичности в

изменении того или иного свойства позволяет глубже изучать химию элементов и их соединений, объяснять и предсказывать химические реакции, а также делать многие расчеты и прогнозы [1, с. 123].

Наша практика работы со студентами-первокурсниками и школьниками показывает, что не всегда учащиеся понимают основополагающие понятия и закономерности данной темы.

Следует отметить, что сложность восприятия учебного материала темы «Периодический закон и периодическая система элементов Д.И. Менделеева» обусловлена значительной степенью абстракции. Поэтому при изучении темы целесообразно использовать дедуктивный метод познания, т.е. изучая общее переходить к частному. Это облегчит усвоение материала учащимися.

В содержании каждой темы школьного курса химии целесообразно выделить определенные концептуальные аспекты, которые мы назвали «ключевыми точками» [2]. По нашему мнению, в процессе обучения на такие «ключевые точки» педагог должен обратить особое внимание, поскольку без их осмысленного понимания учащимися нельзя говорить об успешном усвоении учебного материала темы.

Программа вступительных испытаний по химии для получения среднего специального или высшего образования регламентирует усвоение учащимися следующего перечня вопросов данной темы.

*Периодический закон и периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Физический смысл атомного номера элемента, номера периода и номера группы. Структура периодической системы. Периодичность изменения свойств атомов химических элементов первых трех периодов (атомный радиус, электроотрицательность) и их соединений (кислотно-основные свойства оксидов и гидроксидов). Характеристика химического элемента по его положению в периодической системе и строению атома.*

При изучении периодического закона «ключевой точкой» является понимание причины периодичности в изменении свойств атомов, которой является периодическое повторение структуры внешней электронной оболочки.

При изучении периодической системы «ключевой точкой» является усвоение учащимися физического смысла номера периода, номера группы, атомного номера элемента.

При изучении периодичности изменения свойств атомов химических элементов и их соединений целесообразно использование таблиц, которые сделают изучаемый материал более наглядным. Ниже приведены возможные их варианты.

Таблица 1

Изменение характеристик атомов элементов

Характеристика	Изменение в периодах слева направо	Изменение в группах сверху вниз
Атомный радиус	Уменьшается	Увеличивается
Металлические свойства	Ослабевают	Усиливаются
Неметаллические свойства	Усиливаются	Ослабевают
Электроотрицательность	Увеличивается	Уменьшается

Таблица 2

Изменение кислотно-основных свойств оксидов и гидроксидов элементов III периода

Элемент	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
Формула высшего оксида	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
Формула высшего гидроксида	NaOH	Mg(OH) <sub>2</sub>	Al(OH) <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HClO <sub>4</sub>
Характер оксида и гидроксида	Основный		Амфотерный	Кислотный			

Отметим, что изменение кислотно-основных свойств оксидов и гидроксидов элементов А групп периодической системы в учебных пособиях, как правило, не иллюстрируют. В этом есть объективные причины. Однако такое изменение лучше проиллюстрировать. По нашему мнению, более удачным является пример элементов IIIA группы.

## Изменение кислотно-основных свойств оксидов и гидроксидов элементов IIIA группы

Элемент	B	Al	Ga	In	Tl
Формула высшего оксида	$B_2O_3$	$Al_2O_3$	$Ga_2O_3$	$In_2O_3$	$Tl_2O_3$
Формула высшего гидроксида	$H_3BO_3$	$Al(OH)_3$	$Ga(OH)_3$	$In(OH)_3$	$Tl(OH)_3$
Характер оксида и гидроксида	Кислотный	Амфотерный			Основный

Для закрепления знаний учащихся целесообразно выполнение заданий следующего типа:

1) атом какого элемента (из предложенных) обладает более выраженными неметаллическими свойствами;

2) атом какого элемента обладает более выраженными металлическими свойствами;

3) атом какого элемента обладает большим радиусом;

4) атом какого элемента обладает большей электроотрицательностью;

5) высший оксид (гидроксид) какого элемента обладает более выраженными кислотными свойствами;

6) высший оксид (гидроксид) какого элемента обладает более выраженными основными свойствами.

Таким образом, более эффективному усвоению учебного материала темы «Периодический закон и периодическая система элементов Д.И. Менделеева» будет способствовать акцентирование внимания учащихся на концептуальных аспектах ее содержания – «ключевых точках». Именно от их усвоения учащимися зависит усвоение учебного материала всей темы в целом.

### Список литературы

1. Волков А.И. Строение атомов и периодический закон: учеб. пособие. М.: Новое знание, 2006. 196 с.

2. Коваленко В.В., Ступень Н.С. Концептуальные аспекты содержания темы «Теория электролитической диссоциации» в школьном курсе химии. // Методика преподавания химических и экологических дисциплин: сб. науч. ст. международной научно-методической конференции; Брест, 13–14 ноября 2014 г. Брест: БрГТУ, 2014. С. 73–75.
3. Чернобильская Г.М. Методика обучения химии в средней школе: учеб. для студ. высш. учеб. заведений. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. 336 с.

УДК 378.147.88

**ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ФОРМИРОВАНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ  
БАКАЛАВРОВ-ХИМИКОВ В РАМКАХ ЛАБОРАТОРНОГО  
ПРАКТИКУМА И НИР**

**Бу Хунг**  
аспирант кафедры химии  
Курского государственного университета,  
Россия, г. Курск

Рассмотрены важнейшие педагогические условия формирования исследовательской компетенции бакалавров-химиков, способствующие подготовке студентов к самостоятельной исследовательской профессиональной деятельности.

*Ключевые слова:* исследовательская компетенция, педагогические условия, педагогическая поддержка, субъект-субъектные отношения.

Процесс формирования исследовательской компетенции бакалавра-химика в образовательном процессе вуза ориентирован на становление его готовности к активной творческой профессиональной деятельности. Он направлен на реализацию важнейшего личностного потенциала обучающегося – его субъектной активности в экспериментальной исследовательской деятельности.

Анализ данных эксперимента показал, что к причинам, препятствующим развитию исследовательской компетенции студентов-химиков в рамках лабораторного практикума и НИР, относятся: низкий уровень самостоятельности в исследовательской деятельности, определяемый

невысокой степенью владения исследовательскими умениями, проявляющийся в склонности к репродуктивному типу учебной деятельности и неумении видеть проблему исследования; невысокий уровень интереса к исследованию; низкий уровень коммуникативных умений, выражающийся в отсутствии способности к творческому взаимодействию.

В результате проведенного нами исследования была определена совокупность педагогических условий, обеспечивающих эффективное формирование исследовательской компетенции бакалавров-химиков на лабораторно-практических занятиях и в ходе научно-исследовательской работы. Комплекс педагогических условий включает в себя: стимулирование мотивации к исследовательской деятельности; педагогическую поддержку в овладении студентами основными составляющими исследовательской компетенции; насыщение занятий активными, творческими формами работы; обогащение творческого личностного потенциала студента в процессе выполнения научно-исследовательских работ, максимально приближенных к условиям будущей профессиональной деятельности.

В качестве важнейшего и первого из условий мы выделяем стимулирование мотивации к исследовательской деятельности.

Определение данного педагогического условия осуществлялось с учетом рекомендации А.К. Марковой, которая считает, что становлению и развитию ценностей и мотивов профессиональной деятельности содействуют:

- потребность в жизненном самоопределении и обращенности планов в будущее, осмысление с этих позиций настоящего;
- тенденция к осознанию своего мировоззрения;
- становление социальных мотивов;
- потребность в самоосознании себя как целостной личности, оценка своих возможностей в выборе профессии, самоосознании своей жизненной позиции;
- становление целеполагания принятия решений;
- интерес ко всем формам самообразования;

- устойчивость интересов;
- четко выраженный характер мотивов и целей [1].

Мотивация к исследовательской деятельности не является неизменной величиной, тем не менее существуют пути ее стимуляции. Очевидна тесная взаимосвязь между развитием самостоятельности студентов в учебно- и научно-исследовательской деятельности в рамках лабораторного практикума и НИР и укреплением мотивации к исследовательской деятельности. При этом функция контроля со стороны преподавателя заменяется различными формами самоконтроля, формируется способность студентов к организации самостоятельного творческого исследования.

