



**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЗАОЧНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**ВОПРОСЫ
ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК:
БИОЛОГИЯ, ХИМИЯ, ФИЗИКА**

Новосибирск, 2012 г.

УДК 50
ББК 20
В 74

Рецензент — канд. биол. наук, Харченко Виктория Евгеньевна,
Луганский Национальный Аграрный Университет, г. Луганск, Украина

В 74 «Вопросы естественных наук: биология, химия, физика»:
материалы международной заочной научно-практической
конференции. (04 апреля 2012 г.) — Новосибирск:
Изд. «Сибирская ассоциация консультантов», 2012. — 146 с.

ISBN 978-5-4379-0066-6

Сборник трудов международной заочной научно-практической конференции «Вопросы естественных наук: биология, химия, физика» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современных естественных наук.

Данное издание будет полезно аспирантам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития естественных наук.

ББК 20

ISBN 978-5-4379-0066-6

© НП «Сибирская ассоциация консультантов», 2012 г.

Оглавление

Секция 1. Биология	8
1.1. Биологические аспекты сельского хозяйства	8
ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ЛУГОВО- ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ Куликов Сергей Валерьевич Хамова Ольга Федоровна	8
1.2. Биохимия	14
АКТИВНОСТЬ ИНТЕРФЕРОН-ЗАВИСИМОЙ 2', 5' ОЛИГОАДЕНИЛАТ СИНТЕТАЗЫ В ЛИМФОИДНЫХ КЛЕТКАХ ТИМУСА И СЕЛЕЗЕНКИ КРЫС ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ АЛКОГОЛЬНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ Войтенко Валерия Владимировна Компанец Ирина Владимировна Гадилия Алена Петровна Билюк Анастасия Александровна Остапченко Людмила Ивановна	14
1.3. Ботаника	20
АНАТОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ARTEMISIA AUSTRIACA JACQ. ФЛОРЫ КАЗАХСТАНА Иванова Маргарита Юлаевна Ерметова Юлдуз Раматуллаевна Биримжанова Динара Асылбековна Сүлеймен Ерлан Мэлсулы	20
1.4. Зоология	26
ВЛИЯНИЕ КОРМОВОГО РЕЖИМА НА СКОРОСТЬ РАЗВИТИЯ И ВЫЖИВАЕМОСТЬ ЛИЧИНОК КРЕСТОЦВЕТНЫХ КЛОПОВ Хамраев Аловиддин Шамсиддинович Ганджаева Лола Атаназаровна Абдуллаев Икром Искандарович Нурметова Назокат Бахтияровна Рахматуллаева Шохида Халиллаевна Абдуллаева Сарвиноз Ибадуллаевна	26

1.5. Медицинская биология	31
ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ИНФРАКРАСНОГО И КРАСНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА РОСТ КУЛЬТУРЫ ЛАКТОБАКТЕРИЙ	31
Чухрай Ирина Георгиевна Марченко Елена Ивановна Бобкова Ирина Леонидовна Водчиц Александр Иванович Батай Людмила Евгеньевна Дудко Наталья Владимировна	
1.6. Физиология	41
СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ДОФАМИНА В ТИМУСЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПИВА В ПЕРИОД РАННЕГО ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ	41
Герасимова Елена Константиновна	
ВЛИЯНИЕ ГЕПАРИНА И АМИНАЗИНА НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ КРЫС В ТЕСТЕ «ОТКРЫТОЕ ПОЛЕ»	45
Пурсанов Кузьма Анастасович Перепелюк Зоя Владимировна	
ВЛИЯНИЕ ГЕПАРИНА И ЗООТОКСИНОВ НА ЭРИТРОЦИТАРНЫЙ СТАТУС ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ КРЫС	50
Малиновский Дмитрий Сергеевич	
1.7. Экология и природопользование	55
РОДЕНТОГЕННОЕ ОПУСТЫНИВАНИЕ В ЮЖНОМ КАЗАХСТАНЕ	55
Мирзадинов Рашид Абу-Аскарлович Мирзадинов Ильяс Рашидович Абрешов Шамиль Аскарлович Бимырзаев Дауылбай Баймуратович	
МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛАНДШАФТА	64
Мустафаев Жумахан Сулейменович Сейтказиев Адеубай Садакбаевич Успанова Ботагоз Болатовна	

ВЛИЯНИЕ ПАВ НА ПОВЕРХНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПЫЛИ ФОСФОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА Стамкулова Лаура Елуовна Наурызбекова Маржан Нураевна Жадра Атирхановна Шингисбаева Разия Адильбековна Исаева	73
ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОДНОГО ОБЪЕКТА НА ТЕРРИТОРИИ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА, НА ПРИМЕРЕ Г. КАРАГАНДЫ Шуткина Татьяна Михайловна Айткулов Айдар Муратович	77
Секция 2. Химия	82
2.1. Медицинская химия	82
КЛИНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОРРЕКЦИИ ДИСФУНКЦИИ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ ЯНТАРНОЙ КИСЛОТОЙ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ОБОСТРЕНИЙ ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНИ ЛЁГКИХ Фисенко Анна Юрьевна Черников Антон Владимирович Кузьменко Дмитрий Иванович Санжаровская Мария Сергеевна Черногорюк Георгий Эдинович	82
2.2. Неорганическая химия	91
НОВАЯ ФАЗА В ТРОЙНОЙ СИСТЕМЕ ИЗ ОКСИДОВ ЛИТИЯ, МАРГАНЦА (+2) И НИОБИЯ СО СЛОИСТОЙ СТРУКТУРОЙ Ганноченко Алексей Анатольевич	91
2.3. Органическая химия	95
СИНТЕЗ И ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ 1,6- ДИАЛКИЛ-3,4-ДИГИДРОКСИ-2,4-ГЕКСАДИЕН-1,6-ДИОНОВ Карманова Ольга Геннадьевна Козьминых Владислав Олегович Муковоз Петр Петрович	95
ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЛЕЧЕБНОЙ НАФТАЛАНСКОЙ НЕФТИ Мурадов Али Насрулла оглы	102

2.4. Физическая химия	108
ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА ТЕРМИЧЕСКУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ ПОЛИМЕРНЫХ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ Коптелов Игорь Александрович Арсеньев Павел Александрович	108
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И КОНЦЕНТРАЦИИ НА РЕАКТИВНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ИМПЕДАНСА И РЕЗОНАНСНЫЕ ЧАСТОТЫ КОЛЕБАНИЙ ГИДРАТИРОВАННЫХ ИОНОВ K^+ И $CO_2O_22^-$ Клилимник Александр Борисович Слобина Елена Семеновна Новоторцева Анастасия Юрьевна	112
Секция 3. Физика	117
3.1. Радиофизика	117
ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДИОЧАСТОТНОГО ГЛИССАДНОГО КАНАЛА КОМПЛЕКСИРОВАННОЙ НАВИГАЦИОННО- ПОСАДОЧНОЙ АППАРАТУРЫ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ Кондрашов Ярослав Викторович Туренко Дарья Николаевна	117
3.2. Теплофизика и теоретическая теплотехника	122
ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ГЕТЕРОФАЗНОГО КАТАЛИЗА Шулаев Николай Сергеевич Шулаева Екатерина Анатольевна	122
3.3. Физика конденсированного состояния	130
О МЕХАНИЗМЕ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ДИОДОВ НА БАЗЕ $Si:Er$ ПРИ ОБРАТНОМ СМЕЩЕНИИ Зимовец Инна Анатольевна Филатов Дмитрий Олегович	130

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТОК ПОВЕРХНОСТИ СИЛИКАТНОГО СТЕКЛА Волков Петр Вячеславович Брызгалов Александр Николаевич Живулин Дмитрий Евгеньевич	134
ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МИКРО- И НАНОСТРУКТУР МЕТОДОМ ИОННО-ЛУЧЕВОГО ТРАВЛЕНИЯ ЧЕРЕЗ САМООРГАНИЗУЮЩУЮСЯ МАСКУ Кулешов Дмитрий Сергеевич Лапин Вячеслав Анатольевич	138
3.4. Физика полупроводников	142
ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРОВ РАМАНОВСКОГО РАССЕЯНИЯ ПЛЕНОК СПЛАВА $\text{Ge}_{x}\text{Si}_{1-x}$ (100) С РАЗЛИЧНОЙ ДОЛЕЙ ГЕРМАНИЯ Лапин Вячеслав Анатольевич Кулешов Дмитрий Сергеевич	142

СЕКЦИЯ 1.

БИОЛОГИЯ

1.1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Куликов Сергей Валерьевич

канд. с.-х. наук, доцент ОмГТУ, г. Омск

E-mail: sibnhim@km.ru

Хамова Ольга Федоровна

канд. биол. наук, доцент СибНИИСХ, г. Омск

E-mail: sibnhim@km.ru

Решение проблемы повышения плодородия почвы за счет рационального и эффективного использования минеральных и органических удобрений возможно только на основе комплексного подхода, важное значение в котором принадлежит и микробиологическим исследованиям.

Почвенные организмы являются обязательным компонентом любой агроэкосистемы, они обладают мощным ферментативным аппаратом, выполняют многообразные функции в круговороте веществ, обеспечивая постоянное функционирование экосистем в целом, способствуя возрастанию плодородия почвы [9, 4].

Исследования проводились в на полях ОПХ «Омское» СибНИИСХ, расположенных в южной лесостепи Западной Сибири.

Почва опытного участка — лугово-черноземная среднегумусовая среднетяжелосуглинистая с содержанием гумуса 6,4—6,8 %,

валового азота 0,32—0,34 %, валового фосфора 0,16—0,17 %, нитратного азота 8,8—9,0 мг/кг, подвижного фосфора (по Чирикову) 9,9—10,4 мг/100 г, обменного калия 33,9—35,7 мг/100 г, рН водный 6,6 — 6,8.

Влияние минеральных удобрений на биологическую активность почвы изучали в полевом стационарном многофакторном опыте на основе 4-польного зернопарового севооборота со следующим чередованием культур: пар, озимая рожь, просо, ячмень.

В схему опыта включены три фактора:

- фосфорный фон (10, 15, 20, мг/100 г);
- последствие фосфорных удобрений (P_2O_5 — 60,120 д. в. кг/га);
- действие азотных удобрений (N — 30,60 д. в. кг/га).

Закладка опыта проведена методом расщепленных делянок. Повторность трехкратная. Сорт проса: Омское — 16.

Влияние минеральных удобрений на плодородие и экологическое состояние почвы оценивали по численности различных групп микроорганизмов на твердых питательных средах: мясо — пептоном агаре (МПА) для бактерий, утилизирующих органические соединения азота, среде Мишустинной — для олигонитрофилов, среде Муромцева — Герретсена — для бактерий мобилизующих минеральные фосфаты, водный выщелоченный агар с добавлением двойной аммонийно-агниевого соли фосфорной кислоты — для нитрификаторов, подкисленной среде Чапека — для грибов [1]. Активность уреазы в почве определяли методом Гофмана, нитрификационную способность — по Кравкову с инкубацией 21 суток, интенсивность разложения целлюлозы по Тихомировой [10], суммарную биологическую активность методом Ацци в изложении Л. А. Карягиной [5].

Многочисленными исследованиями установлено, что применение минеральных удобрений, как правило, увеличивает численность бактерий, актиномицетов и грибов в почвах [6, 8 и др.].

При этом рост численности микроорганизмов при внесении удобрений связывают с обогащением удобренных почв элементами питания, увеличением размеров экосмоса и корневого опада растений во время вегетационного периода и большим количеством растительных остатков после уборки сельскохозяйственных культур [7]. Не всегда минеральные удобрения оказывают стимулирующее воздействие на численность почвенных микроорганизмов [3]. Степень воздействия различных доз и видов удобрений на микрофлору зависит от физико-химических особенностей исследуемой почвы.

Характер действия минеральных удобрений на общую численность микроорганизмов и их биологическую активность во многом

определяется совокупным влиянием различных экологических факторов: влажностью и температурой почвы, степенью ее окультуренности, видом возделываемой культуры, а также дозой удобрений и длительностью их применения.