Проанализировав пути организации исследовательской деятельности студентов в поисках оптимального, мы вывели второе условие эффективного формирования исследовательской компетенции. Данное условие мы определили как педагогическую поддержку в овладении студентами исследовательскими знаниями, умениями и навыками [2]. Помощь студенту проходила с одновременным повышением преподавателем собственной исследовательской культуры и развитием собственных экспериментальных действий. Мы убедились, что педагогическая поддержка в овладении студентами исследовательскими знаниями, умениями и навыками в первую очередь стимулировала развитие их профессионально-диагностических, научно-рационализаторских и опытно-оценочных составляющих исследовательской компетенции. Вместе с тем осознание личностного роста содействовало укреплению мотивации к исследованию. Педагогическую поддержку мы понимаем как сотрудничество и взаимодействие со студентами, когда основная функция преподавателя заключается в организации исследовательской деятельности обучающихся в процессе осуществления познания самими студентами, развивая исследовательский потенциал студента как субъекта познания. Овладение приемами поисковых информационных технологий, работа с печатными источниками положительно повлияла на

уровень исследовательских умений (обобщение, конкретизация, абстрагирование, дифференциация и др.).

Качественный анализ полученных данных подтвердил, что в результате совершенствования умений анализа, синтеза, сравнения, аналогии, обобщения, конкретизации, абстрагирования активизировалась субъектная позиция студентов. Это нашло выражение в укреплении способности постигать глубинные смыслы логики экспериментального исследования, понимать ее внутренние законы, анализировать, объяснять актуальность исследования, всеобъемлюще характеризовать и давать личностную оценку возможным перспективам конкретных направлений исследования. Обоюдный творческий подход преподавателя и студентов в исследовательской познавательной деятельности актуализировал развитие креативности, нестандартного мышления, индивидуального стиля деятельности бакалавров-химиков. Одновременно с развитием творческих познавательных способностей бакалавров-химиков происходило и развитие исследовательской культуры педагога как показателя его способности к творческой педагогической деятельности. Построение преподавателем учебной деятельности шло на основе принятия личности студента, что стимулировало становление его субъектной позиции; создания благоприятного психологического климата на лабораторно-практических занятиях, обеспечивающего привлекательность изучения дисциплин химического цикла и предполагающего погружение в исследовательскую деятельность.

Насыщение лабораторно-практических занятий исследовательскими и творческими формами учебной работы определило третье условие эффективности процесса формирования и развития исследовательской компетенции. Сочетание традиционных и инновационных педагогических подходов и методов обучения позволило оптимизировать формирование исследовательской компетенции, представляя студентам опыт работы по отбору, структурированию, систематизации и обобщению информации, овладению различными методами и методиками экспериментального исследования.



Написание бакалаврами рефератов, курсовых и дипломных работ на предложенную преподавателем или самостоятельно сформулированную тему, участие студентов в научно-практических конференциях, выполнение комплекса учебных заданий познавательного-поискового, исследовательского характера, построенных часто на междисциплинарной основе, способствовало формированию опыта самостоятельной исследовательской деятельности. Разработанный нами комплекс учебно-исследовательских заданий направлен на развитие мотивационно-ценностного отношения к исследовательской деятельности, аналитичности, критичности, ассоциативности мышления.

Этому содействовал и выбор предъявления результатов задач мини-исследовательских экспериментальных работ в рамках учебных занятий, защиты результатов собственных исследований, компьютерная поддержка представления результатов экспериментальных работ, участие в конкурсах студенческих работ, анализов или переводов специальных текстов. Работа в научно-исследовательских лабораториях содействовала укреплению познавательного интереса как мощной побудительной силы учебной и исследовательской деятельности. Как следствие, укреплялась способность у бакалавров-химиков к организации исследовательской работы, самостоятельность в проведении экспериментальных исследований, что приводило к становлению творческой личности, направленной на познание и самопознание.

Выполнение четвертого педагогического условия было направлено на актуализацию эмоционально-личностного аспекта в формировании исследовательской компетенции, на развитие индивидуального стиля деятельности и общения в совместной исследовательской, творческой работе. Это выражалось в развитии умений слушать партнера, принимать или корректно отвергать его мнение, аргументированно и доказательно формулировать свою позицию в совместных поисках путей решения проблемы, и отстаивать ее в конструктивном диалоге. Приобретение студентами опыта диалогового взаимодействия повлияло на совершенствование

коммуникативных личностных свойств бакалавра-химика. Кроме того, развивалось эмоционально-ценностное отношение к учению, предмету и исследованию, обогащался субъективный опыт развития самокоррекции и самоконтроля.

Выполненный нами качественный анализ результатов проверки выше указанного педагогического условия показал, что совместная творческая работа в рамках лабораторного практикума и НИР способствовала наращиванию позитивных элементов в межличностном взаимодействии и содействовала развитию способностей адекватно оценивать собственный продукт творческой деятельности.

Результаты нашего исследования показали, что высокий уровень сформированности исследовательской компетенции студентов-химиков характеризуется осознанным и мотивированным участием в исследовательской деятельности; высокой степенью интереса к процессу исследования и познанию; проявлением самостоятельности в выборе темы исследования; умением осознать проблему и найти адекватные способы ее решения; развитой способностью к организации исследовательской деятельности; знанием приемов планирования работы, осуществления самоанализа, саморегуляции и самоконтроля; способностью к взаимообогащающему, развивающему диалогу; ориентацией на выработку собственного стиля деятельности, на развитие личностного и исследовательского потенциала.

Таким образом, педагогические условия формирования исследовательской компетенции у студентов-химиков направлены на раскрытие исследовательского потенциала и индивидуальности каждого студента в соответствии с потребностью в познании логики исследования и способствуют приобретению студентами собственного опыта проведения экспериментальных исследовательских работ.

## Список литературы

1. Маркова А.К. Формирование мотивации учения / А.К. Маркова, Т.А. Матис, А.Б. Орлов. М.: Педагогика, 1990. 192 с.
2. Михайлова Н.Н. Педагогика поддержки:// Учеб. – методич. пособие. / Н.Н. Михайлова., С.М. Юсфин. М.: МИРОС, 2001. 208 с.

УДК 372.854

## О СОСТАВЛЯЮЩИХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УМЕНИЙ ПО ХИМИИ И МОНИТОРИНГЕ ИХ СФОРМИРОВАННОСТИ У ШКОЛЬНИКОВ

**Пильникова Н. Н.**  
учитель химии  
ГБОУ СОШ № 496,  
Санкт–Петербург

В статье раскрывается специфика понятия «исследовательские умения» и предлагается форма учёта составляющих исследовательских умений у учащихся средней школы, необходимых для выполнения исследовательского проекта по химии.

*Ключевые слова:* исследовательские умения школьников по химии, организационные умения, экспериментальные умения, логические умения.

В федеральных государственных образовательных стандартах общего образования отмечается необходимость подготовки и защиты каждым выпускником собственного исследовательского проекта. Тем самым, становится актуальным формирование у школьников исследовательских умений. Рассмотрим, в чём заключаются исследовательские умения.

И. А. Зимняя и Е. А. Шашенкова рассматривают их как умения к проведению самостоятельных наблюдений и экспериментов [2].

А. Г. Иодко к исследовательским умениями относит интеллектуальные и практические умения, необходимые для осуществления самостоятельного исследования [4], выделяя среди них умения находить рациональные пути решения проблемы, умения аргументировать, формулировать выводы. При этом А. Г. Иодко обращает внимание на степень самостоятельности учащихся в проведении учебного исследования [3].

А. И. Савенков к исследовательским умениям относит умения видеть проблемы, задавать вопросы, выдвигать гипотезы, наблюдать, проводить эксперименты, делать выводы и умозаключения, устанавливать причинно-следственные связи, структурировать материал, работать с текстом, доказывать и защищать свои идеи [9], которые, как было сказано выше, являются составляющими алгоритма учебно-исследовательской деятельности.

Обобщая вышеизложенное, к исследовательским умениям мы относим умения, позволяющие школьникам самостоятельно провести учебное исследование. Рассмотрим специфику исследовательских умений по химии.

М. В. Зуева выделяет умения осуществлять химический эксперимент (экспериментальные умения) и умения его фиксировать в виде рисунков, записей наблюдений, уравнений реакций и выводов (организационные умения) [5].