Исследования показали, что изучаемая лугово-черноземная почва характеризуется значительной биогенностью, общая численность микроорганизмов растущих на МПА, варьировала от 15,7 до 30,1 млн/г, олигонитрофилов от 51,2 до 107,2 млн/г, нитрификаторов от 1,3 до 3,8 тыс/г, грибов от 20,5 до 69,3 тыс/г, бактерий, мобилизующих минеральные фосфаты от 34,8 до 104,9 млн/г.

Численность микроорганизмов под растениями проса различалась по годам исследований и во многом зависела от метеоусловий, складывающихся в течение вегетационного периода. Так, например, в вегетационный год период которого отличался засушливостью, общая численность микроорганизмов колебалась в пределах 98—215 млн/г, а в годы с благоприятным режимом увлажнения она составляла 180—245 млн/г. Целлюлозолитическая активность, определяемая в естественных полевых условиях, и была в пределах 35,7—69,7 %. Ранее проведенными исследованиями установлено, что количество влаги в почве один из определяющих факторов разложения целлюлозы даже при ограниченных тепловых ресурсах почвы [2].

В среднем за годы исследований не выявлено четких различий в вариантах опыта, но наблюдалась тенденция роста численности микроорганизмов с повышением плодородия почвы по фосфору. В наибольшей степени увеличилось количество олигонитрофилов и нитрификаторов, на 9—25 и 30—60 % соответственно. Применение фосфорных удобрений стимулировало рост численности бактерий, мобилизующих фосфаты, на 20—33 %. Общая численность микроорганизмов соответственно возрастала по мере повышения плодородия почвы на 11—26 % интенсивность разложения целлюлозы колебалась в пределах 10 % относительно контроля не зависимо от обеспеченности почвы подвижным фосфором (табл. 1).

Таблица 1

**Влияние фосфорных фонов на биологическую активность почвы
под растениями проса в 1 грамме абс. сухой почвы**

Показатель	Фосфорный фон		
	Низкий	Средний	Высокий
Бактерии на МПА, млн.	22,4±2,4	24,2±2,6	26,1±3,1
Олигонитрофилы, млн.	74,8±28,5	81,2 ±15,8	93,5±20,1
Фосфатмобилизующие минеральные фосфаты, млн.	50,6±10,4	60,1±9,8	67,1±12,4
Нитрификаторы, тыс.	2,0 ±1,4	2,6 ±1,5	3,2 ±1,8
Грибы, тыс.	37,8 ±10,8	40,5±4,7	41,8±3,5
Общее количество, млн.	147,8±30,8	165,5±24,7	186,7±29,5
Разложение целлюлозы, % в сутки	0,48±0,08	0,50±0,07	0,53±0,11
Нитрификационная способность, N-NO ₃ , мг/кг	19,9±6,7	24,5±5,4	28,6±6,0
Активность уреазы, мг/NH ₃ /г	0,23±0,07	0,25±0,03	0,23±0,03
Суммарная биологическая активность, %	100	140	144

Активность гидролитического фермента уреазы была невысока и практически не изменялась по фонам плодородия.

Увеличение суммарной биологической активности почвы под просом на среднем и высоком фоне плодородия связано с важным значением фосфора в минеральном питании культуры. На обогащенном подвижном фосфором фоне был получен повышенный урожай зерна проса, сформировалась наибольшая масса корневых и пожнивных остатков, что послужило причиной повышения нитрификационной способности почвы и оказало стимулирующее действие на другие показатели биологической активности.

Корреляционный анализ подтверждает тесную положительную связь между содержанием подвижного фосфора в почве и численностью нитрификаторов ($r=0,750\pm0,245$).

Применение азотных удобрений не оказало существенного влияния на биологические свойства почвы под просом (табл. 2), что связано с хорошей обеспеченностью почвы азотом, поскольку предшественником проса была озимая рожь. В слое 0—20 см количество нитратного азота перед посевом в разные годы в зависимости от фосфорного слоя составляло от 9,0—15,0 мг/кг, к фазе выхода в трубку содержание N-NO₃ повышалось за счет минерализационных процессов до 20,0—38,4 мг/кг.

Наибольший урожай зерна проса (2,96 т/га) получен на высоком фосфорном фоне с содержанием подвижного фосфора в почве 20 мг/100 г и с последствием фосфорных туков, внесенных в дозе 120 кг д. в. га. Получены достоверные прибавки урожая зерна проса при улучшении условий фосфорного питания от 0,24—0,35 т/га, от последствия фосфорных удобрений — 0,13—0,32 т/га и от азотных туков — 0,32—0,46 т/га. Установлена корреляционная связь продуктивности проса с численностью нитрификаторов ($r=0,875\pm 0,248$), а также с нитрификационной способностью почвы ($r=0,690\pm 0,188$).

Таблица 2

Влияние азотных удобрений на биологическую активность почвы под растениями проса в 1 грамме абс. сухой почвы

Показатель	Дозы азота, д.в. кг/га		
	0	30	60
Бактерии на МПА, млн.	21,8±2,4	21,8±3,0	25,1±2,6
Олигонитрофилы, млн.	79,5±21,7	71,5±16,7	73,5±23,4
Фосфатмобилизующие минеральные фосфаты, млн.	45,9 ±16,7	59,5±11,8	55,9±14,9
Нитрификаторы, тыс.	2,1 ±1,7	2,4±2,0	3,0 ±1,8
Грибы, тыс.	34,4±7,4	42,8±8,9	39,7±7,7
Общее количество, млн.	147,2±30,7	152,8±34,5	154,8±24,8
Разложение целлюлозы,% в сутки	0,50±0,09	0,54±0,11	0,51±0,09
Нитрификационная способность, N-NO ₃ , мг/кг	24,3 ±6,7	23,6±6,3	26,7±7,2
Активность уреазы, мг/NH ₃ /г	0,20± 00,3	0,21±0,03	0,21±0,03
Суммарная биологическая активность, %	100	107	110

Полученные данные свидетельствуют о влиянии почвенных микроорганизмов на интенсивность почвенных процессов, обеспеченность почвы элементами питания и урожайностью возделываемой культуры.

Таким образом, из изучаемых факторов наибольшее влияние на биологическую активность почвы оказала обеспеченность почвы фосфором. По мере увеличения плодородия почвы по фосфору возрастала численность бактерий мобилизующих фосфаты, олигонитрофилов, нитрификаторов и нитрификационная способность почвы, ее суммарная биологическая активность. Выявлены положительные корреляционные зависимости численности нитрификаторов, нитрификационной способности с содержанием подвижного фосфора в почве, а также с продуктивностью проса ($r=0,625—0,915$).

Список литературы:

1. Аристовская Т. Е., Владимирская М. Е., Голлербах М. М. и др. Большой практикум по микробиологии. — М.: высшая школа, 1962. — 490 с.
2. Безвиконный Е. В., Хамова О. Ф. Разложение целлюлозы в дерново-каштановой почве зоны БАМ // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. — 1990. № 2. — С. 8—12.
3. Выблов Н. Ф. Влияние удобрений на микрофлору серых лесных почв Горного Алтая // Микробные ассоциации и их функционирование в почвах Западной Сибири. — Новосибирск: Наука СО, — 1979. — С. 178—183.
4. Звягинцев Д. А. Почва и микроорганизмы. — М.: Изд-во МГУ, 1987. — 256 с.
5. Карягина Л. А. Микробиологические основы повышения плодородия почв. — Минск: Наука и техника, 1983. — 180 с.
6. Каутская Л. В. Некоторые микробиологические показатели чернозема мощного слабовыщелоченного при длительном применении удобрений // Микроорганизмы как компонент биогеоценоза. — Алма-Ата: Кайнар, — 1982. — С. 115—116.
7. Кураков А. В., Гузеев В. С., Степанов А. П. Минеральные удобрения как фактор антропогенного воздействия на почвенную микрофлору // Микроорганизмы и охрана почв. — М.: МГУ, 1989. — С. 47—85.
8. Михновская А. Д. Влияние минеральных удобрений на формирование микробных сообществ при различных условиях влажности и температуры почвы // Структура и функции микробных сообществ почв с различной антропогенной нагрузкой. — Киев, — 1982. — С. 168—171.
9. Мишустин Е. Н. Удобрения и микробиологические процессы // Агрономическая микробиология. — Л.: Колос — 1976. — С. 191—204.
10. Тихомирова Л. Д. Способ определения эффективного плодородия почвы. А.с. № 338196 СССР.

1.2. БИОХИМИЯ

АКТИВНОСТЬ ИНТЕРФЕРОН-ЗАВИСИМОЙ 2',5' ОЛИГОАДЕНИЛАТ СИНТЕТАЗЫ В ЛИМФОИДНЫХ КЛЕТКАХ ТИМУСА И СЕЛЕЗЕНКИ КРЫС ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ АЛКОГОЛЬНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ

Войтенко Валерия Владимировна

*аспирант, Киевский Национальный Университет им. Т. Шевченко,
УНЦ «Институт биологии», г. Киев*

Компанец Ирина Владимировна

*канд. биол. наук, доцент, Киевский Национальный Университет
им. Т. Шевченко, УНЦ «Институт биологии», г. Киев, Украина*

Гадилия Алена Петровна

*инженер 1-ой категории, Киевский Национальный Университет
им. Т. Шевченко, УНЦ «Институт биологии», г. Киев, Украина*

Билюк Анастасия Александровна

*студент, Киевский Национальный Университет им. Т. Шевченко,
УНЦ «Институт биологии», г. Киев, Украина*

Остапченко Людмила Ивановна

*д-р биол. наук, профессор, Киевский Национальный Университет
им. Т. Шевченко, УНЦ «Институт биологии», г. Киев, Украина
E-mail: vvvoitenko@yahoo.com*

Одним из самых распространенных заболеваний в мире является алкоголизм. Этанол вызывает серьезные изменения метаболизма клеток: нарушает структуру мембран, что приводит к дестабилизации функционирования ферментных каскадов [1]. Имея высокую химическую активность, этанол вступает во взаимодействия с природными соединениями, изменяет и тормозит функционирование биохимических процессов, истощает ферментативные системы, тем самым негативно влияя на состояние отдельных органов и систем и, как следствие, всего организма в целом.

На уровне организма наиболее чувствительна к повреждающему действию алкоголя иммунная система [8]. Установлено, что этанол вызывает дисбаланс продукции про- и противовоспалительных цитокинов, что приводит к возникновению нарушений в сигнальной трансдукции в лимфоидных клетках [11]. У больных хроническим алкоголизмом снижается устойчивость к вирусным заболеваниям (например, к гепатиту С) и возникает хронический воспалительный процесс [12].

Интерферон (ИФН) является одним из основных цитокинов, которые принимают участие в развитии иммунного ответа [6]. Его действие на клетки опосредуется целым рядом сигнальных систем, в частности системой 2',5'-олигоаденилата (2',5'-ОА). Она принимает участие в антивирусной и антипролиферативной защите, иммунной активации, апоптозе, реакции на воспаление [13]. Ключевой фермент этой системы - 2',5'-олигоаденилат-синтетаза (2',5'-ОАС), которая синтезирует регуляторную молекулу 2',5'-ОА. Это приводит к активации латентной в обычных условиях эндорибонуклеазы, которая способна разрушать вирусные и клеточные РНК.

Широко изучаются биохимические процессы, возникающие при хроническом действии алкоголя на иммунную систему [8], но остается малоизученной роль системы 2',5'-ОА, индуцируемой интерфероном. Целью данной работы было изучить активность 2',5'-ОАС в клетках лимфоидных органов (селезенки и тимуса) крыс на модели хронической алкогольной интоксикации, вызванной 28-дневным введением этанола.

Материалы и методы:

Исследования проводили на белых беспородных крысах (самцах) массой 180—200 г, которые содержались на стандартном рационе вивария с свободным доступом к воде. Работа с животными была проведена в соответствии с международными рекомендациями по проведению медико-биологических исследований. Животные были поделены на 2 группы. 1-я группа — контрольные животные; 2-я группа — крысы с хронической алкогольной интоксикацией, которая вызывалась по стандартной методике М. Х. Халилова и Ш. А. Закирходжаева; путем перорального 28-дневного введения крысам 40 %-го раствора этанола из расчета 2 мл на 100 г массы животного раз в сутки [4]. Животных декапитировали на 14, 21 и 28-е сутки эксперимента и выделяли селезенку и тимус. Лимфоциты селезенки и тимуса получали путем центрифугирования клеточной суспензии в градиенте Ficoll-Raque (плотность 1,077) по методике [5]. Клетки замораживали в жидком азоте с последующим размораживанием и центрифугированием со скоростью 10000 г в течение 15 минут для получения кле-

точной фракции (супернатант) [10]. Активность 2',5'-ОАС определяли спектрофотометрическим методом соответственно [9] по количеству неорганического пирофосфата (PPн), который является одним из продуктов синтеза 2',5'-олигоденилата из АТР под действием 2',5' ОАС. Активность энзима выражали в наномолях PPн за 1 мин на 1 мг белка.

Результаты и обсуждение:

Действие этанола на иммунную систему существенно и проявляется, в первую очередь, в снижении иммунитета в целом. Иммунный ответ при алкоголизации организма, может проявляться в нарушении каскадов сигнальной трансдукции, в которой принимают участие большое количество вторичных посредников [8]. Влияние алкоголя на индуцируемую ИФН систему 2',5'-олигоденилата, изучено недостаточно.

В данной работе изучалась активность ключевого фермента сигнальной системы интерферона — 2',5'-олигоденилат-синтетазы в лимфоцитах и тимоцитах крыс при хронической алкогольной интоксикации. Также было изучено влияние этанола на активность этого фермента на фоне действия индуктора ИФН — циклоферона. Циклоферон (10-карбоксилметил-9-акриданон) индуцирует в лимфоцитах синтез ИФН- α и эффективно используется для лечения вирусных заболеваний [2].

Анализ полученных данных показал, что введение крысам этанола в течение 14-ти суток приводит к снижению активности 2',5'-ОАС в лимфоцитах селезенки на 78 % относительно уровня контроля (рис. 1,1). На 21-е сутки эксперимента активность исследуемого фермента снижалась на 67 %, а на 28-е сутки — на 42 % относительно контроля. Инкубация изолированных из селезенки лимфоцитов с индуктором интерферона — циклофероном *in vitro* приводила к возрастанию активности фермента относительно таковой в клетках, которые с препаратом не инкубировались. В лимфоцитах крыс контрольной группы активность 2',5'-ОАС увеличивалась на 281 %; в клетках животных, которым вводили этанол в течение 14, 21 и 28 суток, активность возрастала на 229 %, 239 % и 242 % соответственно. Это свидетельствует о том, что при действии алкоголя угнетается индуцированная циклофероном стимуляция активности данного фермента. Выявленный эффект угнетения стимуляции активности прямо пропорционален снижению активности фермента на разных сроках введения этанола.

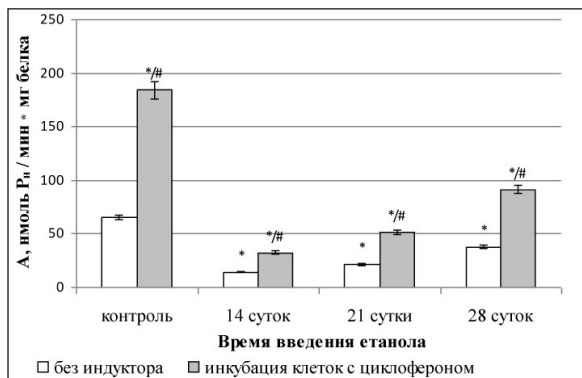
Изучение влияния введения этанола на лимфоциты тимуса крыс показало, что активность 2',5'-ОАС на 14-е, 21-е и 28-е сутки эксперимента уменьшалась на 75 %, 57 % и 31 % соответственно (рис. 1, 2). Индуцированная циклофероном *in vitro* активность фермента в изолированных лимфоцитах тимуса крыс контрольной группы возрастала на

292 %, а на 14-е, 21-е и 28-е сутки введения этанола она увеличивалась на 257 %, 262 % и 274 % соответственно, что сопоставимо с данными, полученными при изучении активности 2',5'-ОАС в лимфоцитах селезенки.

Таким образом, мы показали, что при хронической алкогольной интоксикации снижается активность интерферон-зависимого фермента — 2',5'-ОАС в лимфоцитах селезенки и тимуса крыс. Для клеток обоих лимфоидных органов наблюдается подобная тенденция изменений активности 2',5'-ОАС: ее значения минимальны на 14-сутки введения этанола, на более поздних сроках (21-е и 28-е сутки) она возрастает, но не достигает уровня нормы. При действии этанола угнетается стимуляция активности 2',5'-ОАС в ответ на действие индуктора ИФН — циклоферона *in vitro*. При этом изменения активности аналогичны наблюдаемым в клетках, необработанных индуктором. Причиной снижения активности 2',5'-ОАС может быть подавление синтеза лимфоцитами ИФН, вызванное продолжительным действием этанола. В пользу этого предположения может свидетельствовать выявленная корреляция между снижением активности фермента и угнетением стимуляции его активности в ответ на действие индуктора.

Из данных литературы известно, что при алкоголизме значительно повреждается иммунная система, в частности, нарушается продукция цитокинов иммунокомпетентными клетками [11]. Также показано, что при продолжительном употреблении алкоголя ослабевает способность лейкоцитов крови людей к продукции интерферона в ответ на действие его индукторов *in vitro* — фитогемиглутинина А и конканавалина А [7].

1



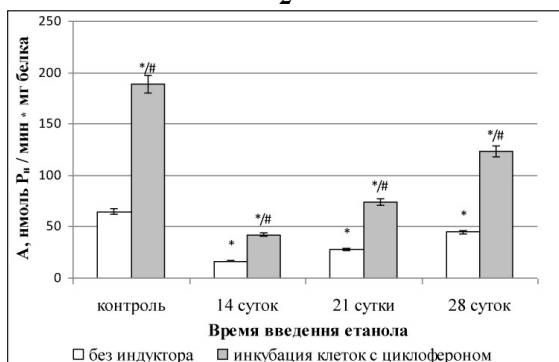


Рис. 1. Активность 2',5'-аденилат-синтетазы в лимфоцитах селезенки (1) и тимуса (2) крыс при введении этанола

Лимфоциты, выделенные из селезенки и тимуса крыс, инкубировались *in vitro* с индуктором интерферона — циклофероном (в концентрации 100 мкг/мл на $5 \cdot 10^6$ клеток/мл)

* — $P \leq 0,05$ относительно контроля (клетки интактных животных),

— $P \leq 0,05$ относительно клеток, которые не инкубировались с циклофероном

Следовательно, недостаток этого цитокина у людей больных хроническим алкоголизмом приводил к развитию нарушений иммунной системы, поскольку он имеет ключевое значение в реализации иммунного ответа.

Этанол вызывает в клетках ярко выраженный оксидативный стресс, проявляющийся в дестабилизации клеточных мембран, а в результате изменение конформации мембранных рецепторов и потеря их способности взаимодействовать с лигандами [3]. Из этого может следовать, что под влиянием этанола также может угнетаться передача сигнала в системе интерферона в лимфоцитах, в результате чего активность исследуемого нами фермента снижается.

Повышение активности 2',5'-ОАС на более поздних стадиях развития алкогольной интоксикации (21-е, 28-е сутки), в сравнении с более ранней (14-е сутки) можно объяснить развитием компенсаторных процессов в лимфоцитах селезенки и тимуса, вследствие чего синтез интерферона может усиливаться.

Изучение функционирования интерферон-зависимой системы 2',5'-ОА при хронической алкогольной интоксикации важно для выяснения механизмов развития иммунного ответа при алкоголизме, а так-

же поиска новых путей коррекции состояния иммунной системы при этой патологии.

Список литературы:

1. Дереча Л. М. Алкоголь и его действие на организм: обзор литературы // Вестник Харьковского национального университета. — 2007. — Вып. 6. — № 788.—С. 7—16.
2. Коваленко А. П., Казаков В. И., Слита А. В. Исследование внутриклеточной локализации циклоферона, связывания его с ДНК и стимуляции экспрессии цитокинов в клетках при воздействии циклоферона // Цитология. — 2000. — т. 42, № 7. — С. 659—663.
3. Семина И., Файзуллин Д., Ступишина Е. Антиалкогольная активность ноотропных препаратов и физические свойства биомембран // Структура и динамика молекулярных систем. — 2003. — вып. X, ч. 2. — С. 246—249.
4. Халилов М. Х., Закихорджаев Ш. Я. К характеристике некоторых патохимических сдвигов в крови, тканях печени и головного мозга при экспериментальной алкогольной интоксикации // Вопросы клиники алкоголизма: Сб. науч. тр., Ташкент, 1983. — С. 38—41.
5. Boyum A. Separation of leucocytes from blood and bone marrow // Scand. J.Clin. Lab. Invest. - 1968. - v. 21. - P. 28—30.
6. Content J. Mechanisms of induction and action of interferons // Verh. K. Acad. Geneesk. Belg. 2009. - 71, № 1-2. - P. 51—71.
7. Daniluk J., Kandefers-Szyszczyńska M. Interferon production by peripheral blood cells of patients with alcoholic liver disease (ALD) // Arch. Immunol. Ther. Exp. (Warsz).—1994.—v. 42, № 3. — P. 231—238
8. Goral J., Karavitis J., Kovacs E. J. Exposure-dependent effects of ethanol on the innate immune system // Alcohol. - 2008. - v. 42, No. 4. — 237—247.
9. Justensen J., Kjeldgaard N. O. Spectrophotometric pyrophosphate assay of 2',5'-oligoadenylate synthetase // Anal. Biochem. - 1992.—v. 207, № 1. - P. 90—93.
10. Mechti N., Affabris E., Romeo G. et al. Role of interferon and 2',5'-oligoadenylate synthetase in erythroid differentiation of Friend leukemia cells // J. Biol. Chem. — 1984. — v. 259, № 5. - P. 3261—3265.
11. Redwine L., Dang J., Hall M., Irwin M. Disordered Sleep, Nocturnal Cytokines, and Immunity in Alcoholics // Psychosomatic Medicine. — 2003. — v. 65. — P. 75—85.
12. Song K., Coleman R. A., Zhu X., et al. Chronic ethanol consumption by mice results in activated splenic T cells // Journal of Leukocyte Biology. — 2002. — v. 72. — P. 1109—1116.
13. Takaoka A., Yanai H. Interferon signalling network in innate defence // Cellular Microbiology. — 2006. — 8, № 6. — P. 907—922.

1.3. БОТАНИКА

АНАТОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ *ARTEMISIA AUSTRIACA* JACQ. ФЛОРЫ КАЗАХСТАНА

Иванова Маргарита Юлаевна

канд. биол. наук, директор, Жезказганский ботанический сад,
Казахстан

E-mail: zhezbotany@mail.ru

Ерметова Юлдуз Раматуллаевна

магистрант, Евразийский национальный университет
им. Л. Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

Биримжанова Динара Асылбековна

доктор PhD, ст. преподаватель, Евразийский национальный
университет им. Л. Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

Сүлеймен Ерлан Мэлсулы

канд. хим. наук, доктор PhD, доцент, кафедра химии, Евразийский
национальный университет им. Л. Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

E-mail: suleimen_em@enu.kz

Artemisia austriaca Jacq. (полынь австрийская) один из видов практических значимых растений — полыни. Вид широко распространен на Евразийском континенте, с этим и связано изучение её учеными разных стран. По этим исследованиям известно, что *A. austriaca* содержит сесквитерпеновые лактоны [1, 15, 19, 20, 23], которые обладают противовоспалительной активностью [13], как агонистов ГАМК-рецепторов [11], влияют на двигательную активность крыс [14] и имеют кардиотоническое действие [13]; эфирные масла [4, 5, 7, 22], имеющие антимикробную [9] и противотуберкулезную [10] активность; и флавоноиды [2, 21]. Изучен аминокислотный [16] и микроэлементный состав надземной части растения [8]. Установлено, что экстракты *A. austriaca* обладают выраженной антиоксидантной активностью [24]. Большое разнообразие биологически активных веществ в полыни обуславливает её практическую ценность.