В целом к организационным умениям учащихся можно отнести умения планировать свою деятельность [10]. К экспериментальным умениям относят обращение с лабораторной посудой, реактивами и оборудованием, монтаж приборов, проведение лабораторных операций, распознавание веществ [8].

При проведении учебного исследования учащиеся проводят выдвижение гипотезы, анализ, сравнение, обобщение, доказательство или опровержение – эти мыслительные действия являются логическими умениями [1].

Таким образом, исследовательские умения, формируемые на химическом содержании, включают экспериментальные, организационные и логические умения.

Мы проводили учёт формирования у учащихся исследовательских умений на занятиях элективных курсов по химии, фиксируя проявление соответствующего элемента в сводной таблице. Каждую строку в таблице делали достаточно просторной по высоте для фиксации знаками «+» проявления того или иного умения на всём протяжении освоения учащимися конкретного элективного курса. По окончании элективного курса проводили подсчёт набранных каждым учеником знаков «+».

### Учёт проявления школьниками исследовательских умений

Список учащихся	Составляющие исследовательских умений									
	Организационные			Экспериментальные			Логические			
	Составление плана выполнения опыта	Подбор оборудования и реактивов для выполнения опыта	Грамотная запись наблюдений	Умение обращаться с лабораторной посудой, оборудованием и реактивами	Умение проводить лабораторные операции (собиране газов, нагревание, фильтрование и т. п.)	Умение проводить распознавание веществ	Выдвижение гипотезы	Проведение анализа, сравнения	Проведение обобщения, формулирование вывода	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. ...										
2. ...										
...										

После освоения учащимися последующих элективных курсов по химии мы прослеживали динамику в формировании организационных, экспериментальных и логических умений, применяя следующие формулы для расчёта:

– коэффициента сформированности организационных умений ( $O_y$ ):

$$O_y = \frac{\sum \langle + \rangle_{2-4}}{3 \cdot n} \cdot 100 \%,$$

где  $n$  – количество занятий, посещённых учеником;

– коэффициента сформированности экспериментальных умений ( $E_y$ ):

$$E_y = \frac{\sum \langle + \rangle_{5-7}}{3 \cdot n} \cdot 100 \%;$$

– коэффициента сформированности логических умений ( $L_y$ ):

$$L_y = \frac{\sum \langle + \rangle_{8-10}}{3 \cdot n} \cdot 100 \%.$$

Как показали результаты проводимого педагогического эксперимента, формированию у школьников исследовательских умений способствует

использование исследовательского химического эксперимента [7] и комплекса исследовательских заданий по химии [6].

### Список литературы

1. Воровщиков С. Г. Общеучебные умения как деятельностный компонент содержания учебно-познавательной компетенции // Интернет-журнал «Эйдос» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.eidos.ru/journal/2007/0930-9.htm>
  2. Зимняя И. А., Шашенкова Е. А. Исследовательская работа как специфический вид человеческой деятельности. Ижевск, 2001. 103 с.
  3. Иодко А. Г. Из опыта обучения учащихся исследовательским приемам // Химия в школе, 1978. № 1. С. 36–44.
  4. Иодко, А.Г. Формирование у учащихся умений исследовательской деятельности в процессе обучения химии. дис. ... канд. пед. наук : по спец. 13.00.01. М., 1983. 184 с.
  5. Общая методика обучения химии: Учеб.-воспитат. Вопросы: пособие для учителей / Т. В. Смирнова, М. В. Зуева, Т. З. Савич и др.; под ред. Л. А. Цветкова. М. : Просвещение, 1982. 223 с.
  6. Пильникова Н. Н., Толетова М.К. Использование исследовательских заданий для формирования опыта творческой деятельности // Химия в школе. 2014. № 4. С. 34–36.
  7. Пильникова, Н. Н. Химический эксперимент как метод формирования исследовательских умений школьников // Урок в современной школе. сб. науч. статей. СПб. : ЛОИРО, 2010.
  8. Полосин В. С. Формирование и значение экспериментальных умений учащихся // Химия в школе. 1983. № 4. С. 57–60.
  9. Савенков А. И. Психологические основы исследовательского подхода к обучению : учеб. пособие для студ. вузов М.: «Ось-89», 2006. 480 с.
- Якунина, И.И. Развитие организационных умений как условие непрерывного самообразования // Химия в школе. 2010. № 4. С. 24–28.

## **ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**Гребенникова Р.В.**

доцент кафедры химии  
Курского государственного университета  
канд.хим.наук, доцент  
Россия, г.Курск

**Гребенников А.В.**

преподаватель специальных дисциплин  
Курского монтажного техникума  
Россия, г.Курск

Рассмотрены возможные пути оптимизации учебного процесса естественнонаучного образования в свете требований ФГОС.

*Ключевые слова:* оптимизация образовательного процесса, профессиональные компетенции, управление образовательным процессом.

Реформирование системы высшего образования в России требует от преподавательского состава особого подхода к изменяющимся квалификационным требованиям к выпускникам вузов и другим аспектам учебно-образовательного процесса.

Одним из наиболее действенных путей оптимизации образовательного процесса является использование развивающего обучения [1;2], суть которого состоит в разработке и реализации специальной программы процесса поэтапного усвоения обучающимися учебного материала, создании условий оперативного и действенного управления этим процессом, что предопределяет необходимость учета возможных каналов восприятия информации обучающимися, включая в процессе такого обучения мотивационно-побудительный фактор к овладению учебным материалом. При этом необходимо учитывать ограниченную пропускную способность мозга и различия в потенциальных возможностях обучающихся, в результате чего в процессе обучения теряется некоторый, а иногда и значительный, объем

передаваемой информации. На величину потери информации влияет целый ряд факторов, требующих их обязательного учета: уровень личной подготовки педагога; соответствие программы обучения степени подготовленности обучающихся; потенциальные возможности обучающихся.

Немаловажными факторами, определяющими оптимизацию образовательного процесса, являются:

- последовательность и логичность материала учебной программы;
- обязательная систематичность учебных и самостоятельных занятий;
- соответствие скорости изложения учебного материала скорости его усвоения обучающимися;
- учет психофизиологических особенностей обучающихся.

Современные требования к обучению в вузе состоят не в том, чтобы добиться запоминания информации, а в ее осмыслении обучающимися, в понимании ее взаимосвязи с уже известной информацией, в выработке умений и навыков ее практического применения, формировании профессиональных компетенций обучающихся:

- повышения глубины усвоения материала за счет вовлечения обучающихся в активную, творческую работу, выработки умения находить главное в большом объеме материала, а также формирования навыков работы с информацией и ее обработкой [5];

- закрепление полученных знаний, которое может быть достигнуто путем разработки и использования в ходе занятий ситуационных задач, требующих применения на практике максимально возможного объема знаний, полученных обучающимися, т.е. формирование навыков приобретения новых знаний с использованием современных научных методов и технологий [5];

- создание условий для мотивации обучающихся, которая стимулировала бы их на углубленную самостоятельную систематическую работу над учебным материалом [3;4], т.е. формировать способность организовать свой труд на научной основе, самостоятельно оценивать результаты своего труда [5].

Управление образовательным процессом предполагает:



- совершенствование способов сотрудничества с обучающимися в ходе учебно-образовательного процесса;
- постановку перед обучающимися нестандартных творческих задач с обязательным использованием материала, необходимого при выполнении профессиональных функций;
- актуализацию, укрепление и поддержку сложившихся у обучающихся ранее позитивных мотивационных установок;
- создание условий для формирования у обучающихся понимания сущности и социальной значимости выбранной профессии;
- создание учебной атмосферы, при которой обучающиеся осознают перспективы и проблемы, определяющие область их профессиональной деятельности и стремятся подтверждать ее высокими результатами.

Для оптимизации обучения в естественнонаучном образовании необходим очень строгий и осмысленный учет большого числа различных факторов, таких как квалификационные требования к обучающимся по окончании ими процесса обучения, объем времени на учебную и самостоятельную работу, условия обучения, и целого ряда других немаловажных факторов. Все сказанное позволяет сделать вывод, что перед началом процесса обучения естественным наукам, с целью оптимизации этого процесса в каждом отдельном случае и с учетом всех известных и существенным образом определяющих его факторов, педагог обязан решать сложную задачу разработки специальной программы, обеспечивающей оперативное управление образовательным процессом и его коррекцию по мере необходимости.

### **Список литературы**

1. Молибог А.Г. Вопросы научной организации педагогического труда в высшей школе. М.: Высшая школа, 1971. 396 с.
2. Кирсанов А.А. Индивидуализация учебной деятельности как педагогическая проблема. Казань: Казан. ун-тет, 1982. 224 с.
3. Леонтьев А.М. Деятельность. Сознание. Личность. М.: Политиздат, 1975.

4. Насиновская Е.Е. Методы изучения мотивации личности. М.: Издательство МГУ, 1988.
5. ФГОС ВПО по направлению подготовки (специальности) 020201 Фундаментальная и прикладная химия № 2061 от 24 декабря 2010 г.

УДК 378.147.88

**К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ  
КОМПЕТЕНЦИЙ У БАКАЛАВРОВ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ  
ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ПО ПРОФИЛЯМ БИОЛОГИЯ,  
ХИМИЯ**

**Бу Хунг**  
аспирант кафедры химии  
Курского государственного университета

**Емельянова Г.М.**  
доцент кафедры химии  
Курского государственного университета  
канд.пед.наук, доцент,  
Россия, г.Курск

**Дьяченко Г.Н.**  
доцент кафедры общей биологии и экологии  
Курского государственного университета  
канд.биол.наук, доцент,  
Россия, г.Курск

Рассмотрены некоторые аспекты формирования профессиональных компетенций в рамках лабораторного практикума как важнейшей организационной формы обучения естественнонаучного образования в вузе.

*Ключевые слова:* профессиональные компетенции, лабораторный практикум, общедидактические принципы.

Лабораторный практикум обеспечивает реализацию сложного и многовекторного процесса подготовки студентов к будущей профессиональной деятельности как наиболее деятельностная организационная форма обучения в вузе. Он предоставляет возможность выбрать тот путь, который позволяет студентам-бакалаврам, осваивающим основную образовательную программу по профилям подготовки Биология, Химия, в достаточно короткий промежуток времени (4 года) не только сформировать определенные предметные знания,

умения и навыки, но и научиться анализировать социальные аспекты своих будущих профессиональных действий, а также овладеть рядом необходимых общекультурных компетенций, обозначенных во ФГОС [1].

Ни одна из форм учебной работы студентов не дает такого проявления активности, инициативы, наблюдательности и самостоятельности в принимаемых решениях, как лабораторно-практические занятия. Данной форме занятий со студентами, обучающимися по профилям подготовки Биология, Химия, отводится большая часть учебного времени, а это означает, что именно здесь идет основная работа по формированию и развитию профессиональных компетенций.

Учебная деятельность студента по формированию профессиональных компетенций должна быть организована таким образом, чтобы он мог самостоятельно планировать, реализовывать и контролировать её. Это возможно за счет внедрения в образовательный процесс различных современных образовательных подходов (системного, деятельностно-компетентностного, рационального, рефлексивно-деятельностного), которые должны опираться на ряд общепедагогических принципов.

Учитывая сложность и разносторонность процесса предметного обучения биологии и химии, можно выделить принципы гуманизации, системности, управляемости и оптимальности, а также принцип рациональности, являющийся регулятивным, системообразующим, накладывающимся на совокупность других взаимосвязанных принципов.

Принцип рациональности, ориентированный на построение общих алгоритмов, технологических схем, чёткое выполнение требований ФГОС, не отрицает, а предполагает инновационную деятельность как высшую ценность модернизации образования, включая инновационные процессы, сохраняя при этом позитивные стороны традиционного обучения.

Характер и объем содержания обучения на начальном этапе должны учитывать стартовый уровень обученности студентов и специфику

профессиональной подготовки будущего специалиста, а методическая концепция требует разработки современных средств обучения.

Практикум позволяет перевести формирование профессиональных компетенций в плоскость практических действий на основе интеграции и целостности естественнонаучных знаний, умений и навыков. Наряду с усвоением знаний здесь постоянно осуществляется конструирование профессиональной деятельности с учетом последовательности, логичности, систематичности, самостоятельности и творческой активности. На наш взгляд, организованная на его основе работа позволяет в большей степени достичь синхронности, согласованности и преемственности в деятельности.

Но, несмотря на большой объем часов, отводимых на проведение лабораторно-практических занятий, их вклад в формирование профессиональных компетенций бывает неоправданно низким. Ниже мы приводим лишь некоторые причины такой низкой эффективности: слабо выраженная мотивационная составляющая для развития и совершенствования экспериментальных навыков; неэкономное расходование времени на активизацию знаний при проведении эксперимента; нерациональная организация труда при выполнении экспериментальной работы; слабо выраженная активность и самостоятельность студентов в постановке целей и задач выполняемого лабораторного эксперимента; неумение работать с различными информационными источниками.

Проведенный нами анализ данных опроса преподавателей, работающих по естественнонаучному направлению в Курском государственном университете, а также анализ научно-методической литературы подтвердили предположение о том, что эффективность работы по формированию профессиональных компетенций при выполнении эксперимента возрастает, если выполняются следующие условия: усиление роли исследовательских методов обучения в лабораторном практикуме, включающем различные виды поисковой деятельности, что развивает

творческое начало личности, его рефлексивные способности; усиление роли мотивационного компонента за счет реальных перспектив востребованности на рынке труда специалиста, знающего и умеющего работать в современной химической и биологической лабораториях, для чего необходима хорошо продуманная, неформальная и систематическая научно-исследовательская работа в лабораториях, оснащенных современным оборудованием и измерительными приборами; использование передовых информационных технологий, в том числе и мультимедийных, компьютерного моделирования для выполнения эксперимента и предсказания его результатов; развитие способности к рациональной организации своего труда на научной основе; развитие важнейших навыков в поиске и обработке информации, необходимой для выполнения исследовательского эксперимента, внедрения нового оборудования, подбора современных материалов и химической посуды для сборки экспериментальных установок; формирование навыков самоорганизации с учетом их собственных познавательных интересов при планировании, выполнении и обработке результатов эксперимента; развитие способности к оцениванию результатов своей деятельности и адекватному восприятию неудач; организация и развитие на базе кафедр исследовательских лабораторий, оснащенных современным оборудованием [2].

Только в этом случае мы можем подготовить современного специалиста, умеющего работать не только по шаблону, но и инициативно, творчески, т.е. проявить себя как профессионал.

При формировании профессиональных компетенций мы обращаем внимание прежде всего на совершенствование принципов отбора оптимального содержания курса, его структурирование применительно к содержанию лабораторно-практических занятий, согласно учебному плану и утвержденным программам, а также возможности более глубокого освоения тех или иных разделов курса с учетом выполнения работы в научно-исследовательской лаборатории. Важны и некоторые аспекты внедрения как

новых, так и традиционных педагогических технологий, вопросы внимательного и разумного использования всех потенциальных возможностей различных средств и методов обучения. В этом случае внедрение современных педагогических подходов к организации работы лабораторного практикума позволяет провести процесс формирования компетенций более эффективно и целенаправленно [3].

Данные процессы возможны только на основе развития самоорганизации, самоконтроля и поисково-творческих способностей. Все это является важнейшими составляющими ряда профессиональных компетенций, формирование которых позволяет повысить качество подготовки специалиста, умеющего качественно, оптимально быстро, ответственно и одновременно творчески решать задачи, стоящие при практическом выполнении тех или иных экспериментальных исследований.

Таким образом, при формировании профессиональных компетенций в рамках лабораторного практикума стоит задача оптимального сочетания одновременно прагматичного, высоко организованного, научно продуманного подходов к проведению эксперимента и тщательного его выполнения с творческой фантазией, раскрепощенностью, умением нестандартно мыслить, определяя новые пути решения поставленных задач.

Эффективное решение большей части поставленных задач возможно только через хорошо организованную работу лабораторного практикума. В этом случае обучающимся создаются условия для формирования профессиональных и общекультурных компетенций, а значит, и для направленной подготовки выпускника к основным видам профессиональной деятельности, указанным в образовательном стандарте.