Установлено, что для всего рода *Artemisia* L. эфирные масла накапливаются в экзогенных образованиях (эфирно-масличных желез-

ках) и схизогенных вместилищах. Ханиной М. А. впервые установлено, что для данного рода характерно наличие трех типов терпеноид-содержащих структур — неспециализированных паренхимных клеток, схизогенных вместилищ и эфиромасличных железок вегетативной и генеративной частей растений, морфология, структура которых, их соотношение и топография являются таксономическим признаком при решении проблем систематики и филогении [3, 17]. В данной статье приведены результаты анатомического исследования *A. austriaca*, произрастающий на территории Казахстана.

Материалы и методы. Заготовку сырья *A. austriaca* проводили вдоль трассы Астана-Павлодар в 1 декаде августа 2011 года.

Исследовались надземные органы *A. austriaca* (листья, стебли и соцветия). Воздушно-сухое сырье размачивали в горячей воде и размягчали в смеси глицерин-спирт-вода дистиллированная в соотношении 1:1:1 [6, 18], кипятили в 5 %-ном водном растворе гидроксида калия. Изготавливали поверхностные препараты и срезы вручную. Рисунки выполняли при помощи аппарата РА-4М. При описании анатомического строения использовали принципы, изложенные в трудах В. Н. Вехова, Л. И. Лотовой [3, 17].

Анатомия. Клетки верхнего эпидермиса равностенные, клеточные стенки прямостенные, на нижней стороне — извилистые (рис. 1). Устьица аномоцитного типа (окружены 4 и более клетками эпидермы) и встречаются на обеих сторонах листа. Листья опушены Т-образными волосками и покрыты эфирно-масличными железками. Опушение в большей степени развито на нижней стороне листа. Железки крупные, овальной формы, приподнимаются над поверхностью эпидермиса. На поперечном срезе видно, что они располагаются на небольшой ножке, внутри секреторные клетки расположены в два ряда и 4 яруса.

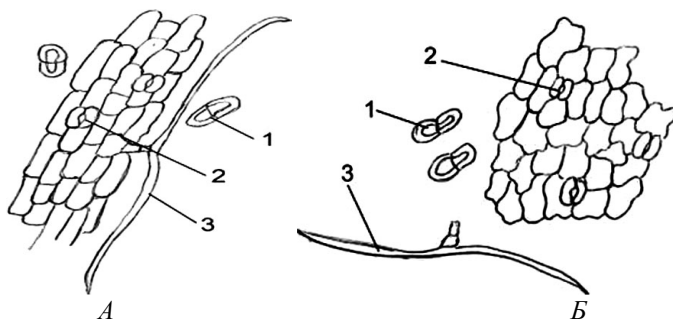


Рис. 1. Препарат листа *A. austriaca* с поверхности. Ув. 15x40

А — верхний эпидермис, *Б* — нижний эпидермис,

1 — эфирно-масличная железка, *2* — устьице, *3* — Т-образный волосок

На поперечном срезе лист удлиненный, изолатерального строения, то есть столбчатый мезофилл образован на обеих сторонах листа (рис. 2),

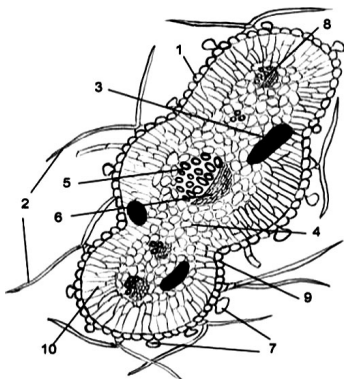


Рис. 2. Поперечный срез листа *A. austriaca*. Ув. 15x40

1 — верхний эпидермис, 2 — Т-образные волоски,
3 — схизогенные вместилища, 4 — губчатый мезофилл, 5 — ксилема,
6 — флоэма, 7 — эфирно-масличная железа, 8 — боковой проводящий пучок, 9 — нижний эпидермис, 10 - столбчатый мезофилл

Основные клетки эпидермиса на поперечном сечении крупные, округлой формы. Хорошо просматриваются Т-образные волоски и приподнятые над поверхностью эфирно-масличные железы.

Мезофилл четко дифференцирован на губчатую и столбчатую ткани, причем столбчатая ткань залегает как под верхним, так и под нижним эпидермисом. Губчатая ткань расположена в центральной части листовой пластинки. В слое мезофилла отмечены овальные и вытянутые темные образования — схизогенные вместилища с каплями эфирного масла.

В области главной жилки расположен проводящий пучок, открытого типа, коллатеральный (ксилема сверху, флоэма снизу); по краям — боковые проводящие пучки.

На поперечном срезе стебель (рис. 3) лопастной, многогранной. По периферии располагается 1-слойный эпидермис с толстым слоем кутикулы и опушением из Т-образным волосков. По углам лопастей находятся участки пластинчатой колленхимы, которая, чередуясь с хлоренхимой, заполняет пространство между ребрами. Хлоренхима состоит из вытянутых и плотно расположенных клеток. 1-слойная эндодерма располагается в виде кольца. Флоэма расположена в виде отдельных тяжей, окаймлена пучками склеренхимы. Клетки ксилемы слиты в кольцо. В центральной части расположены округлые, рыхлые клетки сердцевинной паренхимы.

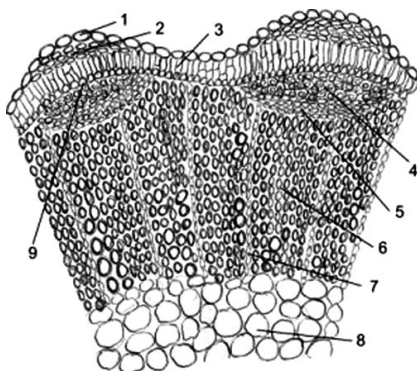


Рис. 3. Поперечный срез стебля *A. austriaca*. Ув. 15x40

1 — эпидермис, 2 — колленхима, 3 — хлоренхима,
4 — склеренхима, 5 — флоэма, 6 — ксилема, 7 — сердцевинные лучи,
8 — сердцевинная паренхима, 9 — эндодерма

Цветки полыни австрийской двух типов: обоеполые и пестичные (рис. 4).

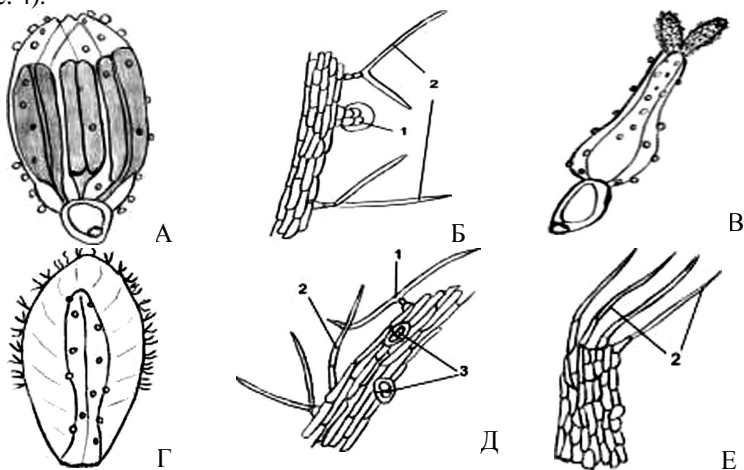


Рис. 4. Поверхностный препарат цветков и листочка обертки *A. austriaca*. Ув. 15x20

А — обоеполый цветок, Б — эпидермис венчика цветка,
В — пестичный цветок, Г — внутренний листочек обертки
цветочной корзинки, Д — эпидермис травянистой части,
Е — эпидермис пленчатого края; 1 — Т-образный волосок,
2 — простые трихомы, 3 — эфирно-масличная железка

Обоеполюй цветок сростнолепестной, широко-колокольчатый, пестичный — узко-трубчатый. Клетки эпидермиса венчика цветка прямоугольные, вытянуты вдоль оси цветка. По поверхности располагаются одиночные или собранные в группы крупные эфирно-масличные железки, преимущественно в апикальной и базальной части. Строение железок сходно с железками листовой пластины. Т-образные волоски образуют густое войлочное опушение.

Листочки обертки серовато-пушистые, наружные толстоватые, ланцетно-линейные или линейные, внутренние эллиптические, по краю пленчатые.

Эпидермис центральной травянистой части состоит из прозенхимных эпидермальных клеток. Вдоль проводящих пучков располагаются равноплечие Т-образные волоски и простые многоклеточные трихомы. Эфирно-масличные железки овальной формы, приподняты над поверхностью.

Эпидермис пленчатого края составлен мелкими, прямо стенными, плотно прилегающими друг к другу клетками. В качестве эпидермальных включений отмечены простые многоклеточные трихомы.

Таким образом, проведено изучение анатомического строения *A. austriaca* и установлены его диагностические признаки.

Список литературы:

1. Адекенов С. М., Айтуганов К. А., Головцов Н. И. Артаусин, новый сесквитерпеновый лактон из *Artemisia austriaca* // Химия природ. соедин. — 1987. — № 1. — С. 148—149.
2. Беленовская Л. М., Коробков А. А. Флаваноиды некоторых видов семейства *Artemisia* (Asteraceae) при введении в культуру в Ленинградской области // Растит. ресурсы. — 2005. — Вып. 41(№ 3). — С. 100—105.
3. Вехов В. Н., Лотова Л. И., Филин В. Р. Практикум по анатомии и морфологии высших растений. — М.: МГУ, 1980. — 560 с.
4. Гольмов В. П., Трофимов В. И., Афанасьев Н. М. Состав масла *Artemisia austriaca* // Журнал общ. химии. — 1948. — № 18. — С. 175—178.
5. Горяев М. И., Тихонова Л. К., Лиштванова Л. Н. Состав эфирного масла. XXIX. Анализ эфирного масла полыни австрийской (*Artemisia austriaca*) // Изв. Академии Наук СССР, Серия хим. — 1967. — Вып. 17(№ 5). — С. 85—88.
6. Долгова А. А., Ладыгина Е. Я. Руководство к практическим занятиям по фармакогнозии. — М.: Медицина, 1977. — 255 с.
7. Коновалов Д. А. Компонентный состав эфирного масла полыни австрийской, произрастающей в Ставропольском крае // Кубанск. научн. мед. вестник. — 2006. — Вып. 10 (№ 91). — С. 38—39.
8. Коновалов Ю. Б. Микроэлементный состав полыни австрийской // Экология и здоровье: сб. науч. тр. — Эссендуки: Ассоциация мед. центров Юнеско, 2004. — Вып. 8. — С. 206—210.