### **Список литературы**

1. Афанасьева Т. П. Методические рекомендации по разработке и реализации на основе деятельностно-компетентного подхода образовательных программ ВПО, ориентированных на ФГОС третьего поколения / Т. П. Афанасьева и др. М.: Изд-во МГУ, 2007. 96 с.

2. Ефремова Н. Ф. Компетенции в образовании: формирование и оценивание /. М.: Национальное образование, 2012. 416 с.
3. Иванов Д. А. Компетентности и компетентностный подход в современном образовании. М., 2007. 32 с.

УДК 378.147.88

## **ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ САМООРГАНИЗАЦИИ БАКАЛАВРОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНТЕГРАТИВНЫХ ДИСЦИПЛИН ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ**

**Гребенников А.В.**

преподаватель специальных дисциплин  
Курского монтажного техникума  
Россия, г.Курск

Рассмотрена возможность формирования профессиональной самоорганизации обучающихся при изучении интегративных дисциплин естественнонаучного образования.

*Ключевые слова:* интегративные дисциплины, профессиональная самоорганизация, интегративное знание.

В психологии понятие самоорганизация рассматривается как особый процесс, в котором происходит упорядочение элементов системы одного уровня за счёт внутренних факторов, без оказания внешнего воздействия на них. Известный психолог Р.У. Эшби считал, что самоорганизация является универсальным принципом организации сложных по составу живых систем, в основе которого лежит способность такой системы к адаптации в изменившихся условиях окружающей среды. Он определял самоорганизацию как процесс, в ходе которого происходит совершенствование сложной динамической системы, в результате чего эта система без воздействия внешней среды, а именно самостоятельно изменяет свою структуру и совершенствует организацию работы всей системы.

Можно сказать, что самоорганизация является универсальным свойством организации сложных систем.

К таким сложным системам в образовательном процессе относятся интегративные курсы, которые являются необходимой частью обучения на старших курсах, способствуют повышению научности процесса обучения, качества образования, усилению познавательной способности обучающихся и развитию их профессиональной самоорганизации.

Сегодня понятие «самоорганизация» употребляется очень широко и чаще всего понимается как деятельность человека, направленная на свое совершенствование. Интегративные курсы естественнонаучного направления способствуют формированию профессиональной самоорганизации обучающихся, так как в процессе их изучения повышается качество образования, его научность и развивается интегративное знание. Знания самостоятельных дисциплин, сформированные на основе разрозненной совокупности специальных знаний, не всегда способствуют процессам формирования обобщенного знания. В то время как интегративное знание за счет своей универсальности обладает общностью применения в разных отраслях знания, высоким качеством познавательных свойств, создавая основу для процесса развития творческих начал обучающихся, формируя стремление к самообразованию и самореализации, способствуя успешной интеграции обучающихся в реальную жизнь. Если содержание интегративного знания соответствует методам, средствам и формам обучения, то оно обеспечивает продуктивность учебно-познавательной деятельности, приобщая тем самым их к поиску новых путей для решения нестандартных задач.

Так как интегративное знание формируется в процессе изучения интегративных дисциплин естественнонаучного направления, следовательно, интегративные дисциплины способствуют формированию профессиональной самоорганизации обучающихся.



## Список литературы

1. Бондарев В. Концепции современного естествознания. М.: Альфа-М, 2003. 464 с.
2. Гребенников А.В. Роль интегративных курсов в развитии самоорганизации обучающихся // Историческая и социально-образовательная мысль. 2012. № 4.

УДК 372.854

### **РОЛЬ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ ЭЛЕКТИВНЫХ КУРСОВ В ФОРМИРОВАНИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРЕСА ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**Пилюгина Н.Н.**

доцент кафедры химии  
Курского государственного университета  
канд.пед.наук  
Россия, Курск

**Ферапонтова Н.В.**

магистрант кафедры химии

Рассмотрена роль межпредметных элективных курсов на основе интегративного подхода в формировании познавательного интереса обучающихся к предмету «химия» в школе.

*Ключевые слова:* межпредметные связи, межпредметные элективные курсы, интегративный подход, познавательный интерес, химическое образование в школе.

Для учителей-химиков формирование познавательного интереса особенно актуально, так как в рейтинге предметов химия занимает не первые места. Рассматривая проблему познавательного интереса в русле личностно-деятельностного подхода, необходимо отметить, что именно познавательный интерес дает возможность ребенку расширять границы своего индивидуального опыта, той локальной зоны ближайшего развития, которая намечается рамками школьного образования. Развитие познавательного интереса активизирует все психические процессы человека, побуждает личность к постоянному поиску, преобразованию действительности посредством деятельности (изменения,

усложнения ее целей, выделение в предметной среде актуальных и значимых сторон для их реализации, поиск иных) и в определенных условиях становится действенной силой формирования личности ученика в учебном процессе.

Процесс познания, обогащенный межпредметными связями, активизируя мыслительные процессы, служит источником устойчивого интереса школьников. Межпредметные связи приводят в действие все стимулы познавательного интереса, связанные с учебной деятельностью: вносят проблемность, элементы исследования и творчества, разнообразят формы самостоятельной работы, побуждают к овладению новыми умениями.

В деятельности на основе межпредметных связей возникает устойчивая зависимость: широта познавательных интересов – осознанное восприятие межпредметных задач – потребность в познании межпредметных связей – творческий подход – умение мыслить системно – познавательная самостоятельность ученика. Включение в процесс обучения межпредметных связей как стимула познавательного интереса качественно преобразует другие его стимулы. Это происходит в силу того, что учебный процесс представляет систему, в которой все компоненты находятся в структурно–функциональной связи и изменение одного из них нарушает эти связи и вызывает необходимость системного подхода к организации всего процесса.

Формирование познавательных интересов учащихся в обучении может происходить по двум основным каналам: с одной стороны, само межпредметное содержание содержит в себе эту возможность, а с другой – путем определенной организации познавательной деятельности учащихся.

Интегративный подход в образовании – это методический прием со своеобразной (объединяющей, системообразующей и синтезирующей) «призмой видения» всего образовательного процесса, ориентирующей субъектов на формирование целостности из множества ранее разобщенных компонентов. Использование этого подхода устраняет существующие в системе преподавания недостатки, связанные с разрозненным по предметам усвоением знаний учащихся. Дает возможность перехода к комплексной взаимосвязи

предметов, ее реализации в учебном процессе, в воспитании отношений к жизненным ситуациям.

В рамках диссертационного исследования нами был разработан и апробирован межпредметный элективный курс «Физико-химические методы анализа биологических систем», рассчитанный на 16 часов и предназначенный для учащихся 10-11 классов общеобразовательных учреждений. Данный курс построен на основе интегративного подхода, в котором наглядно представлена межпредметная связь химии с физикой и биологией.

Разработанный элективный курс в ходе реализации решал следующие задачи: способствовать формированию умения использовать межпредметные связи для объяснения природных процессов, протекающих в биологических системах; формировать умения выполнять простейшие методики физико-химического анализа; осуществлять исследовательскую деятельность, способствовать формированию экспериментальных умений у обучающихся (работать с рН-метром, дозиметром, датчиком для измерения концентрации углекислого газа, датчиком для измерения температуры); предоставить учащимся возможность удовлетворить свои образовательные потребности; сформировать ценностные ориентации, связанные с естественнонаучным профилем, и поддержать мотивацию к данному профилю; помочь ученику оценить свой потенциал с точки зрения образовательной перспективы.

Основными принципами, влияющими на отбор содержания для межпредметного элективного курса на основе интегративного подхода, стали научность, доступность и систематичность. Сейчас, больше чем когда-либо, необходимо расширять содержательные рамки программ, знакомить учеников с основными направлениями научных поисков, открытиями, что содействует интересу к познанию.

Повысить познавательную активность, не перегружая учеников, решить проблему интенсификации и повышения познавательной активности помогли информационные технологии в организации самостоятельной работы на занятиях и дома.

На занятиях элективного курса целесообразно сочетались наблюдение с поисковой работой, так как сам познавательный интерес носит поисковый характер. Под его влиянием у человека постоянно возникают вопросы, ответы на которые он сам постоянно и активно ищет.

Именно на уровне межпредметных ассоциаций формируются наиболее сложные из эмпирических обобщений. Применение обобщающих опорных конспектов обеспечивает целостность, логичность и обозримость информации, особенно важной при обобщении, а необычность формы обобщения активизирует познавательную деятельность.

Одной из наиболее эффективных технологий обучения на занятиях интегрированного элективного курса являлась технология проблемного и проектно-исследовательского обучения, case-технология.

Анализируя полученные данные, мы можем утверждать, что реализация разработанной дидактической системы элективного курса на практике оказала положительное влияние на рост показателей познавательного интереса (см. табл.1) и положительную динамику в развитии умения привлекать межпредметные связи (см. табл. 2).

Таблица 1

Степень проявления познавательного интереса у обучающихся на уроках химии

	Контрольная группа		Экспериментальная группа	
	В начале	В конце	В начале	В конце
Средний балл	1,2	1,3	1,1	1,4

Таблица 2

Динамика изменения уровня сформированности у обучающихся умения привлекать межпредметные связи для раскрытия ведущих положений темы.

Уровня сформированности умения	Контрольная группа		Экспериментальная группа	
	В начале	В конце	В начале	В конце
I уровень (%)	0	5	0	8
II уровень (%)	29	33	30	39
III уровень (%)	38	38	35	27
IV уровень (%)	33	29	35	26

## Список литературы

1. Щукина Г.И. Педагогические проблемы формирования познавательных интересов учащихся. М., Педагогика, 1988. 225 с.
2. Гурьев А.И. Статус межпредметных связей в системе современного образования //Наука и школа. 2002. № 2.

УДК 378.147.88

### **ФОРМИРОВАНИЕ ИНТЕРЕСА ОБУЧАЮЩИХСЯ К ХИМИИ НА ОСНОВЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПА СВЯЗИ ОБУЧЕНИЯ С ЖИЗНЬЮ**

**Емельянова Г.М.**  
доцент кафедры химии  
Курского государственного университета  
канд.пед.наук, доцент,  
Россия, г.Курск

**Ломакина Г.А**  
учитель химии  
МБОУ СОШ №36 ,  
Россия, г. Курск

Рассматриваются вопросы ведущих идей методической системы, комплекса педагогических условий, методических средств, благодаря которым могут быть созданы возможности для формирования и развития познавательного интереса к изучению химического материала на основе реализации принципа связи обучения с жизнью.

*Ключевые слова:* познавательный интерес, принцип связи обучения с жизнью, мотивация, процесс обучения химии.

Образование в современном мире рассматривается как ключевой фактор развития общества. Химия очень интересная наука, но и одна из самых сложных общеобразовательных наук. Успешно овладеть даже базовым уровнем школьного курса химии непросто. Она изучает состав и свойства окружающих нас веществ, на основе полученных знаний позволяет создавать новые вещества и прогнозировать области применения уже изученных.

Роль химии в жизни человека огромна. С ее помощью человек получает вещества с заданными свойствами, а из них производят продукты питания, одежду, обувь, технику, транспорт, современные средства связи и многое

другое. Практически все, что сделано человеком и окружает нас, создано с помощью химии.

Первый год изучения химии как нового предмета очень важен для формирования познавательного интереса обучающихся. Положительный настрой до начала занятий базируется на эффекте новизны. Все участники образовательного процесса с оптимизмом смотрят в будущее, так как видят пока только внешнюю привлекательность предмета. Но какими неожиданными оказываются результаты второй и третьей учебной четверти восьмого класса и последующих лет изучения химии для определенной части обучающихся. Наблюдается потеря интереса к учебному предмету, а как следствие – потеря прилежания, пассивность. Одной из причин снижения интереса к предмету являются сильная теоретизация материала, ослабление роли эксперимента, ограниченное содержание материала, связанного с жизнью человека. А потому, в своей работе мы постарались определить пути решения противоречий, которые возникают между необходимостью получения химических знаний учениками и непониманием значимости материала для практической жизни человека; сложным теоретическим уровнем предмета и недостаточной сформированностью логического мышления у обучающихся.

Внимание учеников, их заинтересованность в результатах своей работы в первую очередь зависит от психолого-педагогических особенностей формирования интереса к предмету на протяжении всех лет изучения химии, который трудно сочетается с увеличением объема изучаемого материала и с одновременным сокращением часов для его изучения.

Поэтому задача педагога состоит в том, чтобы включить каждого ученика в активную деятельность, обеспечивающую формирование и развитие познавательной деятельности, повысить интерес школьников к химии, ведь качество знаний во многом зависит от интереса к учебному предмету.

В решении данной задачи помогает разработка методической модели формирования интереса к химии на основе реализации в преподавании принципа связи обучения с жизнью, учитывающая комплексную систему

средств, при помощи которых будут созданы возможности для формирования интереса к химии.

Аспекты методики познавательного интереса должны включать три момента: 1) привлечение учащихся к целям и задачам урока; 2) возбуждение интереса к содержанию повторяемого и вновь изучаемого материала; 3) включение учащихся в интересную для них форму работы.

В качестве ведущих идей методической системы формирования и развития познавательного интереса к изучению химического материала можно выделить: идею системного использования материала, связанного с жизнью, в урочной и внеурочной деятельности, систематическое использование результатов внеурочной деятельности на уроках химии; идею взаимосвязи работы учителя и учащихся на уроках и во внеклассной работе по химии; идеи приоритета активных методов обучения при изучении материала, связанного с жизнью, для проявления личной инициативы, творчества и самореализации.

Важнейшими действенными методами формирования интереса к химии, на наш взгляд, являются следующие:

- объяснительно-иллюстративный метод, включающий сочетание словесных методов (беседы, рассказа и т.д.), в том числе проблемного изложения с наглядными демонстрациями презентаций, видеофрагментов, рисунков, схем и т.д.;

- практические и самостоятельные работы, включающие работу с инструкциями к химическим веществам, используемым в повседневной жизни;

- метод проектов, включающий вопросы, связанные с жизнью;

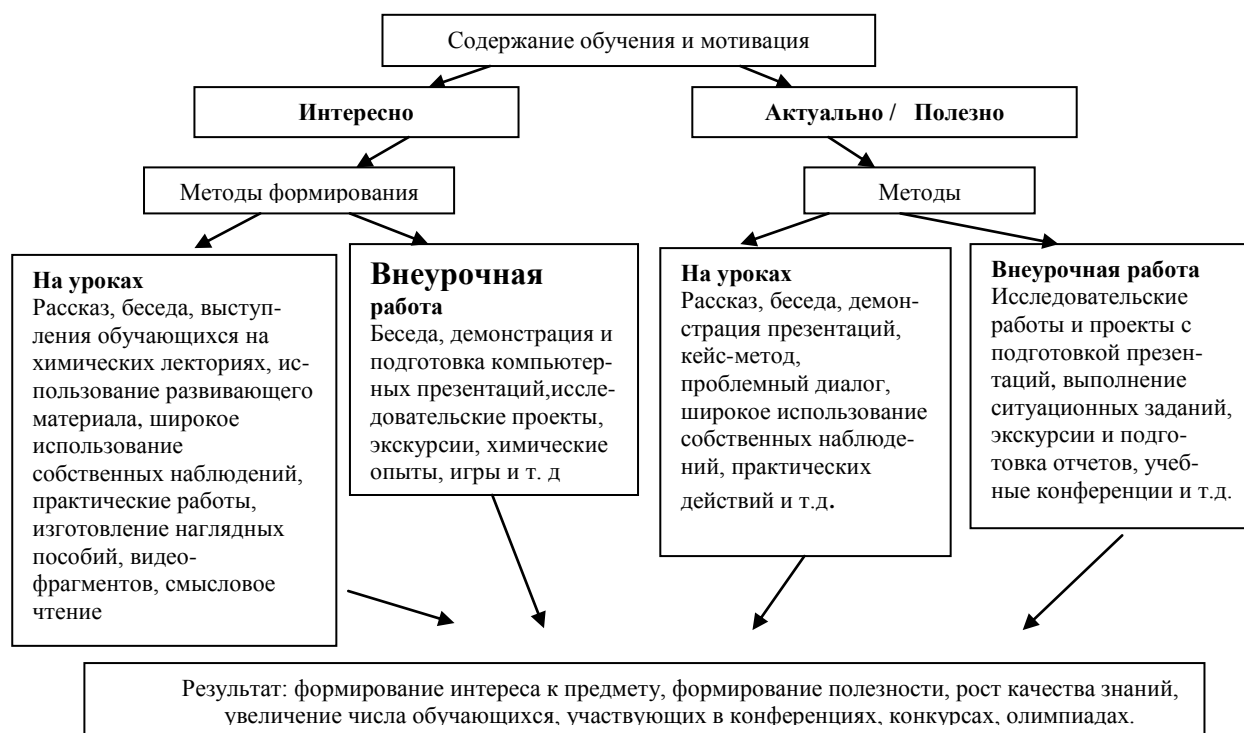
- исследовательский метод, включающий анализ природных и искусственных объектов;

- кейс-метод, который позволяет осмыслить реальные жизненные ситуации, актуализирует определенный комплекс знаний и направлен на формирование у обучающихся новых качеств и умений.