9. Коновалов Ю. Б., Коновалов Д. А. Антимикробная активность эфирного масла полыни австрийской // Научное обозрение. — 2005. — № 3. — С. 11—12.
10. Коновалов Ю. Б., Коновалов Д. А. Противотуберкулезная активность эфирного масла полыни австрийской // Научное обозрение. — 2005. — № 3. — С. 13—15.
11. Коновалов Ю. Б., Коновалов Д. А., Ивашев М. Н. Сесквитерпеновые лактоны как агонисты ГАМК-рецепторов // Человек и лекарство: тез. докл. 9 Рос. нац. конгр. 8—12 апр. 2006 г. — М., 2006. — С. 542.
12. Коновалов Ю. Б., Коновалов Д. А., Назарова Л. Е., Оганова М. А. Влияние сесквитерпенового лактона аустрицина на некоторые показатели работы сердца // Вестник Воронежского государств. универс. Серия: Химия. Биология. Фармация. — 2006. — № 2. — С. 284—286.
13. Коновалов Ю. Б., Коновалов Д. А., Огурцов Ю. А. Противовоспалительная активность сесквитерпеновых лактонов полыни австрийской // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сб. науч. тр. — Пятигорск, 2006. — Вып. 62. — С. 487—488.
14. Коновалов Ю. Б., Коновалов Д. А., Чуракова Г. В., Корочинский А. В., Струговщик Ю. С., Гончарова В.В.О влиянии суммы сесквитерпеновых лактонов полыни австрийской на двигательную активность крыс // Дни науки: науч. тр. № 29. — Пятигорск, 2005. — С. 89—91.
15. Коновалов Ю. Б., Мезенова Т. Д., Коновалов Д. А., Динамика накопления сесквитерпеновых лактонов в полыни австрийской (*Artemisia austriaca*) // Фармация. — 2006. — № 6. — С. 9.
16. Коновалов Ю. Б., Мезенова Т. Д., Коновалов Д. А. Изучение аминокислотного состава полыни австрийской методом тонкослойной хроматографии // Дни науки: науч. тр. № 29. — Пятигорск, 2005. — С. 149—151.
17. Лотова Л. И. Ботаника: Морфология и анатомия высших растений. — М.: ДомКнига. — 2007. — 512 с.
18. Прозина М. Н. Ботаническая микротехника. — М.: Высшая школа, 1960. — 206 с.
19. Рыбалко К. С. Сесквитерпеновый лактон *Artemisia leucodes* and *A. austriaca* // Журнал общ. химии. — 1963. — Вып. 33 (№ 8). — С. 2734—2739.
20. Рыбалко К. С., Баньковская А. Н., Евстратова Р. И. Сесквитерпеновый лактон из *Artemisia austriaca* // Мед. Пром. СССР. — 1962. — Вып. 16 (№ 3). — С. 13—14.
21. Cubukcu B., Melikoglu G. Flavanoids of *Artemisia austriaca* // *Planta Medica* — 1995. — 61(5). — P. 488.
22. Guvenalp Z., Cakir A., Harmandar M., Gleispach H. The essential oils of *Artemisia austriaca* Jacq. and *Artemisia spicigera* C. Koch. from Turkey // *Flavour and Fragrance Journal*. — 1998. — V.13(1). — P. 26—28.
23. Melikoglu G. A sesquiterpene lactone from *Artemisia austriaca* // *Journal of Faculty of Pharmacy of Istanbul University*. — 1998. — 32 — P. 9—11.
24. Ozgen U., Mavi A., Terzi Z., Coskun M., Yildirim A. Antioxidant activities and total phenolic compounds amount of some Asteraceae species // *Turkish Journal of Pharm. Sci.* — 2004. — V.1(3). — P. 203—216.

1.4. ЗООЛОГИЯ

ВЛИЯНИЕ КОРМОВОГО РЕЖИМА НА СКОРОСТЬ РАЗВИТИЯ И ВЫЖИВАЕМОСТЬ ЛИЧИНОК КРЕСТОЦВЕТНЫХ КЛОПОВ

Хамраев Аловиддин Шамсиддинович
д-р биол. наук, профессор Институт зоологии АН РУз, г. Ташкент,
Узбекистан
E-mail: zool_uz@uzsci.net

Ганджаева Лола Атаназаровна
соискатель, Ургенческий государственный университет, г. Ургенч,
Узбекистан
E-mail: tulipa_83@mail.ru

Абдуллаев Икром Искандарович
канд. биол. наук, доцент, Ургенческий государственный университет,
г. Ургенч, Узбекистан
E-mail: a_ikrom@mail.ru

Нурметова Назокат Бахтияровна
студентка факультета Естествознания и географии, Ургенческий
государственный университет, г. Ургенч, Узбекистан

Рахматуллаева Шохида Халиллаевна
студентка факультета Естествознания и географии, Ургенческий
государственный университет, г. Ургенч, Узбекистан

Абдуллаева Сарвиноз Ибадуллаевна
студентка факультета Естествознания и географии, Ургенческий
государственный университет, г. Ургенч, Узбекистан
E-mail: sarvinoz_2238@mail.ru

Изучение роли кормовых растений в жизни личинок имеет решающее значение в биологии и экологии вредителей. Отсюда возникла необходимость подробного изучения кормовых растений личинок крестоцветных клопов с точки зрения их развития, роста, питания и выживаемости личинок. Работа проводилась с мая по сентябрь 2007—2008 гг в Ургенче, в условиях лабораторной температуры воздуха от 18° до 32°С. Относительная влажность во всех случаях поддерживалась на уровне

35—50 %. Методика исследования влияния пищевого режима на скорость развития и выживаемость заключалась в воспитании личинок на определенных растениях с момента выхода их из яйца до линьки на имаго.

Остальные условия и методика опытов в основном были те же, что и при опытах по изучению температурного режима, с той лишь разницей, что личинки воспитывались на различных растениях. В качестве корма предлагалось 15 видов растений 7 семейств: 1) Крестоцветные; 2) Злаковые; 3) Лилейные; 4) Бобовые; 5) Пасленовые; 6) Маревые и 7) Сложноцветные. Каждая серия опытов состояла из 5 повторностей. В каждой серии опытов испытывались от 50 до 150 личинок каждого вида. Длительность развития отдельных возрастов личинок отмечалась от 50 до 150 личинок каждого вида. Длительность развития отдельных возрастов личинок отмечалась путем просмотра личинок несколько раз в день, точно отмечался возраст каждой погибшей личинки [2, с. 28].

В результате работы в 2007 году были определены кормовые связи личинок отдельных видов, а также выяснены различия в питании определенными частями кормовых растений. Кроме того, был выявлен круг кормовых растений, при питании которыми клопы достигают половозрелого состояния. Полученные нами данные показывают, что питание различными растениями, даже отдельными органами одного и того же кормового растения, вызывает различие в темпах развития личинок и степени их выживаемости (табл. 1.).

Как видно из данных таблицы 1. наибольшая выживаемость и наиболее короткий срок развития личинок *E. maracandica* наблюдается при питании семенной капустой и семенным редисом, хреном, кочанной капустой и клоповниками, наименьшая выживаемость и наиболее медленное развитие личинок наблюдается при питании листьями репы, брюквы и сурепки.

Успешное развитие и наименьший процент смертности личинок *E. Wilkinsi* наблюдается при питании на клоповнике, семенном редисе, капусте, большой процент смертности и более длительный срок развития личинок — при питании листьями хрена, редиса, капусты, сурепки и репы [1, с. 472].

Физиологическая реакция личинок клопов на питание вегетативными и генеративными частями растений не одинакова. Из данных таблицы 1. видно, что наиболее быстрое развитие личинок обоих видов отмечается при их питании генеративными органами растений (стручками). Питание вегетативными частями того же вида растения обуславливает более медленное развитие личинок. Особенно резко эта зависимость выражена у личинок *E. Wilkinsi* при питании листьями культурных крестоцветных.

Таблица 1

Влияние кормового режима на скорость развития и выживаемость крестоцветных клопов

Кормовые растения	Количество личинок в опыте	Среднесуточная температура за период развития	Общая продолжительность развития личинок (в сутках)		Общая сертность личинок, в %	
			E.maracandica	E.Wilkinsi	E.maracandica	E.Wilkinsi
Листья капусты	75	28,5	28,5	31,5	20,5	60
Стручки капусты	75	29	28,8	27,6	10	15
Листья редиса	100	27,5	30,6	33,5	30	40
Стручки редиса	100	28	27,8	30,2	15	21
Листья хрена	125	26,2	29,8	34,5	13	55
Листья репы	50	27,8	31,2	33,5	28,9	60
Листья брюквы	60	27,8	34,5	36,7	29,7	63
Листья клоповника	75	28,4	28,6	30,2	58	12
Генеративные органы клоповника	75	29,5	25,6	22,4	37	8
Сурепки	50	30	22,5	23,4	48	28
Рис	50	26,8	—	—	100	100
Люцерна	50	27	—	—	100	100
Картофель	50	28	—	—	100	100

В опытах с трюфотоксисами личинок оказалось, что из двадцати видов предложенных растений личинки *E. maracandica* в большом количестве сосредоточивались на пяти, оказав наибольшее предпочтение капусте, редису, хрену, клоповнику и репе. Совсем их не было на листьях брюквы, гулявника, салата, горохе, укропе и др.

Личинки *E. Wilkinsi* в большом количестве сосредоточивались на клоповнике (широколистном), клоповнике, семенной капусте, редисе и гулявнике, не оказалось их на салате, укропе, кукурузе, свекле и др. При этом нужно отметить, что главная масса личинок обоих видов клопов сосредоточивалась на растениях цветущих в данный момент.

Исследования вопроса было продолжено в естественных условиях на «зеленом циферблате» в огороде университета. Результаты наблюдений приведены в таблице 2.

Таблица 2

Распределение личинок крестоцветных клопов по кормовым растениям на «зеленом циферблате» 25.VI — 3.VII. 2007 г.

№	Виды растений	Количество личинок при выпуске		Через 8 дней 3.VII	
		<i>E. Wilkinsi</i> Dist.	<i>E. maracandica</i> Osh.	<i>E. Wilkinsi</i> Dist.	<i>E. maracandica</i> Osh.
1.	Капуста	4	2	26	18
2.	Семенная капуста	6	3	172	65
3.	Хрен	8	2	40	12
4.	Редис	4	2	60	43
5.	Редис (цвел)	4	6	158	136
6.	Клоповник	5	10	30	105
7.	Клоповник (широколистный)	6	8	15	53
8.	Репка	—	3	18	12
9.	Брюква	—	1	14	10
10.	Салат	—	—	—	—
11.	Гулявник	—	4	4	13
12.	Кукуруза	—	—	—	—
13.	Горох	—	—	—	—
14.	Помидоры	—	—	—	—
15.	Укроп	—	—	—	—
16.	Картофель	—	—	—	—
17.	Лук	—	—	—	—
18.	Люцерна	—	—	—	—
19.	Шпинат	—	—	—	—
20.	Пшеница	—	—	—	—

Таким образом, и в данном опыте личинки клопа оказали предпочтение отдельным видам крестоцветных растений и не поселились на растениях других семейств. В момент выпуска личинок «циферблат» на поле цвела семенная капуста и редиска, поэтому они привлекли наибольшую массу личинок. Все остальные культурные крестоцветные не имели соцветия, и очевидно, поэтому мало привлекли личинок.

Таким образом, можно прийти к следующим выводам. Динамика скорости развития и выживаемости личинок на сорных культурных крестоцветных растениях зависит от свойств растений, изменяющихся как под влиянием физико-географических и агротехнических факторов, так и в связи с развитием и старением растения. В течении всего вегетативного периода переход от питания вегетативными частями к питанию генеративными органами растения способствует сохранению высокой жизнеспособности личинок крестоцветных клопов, благодаря соответствующему распределению белковых и иных веществ растений.

Список литературы:

1. Исаичева В. И. Защита растений от вредителей. — М., «Колос», 2002. — 472 с.
2. Серяев В. В., Сычева И. В., Под ред. Г. К. Андросова. Методические указания для лабораторно-практических занятий по защите растений (энтомология). Брянск. Издательство Брянской ГСХА, 2004. 28 с.

1.5. МЕДИЦИНСКАЯ БИОЛОГИЯ

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ИНФРАКРАСНОГО И КРАСНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА РОСТ КУЛЬТУРЫ ЛАКТОБАКТЕРИЙ

Чухрай Ирина Георгиевна

*канд. мед. наук, доцент кафедры терапевтической стоматологии,
БелМАПО, г. Минск, Беларусь*

Марченко Елена Ивановна

*канд. мед. наук, доцент кафедры терапевтической стоматологии,
БелМАПО, г. Минск, Беларусь*

Бобкова Ирина Леонидовна

*аспирант кафедры терапевтической стоматологии, и БелМАПО,
г. Минск, Беларусь*

Водчиц Александр Иванович

*канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр., Институт физики НАН
Беларуси, г. Минск, Беларусь*

Батай Людмила Евгеньевна

*канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр., Институт физики НАН
Беларуси, г. Минск, Беларусь*

Дудко Наталья Владимировна

*начальник лаборатории исследований и испытаний частного
унитарного предприятия «Диалек», г. Минск, Беларусь
E-mail: sovenokby@tut.by*

Аннотация. Болезни пародонта характеризуются высокой распространенностью у взрослого населения. Актуален поиск новых эффективных методов лечения гингивитов и пародонтитов. Одним из путей повышения эффективности лечения данной патологии является применение комплексных методов лечения, основанных на сочетании лазерного излучения с медикаментозным воздействием. Целью работы являлось исследование влияния низкоинтенсивного лазерного излуче-

ния инфракрасного и красного спектра на рост культуры лактобактерий, являющихся действующим началом пробиотического препарата «Диалакт» (УП «Диалек», РБ).