В основе принципов отбора материала лежали критерии «интересно», «актуально», «полезно», учитывающие: соответствие учебной информации,

связанной с жизнью, теме урока; учет знаний и практического опыта по данной теме, имеющихся у обучающихся; актуальность и социальную значимость информации; личностные особенности учащихся, уровни их интересов, типы восприятия.

В основе методики и дидактической модели формирования интереса обучающихся к химии лежит принцип связи обучения с жизнью.



### *Дидактическая модель процесса обучения химии.*

Из приведенной схемы видно, что система работы нацелена на формирование мотивов «интересно», «актуально», «полезно» как на уроках химии, так и на внеклассных занятиях, которые дополняют друг друга и позволяют в наибольшей степени использовать материал, связанный с жизнью.

Самыми действенными мотивами при обучении химии являются мотивы «интересно» и «полезно». Обеспечивает наиболее эффективное использование материала, связанного с жизнью на уроках химии, обоснованный нами комплекс педагогических условий.

Так для формирования мотива «интересно» необходимо создавать с помощью материала, связанного с жизнью, ситуации познавательной мыслительной активности, обучая видеть в каждодневных явлениях проявление



химических процессов и закономерностей, учить анализировать, сопоставлять, обобщать те или иные факты строения и свойств веществ вокруг нас. Основой формирования у школьников представления о «полезности» является обучение их грамотному использованию химических веществ и химических реакций в жизни, в быту.

К комплексу методических средств, благодаря которым могут быть созданы возможности для формирования интереса к химии, относятся: комплексное, систематическое и целенаправленное использование материала, связанного с жизнью, в различных типах и этапах уроков по химии и во внеклассной работе; постоянное связывание изучаемого материала с жизнью школьников, использование современных информационных технологий; взаимосвязь урочной и внеурочной форм работы по химии.

На заключительном этапе исследования анкетирование показало рост мотивации обучающихся к изучению предмета (табл.).

Изменение уровня мотивации обучающихся 9–10 классов  
МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 36» г. Курска  
к изучению химии за 2013–2015 гг.

Учебный год	Класс	Общее количество обучающихся	Уровень мотивации (%)		
			высокий	средний	низкий
2013–2014	9-е классы	72	13	58	29
2014–2015	10-е классы	39	15	64	21

Таким образом, экспериментально подтверждено положительное влияние разработанной методики на развитие познавательного интереса и качество обучения. Подготовленные учителем МБОУ СОШ №36 г. Курска Ломакиной Г.А. и изданные методические рекомендации по использованию материала, связанного с жизнью, на уроках химии в общеобразовательной школе помогают в решении важной образовательной задачи – уменьшить формализм и повысить мотивацию, осознанность знаний по химии.

## Список литературы

1. Зайцев О.С. Методика обучения химии: теоретический и прикладной аспекты. М.: Гуманитарный изд. центр «Владос», 1999.
2. Маркова А.К. Формирование мотивации учения в школьном возрасте. М.: Просвещение, 2001.

УДК 378.147.88

### ДЕЯТЕЛЬНОСТНО-КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ПРЕПОДАВАНИЮ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

**Гребенников В.П.**

преподаватель специальных дисциплин  
Курского электромеханического техникума  
Россия, г.Курск

Рассматривается деятельностно-компетентностный подход к преподаванию учебных дисциплин как форма организации современного урока.

*Ключевые слова:* деятельностно-компетентностный подход, ключевые компетенции.

В настоящее время обществу необходимо поколение молодых людей, которые будут чувствовать себя адекватно в новой обстановке, мобильно ориентироваться в потоке информации, компетентно разрешать вопросы, возникающие в личной и профессиональной сфере жизни.

Деятельностно-компетентностный подход – методологическая основа стандартов нового поколения. Обучение должно быть организовано так, чтобы целенаправленно вести за собой развитие. Так как основной формой организации обучения является урок, то необходимо знать принципы построения урока, примерную типологию уроков и критерии оценивания урока в рамках деятельностно-компетентностного подхода.

Компетенции имеют важную особенность: в отличие от знаний, умений и навыков, которые всегда «хранятся» в готовом к использованию виде, компетенция «собирается» лишь в момент её реализации, т.е. в ответ на ситуацию.

Ключевые компетенции складываются из четырех элементарных компетенций:

1. общекультурная (учебно-познавательная и информационная) – готовность к работе с информацией;

2. коммуникативная – готовность к общению с другими людьми;
3. социально-трудовая (кооперативная) – готовность к сотрудничеству с другими людьми;
4. личностного определения (проблемная) – готовность к решению проблем.

Деятельностно-компетентностный подход предполагает освоение учащимися различного рода умений, позволяющих им в будущем действовать эффективно в ситуациях личной, профессиональной и общественной жизни. Особое значение придаётся умениям, позволяющим действовать в новых, неопределённых, проблемных ситуациях, для которых нельзя заранее наработать соответствующих средств. Их нужно находить в процессе решения подобных ситуаций и достигать требуемых результатов

Реализация технологии деятельностного подхода в практическом преподавании обеспечивается системой дидактических принципов.

Среди уроков деятельностной направленности выделяют:

- уроки «открытия» нового знания;
- уроки рефлексии;
- уроки общеметодологической направленности;
- уроки развивающего контроля.

Для построения урока в рамках ФГОС необходимо определить критерии результативности его.

Цели урока задаются с тенденцией передачи функции от педагога к учащемуся. В ходе учебного занятия педагог использует разнообразные формы, методы и приемы обучения, владеет технологией диалога, сочетает репродуктивную и проблемную формы обучения, принимает и поощряет собственную позицию обучающегося, создает атмосферу сотрудничества, учит обучающихся рефлексии, самоконтролю и самооценке, что способствует развитию общекультурных и профессиональных компетенций.

Структура урока «открытия» нового знания в рамках деятельностного подхода может быть представлена следующим образом:

1. Мотивация к учебной деятельности.
2. Актуализация учебной деятельности.
3. Выявление места и причины затруднения.
4. Построение проекта выхода из затруднения.
5. Реализация построенного проекта.
6. Первичное закрепление.
7. Самостоятельная работа с самопроверкой по эталону.
8. Включение в систему знаний.
9. Рефлексия учебной деятельности.

На первом этапе внедрения в преподавание учебных дисциплин можно, например, формировать такие элементарные общеучебные компетенции:

- извлечение основного содержания прочитанного или услышанного;
- точная формулировка мыслей, построение оригинальных высказываний по заданному вопросу или теме;
- исследование различных вариантов решения задач, выбор наилучшего, принимая во внимание различные критерии;
- сотрудничество с другими (учениками и учителем) при выполнении общего задания;
- планирование действий и времени;
- оценка результатов своей деятельности и т.д.

В реализации деятельностно-компетентностного подхода важна роль педагога, которая заключается в умении:

- научить учащихся учиться;
- перейти от ЗУНовской системы к системе деятельностной;
- сформировать ключевые компетенции;
- научить учащихся брать на себя ответственность в принятии решений;
- пользоваться современными педагогическими технологиями;
- самосовершенствоваться.

Реализация деятельностно-компетентностного подхода нацеливает учащегося и педагога на конечный результат: самостоятельное приобретение конкретных умений, навыков учебной и мыслительной деятельности.