Введение. Болезни пародонта относятся к числу наиболее распространенных стоматологических заболеваний. Так, по данным эпидемиологических исследований, проведенных в Республике Беларусь в 2006 году, у пациентов возрастной группы 35—44 года болезни пародонта зарегистрированы в $92,5 \pm 1,3$ % случаев. Взаимосвязь патологии пародонта с общим состоянием здоровья пациентов, установленная многочисленными научными исследованиями, обусловлена нарушениями метаболизма, гемодинамики, нейрорегуляции, иммунологического статуса, а также сдвигами микробиоценоза. Хроническая системная патология и заболевания пародонта способны оказывать друг на друга взаимоотягощающее влияние, при этом традиционные лечебные воздействия у таких пациентов зачастую оказываются недостаточно результативными [13]. Учитывая высокую частоту встречаемости системных заболеваний у пациентов с патологией пародонта, актуален поиск новых эффективных методов лечения с использованием средств, оказывающих комплексное воздействие на ткани пародонта.

Лазерная терапия, основанная на использовании низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ), относится к числу наиболее перспективных методов в современной физической медицине. Данный вид излучения в последнее время широко используется для лечения различных стоматологических заболеваний. Значительное влияние на результат воздействия НИЛИ оказывает длина волны, которая определяет глубину проникновения лазерного излучения. В лазерной терапии обычно применяется световое излучение в красном и ближнем инфракрасном спектральном диапазоне. Действие его на организм связано с поглощением лучей поверхностными слоями кожи и слизистых оболочек. Данное излучение обладает анальгезирующим, противовоспалительным действием, ликвидирует отек и гипоксию в тканях за счет улучшения микроциркуляции, стимулирует регенерацию путем стимуляции дифференцировки фибробластов. Под воздействием лазерного света на твердые ткани зуба усиливается метаболизм клеточных элементов пульпы. При облучении эмали происходят структурные изменения, способствующие увеличению содержания кальция и фосфора, уменьшающие кислотное растворение эмали (Myers M.L, 1991).

Такие параметры излучения генерируют лазерные аппараты производства РБ Снаг (0,81 мкм, 0,98 мкм, 1,06 мкм), Родник-1 (0,845—0,9 мкм, 0,67 мкм), Люзар-МП (0,82 мкм, 0,6 мкм), «Вектор -03; -04» (0,65 мкм), Матрикс-стоматолог (0,81 мкм, 0,633 мкм), Милта-Ф-5-01(0,85-0,95 мкм, 0,63 мкм), Узор-А-2К-Профи (0,86 мкм, 0,63 мкм), Шатл-комби (0,632 мкм, 0,87 мкм), Скаляр-панатрон (0,86 мкм, 0,63 мкм) ,

Латон (0,84 мкм, 0,65 мкм) , Лост-02 (0,65 мкм), Рефтон-01-ФЛС (0,65 мкм), которыми оснащены учреждения здравоохранения.

Одним их путей повышения эффективности лазерной терапии является применение комплексных методов лечения, основанных на сочетании лазерного излучения с медикаментозным лечением [16]. Поскольку ведущая роль в развитии болезней пародонта принадлежит микроорганизмам, целесообразно включение в схему лечения препаратов, оказывающих воздействие на патогенную микрофлору.

В настоящее время перспективным направлением в медицине является использование пробиотиков — лекарственных препаратов, которые содержат в составе живые микроорганизмы, являющиеся представителями нормальной микрофлоры человека. Постоянная микрофлора полости рта служит биологическим барьером, препятствующим размножению патогенной флоры. Среди представителей нормальной микробиоценоза полости рта наибольшее физиологическое значение принадлежит роду *Lactobacillus*. Лактобациллы – микроаэрофильные, грамположительные бактерии, не образующие спор и не продуцирующие каталазу. Они входят в состав резидентной микрофлоры полости рта. Их количественное содержание в полости рта здоровых людей составляет 10^3 — 10^4 КОЕ/мл [2]. Антагонизм молочнокислых бактерий в отношении микроорганизмов обусловлен образованием молочной кислоты, продукцией других антимикробных и антибиотикоподобных субстанций: лизоцима, перекиси водорода, бактерицинов (лактацинов), короткоцепочечных жирных кислот, диацетила [2, 6, 15], а также конкуренцией за рецепторы для адгезинов на поверхности клеток макроорганизма. Пробиотики, содержащие лактобактерии, также оказывают иммуностимулирующее действие, не имеют побочных эффектов и противопоказаний при местном использовании [3, 4]. Учитывая различные патогенетические механизмы влияния НИЛИ и пробиотика, представляется перспективным использование их сочетанного воздействия при лечении заболеваний пародонта. Выбор препарата, содержащего лактобактерии, обусловлен также их более эффективным восстановлением нормальной микрофлоры при пародонтитах по сравнению с бифидумбактериями [3].

Однако вопросы взаимодействия живых культур пробиотиков с лазерным излучением, широко применяемым в стоматологической практике, требуют тщательного изучения. В литературе имеются весьма противоречивые сведения, касающиеся оценки воздействия низкоинтенсивного лазера на живые микроорганизмы [11, 14]. Некоторые авторы утверждают, что НИЛИ не оказывает выраженного непосредственного бактерицидного или бактериостатического действия на микробную клетку. В других исследованиях отмечают положительное влияние НИЛИ на рост некоторых микроорганизмов [10].

Выбор оптимальных длин волн излучения (в том числе не совпадающих с традиционно используемыми), с точки зрения отсутствия угнетающего воздействия на рост лактобактерий, входящих в состав пробиотика, представляет актуальную практическую задачу.

Целью работы являлось исследование влияния низкоинтенсивного красного и инфракрасного лазерного излучения спектральных областей $\sim 0,65$ мкм, $\sim 0,81$ мкм, $\sim 1,3$ мкм и ~ 2 мкм в дозе облучения $0,6 \text{ Дж/см}^2$ на рост культуры лактобактерий, входящих в качестве основного действующего начала в состав отечественного пробиотического препарата «Диалакт» (УП «Диалек», Республика Беларусь).

Материалы и методы. В качестве излучателей использовались: лазерные диоды (номинальная длина волны излучения в максимуме — $0,65$ мкм (аппарат «Вектор -03» (УП Азгар, РБ) и $0,806$ мкм при температуре 25°C (производитель — «АТС», С.-Петербург, Россия), диодно-накачиваемый неодимовый лазер, генерирующий в канале $\sim 1,3$ мкм и диодно-накачиваемый тулиевый лазер (экспериментальный образец, длина волны излучения в максимуме — $1,96$ мкм, ширина спектра ~ 10 нм), генерирующие в непрерывном режиме. Излучение лазеров выводилось в кварцевый оптический световод с диаметром ядра 600 мкм, стыкующийся со специальной насадкой, обеспечивающей сглаженное распределение интенсивности выходного излучения на площади $\sim 1 \text{ см}^2$. Облучение бактериальных культур проводилось при плотности мощности излучения 15 мВт/см^2 , время воздействия составляло 40 с, что соответствовало дозе $0,6 \text{ Дж/см}^2$. Данные параметры облучения были разработаны на кафедре терапевтической стоматологии БелМАПО в рамках государственной научно-технической программы по теме «Разработать хирургический метод лечения заболеваний тканей пародонта и апикального периодонта с использованием препарата гидроксипатита и низкоинтенсивного лазера» [8, 9].

В качестве лекарственного средства нами был использован препарат «Диалакт» производства Республики Беларусь. Действующее начало «Диалакта» представляет собой лиофилизированную микробную массу живого антагонистически активного штамма лактобактерий (*Lactobacillus acidophilus* Ke-10). В одной дозе препарата содержится не менее 10^8 живых особей лактобацилл. Вспомогательными компонентами являются цитрат натрия ($0,15\%$), молоко сухое обезжиренное (до 15%). Сухой препарат «Диалакт» готовили к применению согласно инструкции фирмы-производителя, после чего получали разведения $-2 (10^7)$, $-3 (10^6)$ и $-4 (10^5)$, в которых наблюдали изолированный рост колоний лактобактерий. Подготовленный препарат объемом $0,1$ мл равномерно наносили на селективную питательную среду Рогоза-Шарпа-Мана, предварительно разлитую в чашки Петри. Облучение культуры лактобактерий производили через отверстие площадью $\sim 1 \text{ см}^2$

специального стерильного шаблона, после чего чашки Петри устанавливали в эксикатор и помещали в термостат на 48 часов при температуре 37⁰С. Подсчет числа выросших колоний производили на третьи сутки. При этом общую площадь чашки Петри условно делили на 4 равных сегмента, два из которых подвергали облучению. Подсчет количества колоний в этих сегментах позволял оценить влияние НИЛИ на жизнедеятельность лактобактерий. Число колоний в двух других сегментах, не подвергавшихся облучению, составляло контрольное значение. В ходе эксперимента было изучено 612 образцов. Данные о количестве и структуре исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Количество микробиологических исследований

Длина волны	Количество исследований						Всего
	Разведение –2		Разведение –3		Разведение –4		
	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	
0,65 мкм	24	24	31	31	25	25	160
0,81 мкм	23	23	27	27	20	20	140
1,3 мкм	27	27	21	21	23	23	142
2,0 мкм	24	24	30	30	31	31	170
Всего	98	98	109	109	99	99	612

Статистическая обработка экспериментальных данных производилась с использованием программного пакета «Статистика 8». Различия считались достоверными при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты.

Полученные результаты представлены в табл. 2—5.

Таблица 2

Количество колоний лактобактерий после воздействия НИЛИ с длиной волны 0,65 мкм

Статистический показатель	Разведение					
	–2		–3		–4	
	опыт (n=24)	контроль (n=24)	опыт (n=31)	контроль (n=31)	опыт (n=25)	контроль (n=25)
M(SD)	145,6±22,6	133,4±19,6	69±8,4	48,3±6,2	28,5±3,1	19,6±1,9
Me [LQ/UQ]	78 [19; 248]	69,5 [13; 273,5]	42 [25,3;106,3]	31,5 [18; 79,3]	27 [20,5;35]	20 [14; 26,5]
p парный критерий Вилкоксона	P=0,07		P=0,0001		P=0,0001	

Статистическая обработка экспериментальных данных показала, что при облучении культуры лактобактерий НИЛИ с длиной волны 0,65 мкм в разведении –2 количество колоний лактобактерий в опыте по сравнению с контролем возросло, однако увеличение оказалось статистически недостоверным. При изучении влияния этой длины волны на культуру в разведении –3 полученные данные достоверно различались (78 [19;248] и 69,5 [13;273,5] соответственно), а при облучении культуры в разведении –4 количество колоний по сравнению с контролем возросло в 1,3 раза.

Таблица 3

Количество колоний лактобактерий после воздействия НИЛИ с длиной волны 0,81 мкм

Статистический показатель	Разведение					
	–2		–3		–4	
	опыт (n=23)	контроль (n=23)	опыт (n=27)	контроль (n=27)	опыт (n=20)	контроль (n=20)
M(SD)	120,1±9,7	114,2±9,6	53,8±5,1	50,6±4,1	24,3±4,2	20,5±3,4
Me [LQ/UQ]	118,5 [91,3;130,8]	105 [95,8;114,3]	47 [30;80]	44 [37;65]	18,5 [9;38]	15,5 [6,3;35,5]
p парный критерий Вилкоксона	P=0,23		P=0,13		P=0,009	

При облучении культуры НИЛИ с длиной волны 0,81 мкм во всех трех разведениях не было получено статистически значимых различий.

Облучение культуры лактобактерий в разведении –2 и –4 лазерным излучением с длиной волны 1,3 мкм выявило статистически достоверные различия между группами. Количество колоний лактобактерий в опытной группе увеличилось на 30 % по сравнению с контрольной. Воздействие излучения с теми же параметрами на культуру в разведении –3 не привело к достоверным изменениям (табл. 4).

Таблица 4

**Количество колоний лактобактерий после воздействия
НИЛИ с длиной волны 1,3 мкм**

Статистический показатель	Разведение					
	-2		-3		-4	
	опыт (n=27)	контроль (n=27)	опыт (n=21)	контроль (n=21)	опыт (n=23)	контроль (n=23)
M(SD)	119,6±14,4	88,8±10,2	36,3±5,1	29,3±3	9,9±2,4	4,48±0,9
Me [LQ/UQ]	128,5 [40,5;184]	99 [28,5;136,8]	29,5 [16;61,5]	30,5 [16,5;41,3]	6 [2,5;14]	3 [2;5,5]
p парный критерий Вилкоксона	P=0,0001		P=0,1		P=0,002	

Таблица 5

**Количество колоний лактобактерий после воздействия
НИЛИ с длиной волны 2 мкм**

Статистический показатель	Разведение					
	-2		-3		-4	
	опыт (n=24)	контроль (n=24)	опыт (n=30)	контроль (n=30)	опыт (n=31)	контроль (n=31)
M(SD)	135,5±6,9	93,6±6,1	42,6±6,7	34±5,5	33,9±6,6	27,3±5,1
Me [LQ/UQ]	145 [116;151]	93 [87;97]	23,5 [15,5;56,8]	23,5 [9,8;44,3]	23 [7; 47,5]	23 [3,5;32,5]
p парный критерий Вилкоксона	P=0,003		P=0,001		P=0,002	

При облучении культуры лактобактерий лазером с длиной волны 2 мкм количество колоний по отношению к контролю возрастало в 1,5 раза при разведении препарата в степенях -2 и -4, и в среднем в 1,4 раза при разведении в -3 степени.

Можно предположить, что начальным пусковым моментом биологического действия низкоинтенсивного лазерного с длиной волны 0,65 мкм является локальный нагрев, который вызывает высвобождение ионов кальция из внутриклеточного депо и распространение их в цитозоле клетки, что инициирует различные кальцийзависимые процессы [16]. После этого в живых тканях развиваются такие вторич-

ные адаптационные и компенсаторные реакции, как активизация метаболизма клеток, повышение их функциональной активности и др.

Лазерное излучение спектрального диапазона 0,8 мкм широко используется как в терапии, так и хирургической медицинской практике, в том числе в стоматологии. Терапевтические стоматологические лазеры данного диапазона спектра в основном представлены различными лазерными диодами (~800—830 нм, ~980 нм). Не вызывают сомнения различные биологические эффекты, возникающие в ответ на воздействие данного излучения. Низкоинтенсивное лазерное излучение спектральной области 0,8 мкм обладает противовоспалительным, противоотечным, противомикробным, обезболивающим действием, нормализует микроциркуляцию в тканях периодонта и слизистой оболочки полости рта, усиливает регенерацию тканей (в том числе костной). Можно полагать, что основным механизмом действия таких лазеров является поглощение их излучения молекулой гемоглобина, коэффициент поглощения которого в данной области значительно выше в сравнении с другими молекулярными компонентами крови. Отсутствие данного первичного акцептора в культуре лактобактерий позволяет объяснить отсутствие выраженного влияния излучения спектральной области 0,8 мкм на их жизнедеятельность.

Эффект воздействия излучения с длиной волны ~1,3 мкм на культуру лактобактерий, в соответствии с литературными данными, можно связать с тем, что лазерный свет с такими параметрами генерирует высокоэнергетический синглетный (возбужденный) кислород [14, 16]. Последний, воздействуя на клеточные мембраны, изменяет антигенные свойства тканей, ведет к изменению структуры ряда соединений, содержащих двойные химические связи — его акцепторы (пуриновых и пиримидиновых оснований, ненасыщенных жирных кислот, фосфолипидов и т. д.). После этого в живых тканях развиваются такие вторичные адаптационные и компенсаторные реакции, как активизация метаболизма клеток, повышение их функциональной активности и др.

Эффект влияния излучения с длиной волны ~2 мкм, на культуру лактобактерий, по-видимому, можно связать с наличием универсального первичного акцептора в этой спектральной области. Известно, что данная область совпадает с одним из интенсивных максимумов поглощения воды, в котором коэффициент поглощения приближается к 100 см^{-1} .

При выборе параметров лазерного излучения необходимо учитывать оснащение учреждений здравоохранения аппаратами. Следует констатировать тот факт, что с учетом влияния изученных нами длин волн НИЛИ на культуру пробиотика, на сегодняшний день

из всего имеющегося ассортимента доступны приборы, генерирующими излучение с длиной волны 0,65 мкм.

Выбирая разведение пробиотика для непосредственного использования при лечении заболеваний пародонта, следует принимать во внимание состояние кислотно-основного равновесия полости рта. В норме рН десневой жидкости составляет 6,8—7,0. Водородный показатель (рН) содержимого пародонтального кармана снижается до 5,8—6,2. Кислотность раствора пробиотика в разведениях -2, -3 и -4 составляет 4,27, 4,54 и 5,53 соответственно. С этой точки зрения целесообразным представляется использование раствора пробиотика в минимальном разведении.

Выводы.

1. Выявлена селективность стимулирующего воздействия лазерного излучения на рост культуры лактобактерий по отношению к длине волны.

2. Достоверное увеличение количества колоний лактобактерий зарегистрировано при облучении пробиотической культуры при длинах волн 0,65 мкм (разведения -3 и -4), 1,3 мкм (разведения -2 и -4) и 2 мкм в разведениях -2, -3 и -4 при плотности потока мощности 15 мВт/см и дозе облучения 0,6 Дж/см².

3. Для применения в стоматологической практике на сегодняшний день можно рекомендовать применение НИЛИ с длиной волны 0,65 мкм (плотность потока мощности 15 мВт/см, доза облучения 0,6 Дж/см²) в сочетании с препаратом «Диалакт» в разведении -4.

4. Полученные научные данные о влиянии НИЛИ с длиной волны 1,3 и 2 мкм на рост культуры лактобактерий являются перспективными и могут быть использованы при разработке новых лазерных аппаратов для медицинского использования.

Список литературы:

1. Бондаренко В. М., Рубакова Э. И., Лаврова В. А. Иммуностимулирующее действие лактобактерий, используемых в качестве основы препаратов пробиотиков // Микробиология, эпидемиология и иммунология. 1998. № 5. С. 107—112
2. Глушанова Н. А. Биологические свойства лактобацилл // Бюллетень сибирской медицины. 2003. — № 4. — С. 50—58
3. Грудянов А. И., Дмитриева Н. А., Фоменко Е. В. Применение пробиотиков в комплексном лечении воспалительных заболеваний пародонта. — М., 2006. — 112 с.
4. Давыдова Т. Р., Карасенков Я. Н., Хавкина Е. Ю. К проблеме дисбиоза в стоматологической практике // Стоматология. 2001. Т. 80. № 2. С. 23—24.

5. Иванов А. С. Руководство по лазеротерапии стоматологических заболеваний. — СПб: СПбГМА, 2000. — 69 с.
6. Ленцнер А. А., Ленцнер Х. П., Микельсаар М. Э. и др. Лактофлора и колонизационная резистентность // Антибиотики и медицинская биотехнология. 1987. Т. 32. < 3. С. 173—179.
7. Марченко Е. И., Чухрай И. Г., Бобкова И. Л. Характеристика пробиотиков белорусского производства // Образование, трудовая организация, профилактика и новые технологии в стоматологии: сборник трудов, посвященных 50-летию стоматологического факультета БГМУ.— Минск, 2010.— С. 164—165.
8. Марченко Е. И., Чухрай И. Г., Ковецкая Е. Е., Бобкова И. Л., Байтус Н. А. Новые подходы к лечению хронических заболеваний периодонта // Фундаментальные и прикладные аспекты воспаления. Материалы международной научно-практической конференции. — Минск, 2011. — С. 64—66.
9. Марченко Е. И., Чухрай И. Г., Ковецкая Е. Е., Бобкова И. Л., Байтус Н. А. Современные подходы к лечению хронических заболеваний периодонта. Материалы конгресса «Новые подходы в системе последиplomного обучения и подготовки специалистов». «Актуальные вопросы медицинской науки и практики: к 80-летию БелМАПО, 2011. — С. 253—254.
10. Монич В. А., Малиновская С. Л., Махрова Т. В., Малиновский Д. С. Особенности воздействия низкоинтенсивных электромагнитных излучений различных диапазонов на микроорганизмы. Вестник Нижегородского ун-та им. Н.И.Лобачевского, 2010, № 2(2). С. 435—438.
11. Петрова М. Б., Павлова Н. В., Харитоновна Е. А., Шестакова В. Г. Воздействие красного и инфракрасного импульсных лазеров на заживление инфицированных ран. Вопросы морфологии XXI века. Вып.1.— СПбГМА, 2008. — С. 237—241.
12. Тюрин М. В., Шендеров Б. А., Рахимова Н. Г. и др. К механизму антагонистической активности лактобацилл // Журн. микробиол. 1989. < 2. С. 3—8.
13. Чухрай И. Г., Марченко Е. И., Бобкова И. Л. Общесоматический статус пациентов с заболеваниями периодонта. Стоматология Беларуси в новом тысячелетии. Материалы 9-ой международной научно-практической конференции по стоматологии в рамках 6-ой международной специализированной выставки «Стоматология Беларуси 2010». — М., 2010.— С. 95—97.
14. Шестерина М. В., Калюк А. Н., Малиев Б. М. Влияние гелий-неонового лазерного излучения на условно-патогенные микроорганизмы // Врачебное дело. 1987. — № 8. — С. 53—56.
15. Jay J. M. Antimicrobial properties of diacetyl // Appl. Environ. Microbiol. 1982. < 44. P. 525—532.
16. Ulashcyk V. S., Volotovskaya A. V. Current and long-term technologies of laser therapy // Proceedings of SPIE. — 2007. — V. 6734. — P. 118—123.

1.6. ФИЗИОЛОГИЯ

СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ДОФАМИНА В ТИМУСЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПИВА В ПЕРИОД РАННЕГО ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ

Герасимова Елена Константиновна

*аспирант, Ставропольский государственный университет,
г. Ставрополь*

E-mail: gerasimova@stavsru

Исследования, проведенные во многих странах, свидетельствуют, что хронический алкоголизм развивается в 3—4 раза быстрее от употребления пива, чем от крепких алкогольных изделий, а самый большой рост распространения зависимости от пагубной привычки наблюдается среди подростков [6].

Механизмы нарушения функционирования гомеостатических систем при алкоголизме связаны как с воздействием этанола на клетки, так и с изменением метаболических и энергетических процессов на молекулярно-биохимическом уровне [13, с. 46], в частности, с дисбалансом в дофаминовой системе.

Дофамин относится к катехоламиновому ряду биологически активных веществ, является биосинтетическим предшественником норадреналина и адреналина. Он способен играть самостоятельную медиаторную роль в некоторых образованиях центральной нервной системы, а также служить регулятором в органах, обладающих скудной симпатической иннервацией [5; 10, с. 362—394]. Доказано, что даже небольшие дозы этанола изменяют специфическую активность регуляторных белков мембран, участвующих в передаче нервного импульса в ряде нейромедиаторных систем, в том числе и дофаминэргических [1 с. 27—31; 2, с. 3—11]. В последнее время появились сведения о том, что дисбаланс в дофаминовой системе при алкоголизме сопряжен с изменениями в иммунной системе больного [3, с. 60—63]. Определенные морфофункциональные отношения компонентов иммунной системы подвержены закономерным изменениям на протяжении суточного цикла [15], кроме того, изменение ритма чередования света и темноты оказывает десинхронизирующее действие на иммунную систему, изменяет суточный ритм клеточного состава лимфоидных органов и вызывает развитие иммунодефицитного состояния [12, с. 4—8].