### **Список литературы**

1. Болотов В.А., Сериков В.В. Компетентностная модель: от идеи к образовательной программе // Педагогика. 2003. № 10. С.8–14.
2. Зеер Э.Ф., Павлова А.М., Сыманюк Э.Э. Модернизация профессионального образования: компетентностный подход. М.: Изд-во МПСИ, 2005. 216 с.
3. Ирхина И.В. Современные ориентиры развития школьного образования в России // Гуманитарные и социально-экономические науки. 2005. № 2. С.152–154

## **СОВРЕМЕННЫЙ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ОБУЧЕНИЮ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА РАЗВИТИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ**

**Емельянова Г.М.**  
доцент кафедры химии  
Курского государственного университета  
канд.пед.наук, доцент,  
Россия, г.Курск

**Миловидова Н.Ю.**  
учебный мастер кафедры химии

**Несенова М.В.**  
учитель химии  
МБОУ «Густомойская СОШ»  
Льговского района Курской области.  
Россия, г. Курск

Рассматриваются вопросы дифференцированного подхода как научно-практического направления, изучающий технологии, методы и приемы в целостном образовательном процессе для активизации познавательной активности обучающихся.

*Ключевые слова:* дифференцированный подход, познавательная активность, индивидуализация личности, методы обучения.

Современные тенденции модернизации образования, проявляются в переходе Российской системы образования на новую содержательную модель, которая диктует настоятельную необходимость в дальнейшем развитии образовательных технологий.

В современной науке дифференцированный подход рассматривается как научно-практическое направление, изучающее технологии, методы и приемы в целостном образовательном процессе, ориентированные на организацию условий развития ребенка как активного субъекта собственной жизни и деятельности с учетом психофизиологических и индивидуально-типологических особенностей, уровня психического, интеллектуального развития, интересов, склонностей и т.д.

Дифференцированный подход в обучении химии создаёт новые возможности для повышения познавательной активности обучающегося,

направленной на успешность обучения и наиболее полное обеспечение его индивидуального развития.

На основе сравнительного анализа существующих понятий дифференцированного подхода сконструировано его «рабочее» определение. Дифференцированный подход есть процесс творческого самосознания активной деятельности личности, направленный на приобретение новых знаний посредством развития познавательной активности.

Проблема дифференцированного обучения многогранна. Современная педагогика обычно подходит к ней исходя из концепции, выработанной в 1930–1931 гг. С. Выготским. В отличие от бытовавшей в то время психологической теории, рассматривавшей развитие как синхронный с обучением процесс или как процесс, который идет впереди обучения, Л. С. Выготский исходил из положения, что обучение опережает развитие и осуществляется постольку, поскольку ребёнка обучают. Школьное обучение должно опираться не столько на существующие интеллектуальные свойства ребёнка, сколько на те, которые еще отсутствуют, но для возникновения которых уже имеются предпосылки.

Анализ результатов исследований, которые посвящены развивающему обучению, позволяет сделать для теории дифференциации учебной работы существенные выводы. Во-первых, развитие должно исходить из достигнутого уровня, однако у обучающихся одной возрастной группы этот уровень весьма различен. Таким образом, обучение применительно к каждому отдельному учащемуся может быть развивающим лишь в том случае, если оно будет приспособлено к уровню развития данного ученика, что возможно с помощью индивидуализации учебной работы. Во-вторых, необходимость исходить из достигнутого уровня влечет за собой требование выявления этого уровня у каждого ученика. Соответствующее изучение учащихся следует рассматривать как предпосылку дифференциации обучения.

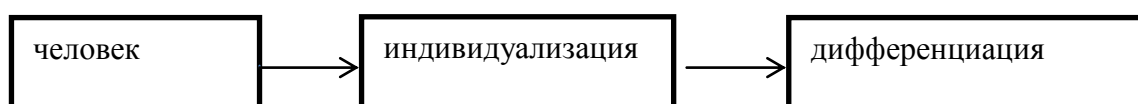
В обучении химии дифференциация имеет особое значение. Это обусловлено спецификой учебного предмета: у одних обучающихся усвоение химии сопряжено со значительными трудностями, а у других проявляются явно

выраженные способности к изучению этого предмета. В данной ситуации учителю важно учитывать как познавательные интересы учащихся, так и индивидуальный темп их развития.

В процессе обучения дифференциация осуществляется прежде всего через применение разноуровневых заданий для обучающихся, выполняемых на уроке с целью закрепления знаний или дома, при подготовке к повторительно-обобщающим урокам, в качестве контрольных заданий на зачётах, контрольных работах и пр.

Анализ форм дифференциации показывает, что, несмотря на всю многогранность данной проблемы нет формы, которая бы в полной мере учитывала психолого-физиологическую природу личности.

Сущность дифференцированного обучения можно выразить следующей схемой:



В основании находится человек, обладающий системой физических и психологических особенностей, определяющих его уникальность. В процессе индивидуализации осуществляется диагностика индивидуальных качеств. Затем учащихся, обладающих сходными особенностями, объединяют в группы и вовлекают в учебный процесс с учетом их индивидуальности.

Рассматривая вопрос формирования знаний, умений и владений на основе теории поэтапного формирования умственных действий, можно сделать вывод, что пропуск одного из этапов формирования действия существенно отражается на его качестве. Особенно сильно сказывается пропуск внешнеречевого этапа, что приводит к замедлению образования новых понятий, затруднению процесса абстрагирования от несущественных признаков и свойств, появлению большого числа ошибок.

Таким образом, для организации учебной деятельности в процессе дифференцированного подхода к изучению химии как фактора развития познавательной активности основной задачей является планирование уроков,

которые, с одной стороны, должны полностью соответствовать требованиям, а с другой стороны, учитывать индивидуальные различия учащихся в рамках данного классного коллектива. В этом случае учитель в процессе обучения не только учитывает имеющиеся у учащихся личностные особенности, но и развивает те, которые выражены слабо. Пожалуй, в этом и состоит главная цель дифференцированного обучения.

При планировании уроков, реализующих дифференцированное обучение школьников, необходимо сочетать разнообразные методы обучения: словесные, наглядные, наглядно-практические и творческо-поисковые. Значимость каждого из них будет зависеть от индивидуальных особенностей учащихся, а в нашем случае от типа восприятия.

Исследование дифференцированного подхода к изучению химии как фактора развития познавательной активности с учётом личностно ориентированных особенностей обучающихся реализовывалось на базе МБОУ «Густомойская СОШ» Льговского района Курской области. Опытно-экспериментальная проверка эффективности дифференцированного обучения была осуществлена в 10-м классе.

Прежде всего мы оценивали психологическое состояние учащихся, изучали качества личности, определяли темперамент, а также проводили цветовой тест Люшера. Этот тест основан на предположении о том, что выбор цвета нередко отражает направленность испытуемого на определенную деятельность, настроение, функциональное состояние. На начальном этапе эксперимента только у 30 % обучающихся данного класса наблюдалось чувство удовлетворённости, стремление к позитивному эмоциональному состоянию. На заключительном этапе педагогического эксперимента уже у 54,5% обучающихся наблюдается положительное настроение, стремление к самоутверждению, деловое возбуждение, активное стремление к деятельности.

При использовании дифференцированной системы обучения мы обратили внимание на большую активность и работоспособность учащихся, убедились,



что разработанная методика понижает утомляемость учащихся, повышает их внимание.

Результаты исследования продемонстрировали реальные возможности дифференцированного подхода на повышение успешности обучения и мотивации, на развитие познавательной активности обучающегося, а также чувства его удовлетворенности учебным процессом.

#### **Список литературы**

1. Бутузов И.Г. Дифференцированное обучение - важное дидактическое средство эффективного обучения школьников. М.: Педагогика, 1968
2. Зимняя И.А. Педагогическая психология. М.: Логос, 2008.

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИИ,  
ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ И ХИМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**Материалы всероссийской научно-практической конференция  
с международным участием,  
посвященной 60-летию образования кафедры химии КГУ**

22 – 24 декабря 2015 г.  
г. Курск

Редактор Н.Д. Собина

Лицензия ИД № 06248 от 12.12.2001 г.  
Курский государственный университет  
305000, г. Курск, ул. Радищева, 33

Подписано в печать 28.12.2015 г.  
Формат 60x84/16. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 10,0. Тираж 100 экз.

---