Тимус является центральным органом иммуногенеза, от состояния и активности которого во многом зависит выраженность защитных реакций всего организма [11, с. 229—232]. В тимусе широко представлен симпатический отдел вегетативной нервной системы, а катехоламины, выделяемые нервными окончаниями, воздействуют на пролиферацию и дифференцировку иммунокомпетентных клеток через специфические мембранные рецепторы [8, с. 15—23], при этом

В связи с вышеизложенными фактами, цель нашего исследования заключалась в изучении особенностей суточной динамики содержания дофамина в тимусе в процессе адаптации к изменению условий внешней среды под влиянием пива. Исследования были проведены на 432 белых лабораторных крысах линии Вистар в трехмесячном возрасте, который соответствует ранней половой зрелости. При работе с крысами полностью соблюдались международные принципы Хельсинской декларации о гуманном отношении к животным.

В соответствии с целями и задачами исследования крысы были разделены на 3 группы:

- 1) контрольная группа (интактные животные);
- 2) крысы, получавшие спиртосодержащее пиво (4,5 %);
- 3) крысы, получавшие безалкогольное пиво.

Учитывая процентное содержание этанола в пиве, была рассчитана доза пива на килограмм массы тела. В результате чего, для крыс со средней массой тела она составила 15 мл на одно животное [14]. После того, как крысы выпивали пиво, они получали свободный доступ к воде. Первоначально животные содержались в условиях обычного светового режима (12С:12Т). В последующем производили смещение режима освещения на 10 ч с включением в 20 ч и выключением в 10 ч (10Т:14С).

У каждой крысы в условиях обычного светового режима и через 1, 2 и 3 недели после изменения режима освещения методом серийных биологических срезов извлекали селезенку 6 раз в течение суток (10, 14, 18, 22, 2 и 6 ч). Для определения дофамина в ткани тимус выделяли и немедленно замораживали. Уровень катехоламинов в ткани органа определяли флюориметрическим методом на анализаторе «ФЛЮОРАТ-02-АБЛФ-Т» [4, с. 301—303]. Полученные данные подвергались вариационно-статистической обработке в соответствии с принципами, изложенными в руководстве Лакина Г. Ф. (1990) с помощью компьютерной программы Excel пакета Microsoft Office 2003 [7].

Из полученных в ходе эксперимента данных следует, что у интактных животных в условиях обычного светового режима уровень дофамина в тимусе находился в пределах от $25,7 \pm 0,39$ до $48,7 \pm 0,71$ мкг/г. В течение суток уровень дофамина постепенно увеличивался и достигал максимума в 18 ч, затем снижался к 22 ч. Небольшое повышение уровня дофамина в органе отмечалось в 2 ч. После изменения режима

освещения концентрация дофамина в тимусе изменялась в течение суток в первую неделю от $42,5 \pm 0,64$ до $82,7 \pm 1,65$ мкг/г, во вторую неделю — от $19,6 \pm 0,24$ до $48,9 \pm 0,73$ мкг/г, в третью неделю — от $39,5 \pm 0,59$ до $89,5 \pm 1,79$ мкг/г. На первой же неделе нового светотемнового цикла уровень дофамина в органе резко увеличивался в темное время суток. К концу третьей недели наблюдались процессы перестройки суточной динамики дофамина в тимусе в соответствии с новыми условиями среды.

У крыс, получавших спиртосодержащее пиво, при обычном режиме освещения минимальное значение уровня дофамина в органе приходилось на 14 ч и составляло $18,7 \pm 0,22$ мкг/г ($P < 0,001$), максимум был зафиксирован в 22 ч — $48,9 \pm 0,82$ мкг/г ($P < 0,001$). На первой неделе после изменения режима освещения концентрация дофамина находилась в пределах от $5,9 \pm 0,05$ до $43,7 \pm 0,66$ мкг/г, при этом содержание дофамина достоверно снижалось относительно контрольных значений. На второй неделе нового светового режима на хронограмме суточной динамики дофамина отмечались яркие максимумы в 14 и 2 ч, а уровень дофамина в 10, 14, 18 и 2 ч был достоверно выше по сравнению с контрольными данными. К концу третьей неделе нового светотемнового цикла уровень дофамина в тимусе существенно снижался относительно контрольных значений, а его суточная динамика продолжала дезорганизовываться.

У животных, получавших безалкогольное пиво, при обычном режиме освещения уровень дофамина в органе достоверно повышался по сравнению с контрольными данными, максимум отмечался в 18 ч и составлял $74,6 \pm 1,49$ мкг/г. На первой неделе нового светового режима уровень дофамина колебался в пределах от $9,8 \pm 0,12$ до $57,6 \pm 1,15$ мкг/г, при этом его содержание в тимусе было достоверно ниже контрольных значений на протяжении суток, однако в 6 ч уровень дофамина достоверно увеличивался. На второй неделе после изменения режима освещения на хронограмме суточной динамики дофамина отмечался четкий максимум в 14 ч ($46,8 \pm 0,7$ мкг/г), и достоверно высокие значения уровня дофамина по сравнению с контрольными данными приходились на 14 и 18 ч. К концу третьей неделе нового светового режима уровень дофамина в ткани тимуса у крыс, получавших безалкогольное пиво, значительно снижался относительно контроля, его суточная динамика продолжала дезорганизовываться.

Таким образом, у интактных животных при обычном режиме освещения выявлена четкая суточная динамика с максимумом содержания дофамина в тимусе в светлое время суток, а после изменения режима освещения, что является дополнительным стресс-фактором, она начинает перестраиваться в соответствии с новыми условиями среды.

У крыс, получавших спиртосодержащее пиво, при обычном световом режиме суточная динамика дофамина в тимусе дезорганизо-

ываается, к концу эксперимента его уровень в органе значительно снижается, а хронограмма суточной активности сглаживается.

В условиях обычного светового режима у трехмесячных животных, получавших безалкогольное пиво, наблюдается дезорганизация суточной динамики дофамина в органе. Изменение режима освещения вносит существенный дисбаланс в суточную динамику дофамина, при этом к концу эксперимента его уровень в тимусе существенно снижается.

Полученные результаты позволяют утверждать, что употребление спиртосодержащего и безалкогольного пива приводит к значительному снижению дофамина в тимусе и нарушению его суточной динамики. Такие изменения указывают на дезорганизацию адаптационных процессов при обычном световом режиме и значительно затрудняют их перестройку при изменении условий среды обитания.

Выявленные нарушения как уровня, так и суточной динамики дофамина в тимусе, скорее всего, связаны не только с действием этанола, но и компонентов неалкогольной природы, содержащихся в пиве в больших количествах [9, с. 22—35]. Полученные данные могут быть включены в комплекс мероприятий, ориентированных на профилактику подросткового пивного алкоголизма.

Список литературы:

1. Анохина И. П. Биологические механизмы зависимости от психоактивных веществ. // *Вопр. наркологии*. — 1995. — № 2. — С. 27—31.
2. Анохина И. П. Роль опиатной системы в механизмах формирования алкогольной зависимости. // *Вопр. наркологии*. — 1989. — № 3. — С. 3—11.
3. Быкова А. А., Седина Н. С. Иммунные и аутоиммунные эффекты этанола // *Эксперим. и клинич. фармакология*. — 2002. — Т. 65, № 6. — С. 60—63.
4. Коган Б. М., Нечаев Н. В. Чувствительный и быстрый метод одновременного определения дофамина, норадреналина, серотонина и 5-оксииндолуксусной кислоты в одной пробе // *Журн. Лабораторное дело*. — 1979. — № 5. — С. 301—303.
5. Комаров Ф. И., Коровкин Б. Ф., Меньшиков В. В. Биохимические исследования в клинике. — Элиста: АЛЛ «Джангар», 1999. — 249 с.
6. Коробкин З. Особенности пивного алкоголизма [Электронный ресурс] // Пивопитие и последствия пивного алкоголизма. — Режим доступа. — URL: <http://theme.orthodoxy.ru/pivo/> (дата обращения: 21.03.2012).
7. Лакин Г. Ф. Биометрия. М., 1990. — 352 с.
8. Мишунина Т. М. Компоненты гамкергической системы и её функции в эндокринных железах // *Проблемы эндокринологии*. — 2004. — Т. 50, № 2. — С. 15—23.
9. Нужный, В. П. Сравнительное исследование психофизиологических эффектов водки, пива и слабоалкогольного газированного напитка /

- В. П. Нужный, Ю. Д. Пометов, и др. // *Вопр. наркологии*. 2003. — № 2. — С. 22—35.
10. Смиттен Н. А., Шалапина В. Г. Периферическая нейроэндокринная хромаффинная система позвоночных // *Нейроэндокринология*. — СПб., 1993. — С. 362—394.
 11. Сырцов В. К. К вопросу о классификации органов иммунной системы // *Актуальні питання морфології* — Луганськ: ВАТ «ЛЮД», 1998. — С. 229—232.
 12. Труфакин В. А., Шурлыгина А. В. Проблемы гистофизиологии иммунной системы // *Иммунология*. — 2002. — № 1. — С. 4—8.
 13. Федоренко О. Ю., Иванова С. А., Бохан Н. А., Кусаков М. В. Особенности метаболизма иммунокомпетентных клеток периферической крови у больных алкоголизмом в процессе купирования абстинентного синдрома. // *Вопросы наркологии*. — 2005. — № 3. — С. 46.
 14. Хорошилова И. В. Клиническая картина пивного алкоголизма. // *Протокол заседания кафедры психиатрии и наркологии СибГМУ от 8 июня 2004 г.* [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://duma.tomsk.ru/page/2740/> (дата обращения: 16.08.2011).
 15. Шурлыгина А. В. Структурно-временная организация лимфоидной системы в норме и при некоторых формах иммунопатологии: Дис. ... д-ра мед. наук в форме науч. доклада. — Новосибирск, 1992.

ВЛИЯНИЕ ГЕПАРИНА И АМИНАЗИНА НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ КРЫС В ТЕСТЕ «ОТКРЫТОЕ ПОЛЕ»

Пурсанов Кузьма Анастасович

канд. мед. наук, доцент, НГМА, г. Н. Новгород

Перепелюк Зоя Владимировна

аспирантка, ННГУ, г. Н. Новгород

E-mail: labmouse@pochta.ru

Аминазин является одним из основных представителей нейролептиков. В анестезиологической практике аминазином широко пользуются для премедикации и потенцированного наркоза. По химическому составу аминазин — это 2-хлор-10-(3`-диметиламинопропил) — фенотиазина гидрохлорид, рН 2,5 % раствора 3,5—5,5. Важным свойством препарата является его блокирующее влияние на центральные адренергические и дофаминергические рецепторы [2].

Особенностью действия аминазина по сравнению с другими нейролептиками (дроперидол, галоперидол) является выраженный седативный эффект, характеризующийся угнетением условнорефлекторной деятельности и прежде всего двигательного-оборонительных рефлексов, уменьшением спонтанной двигательной активности и некоторым расслаблением скелетной мускулатуры. Аминазин усиливает действие снотворных, наркотиков, анальгетиков, местноанестезирующих веществ. Усиление аминазином действия анальгетиков позволяет значительно снизить их дозу. Эффективно использование аминазина в сочетании с анальгетиками при упорных болях, в том числе при каузалгии. Препарат обладает также гипотермическим действием и умеренными противовоспалительными свойствами, уменьшает проницаемость сосудов, снижает активность кининов и гиалуронидазы [4, 5].

Целью настоящего исследования явилось изучение поведенческих реакций в тесте «Открытое поле» при введении гепарина, аминазина и совместного применения исследуемых веществ в различных вариациях.

Работа была выполнена на 60 лабораторных крысах-самцах, содержащихся на общем рационе вивария. Исследуемые вещества вводили внутрибрюшинно в объёме 1.0 мл. Для исследования физиологического состояния крыс использовали тест «Открытое поле» с регистрацией локомоции, вертикальных стоек, замирания, обнюхивания, груминга, уринации и дефекации [1, 3]. Для этих целей крыс помещали на площадку и регистрировали показатели в течение 5 минут. Было проведено 6 серий экспериментов: 1) введение физиологического раствора (контроль), 2) введение гепарина в дозе 500 МЕ/кг; 3) введение аминазина в дозе 1 мг/кг; 4) введение гепарина (500 МЕ/кг) на фоне действия аминазина (1.0 мг/кг), 5) введение аминазина (1.0 мг/кг) на фоне действия гепарина (500 МЕ/кг), 6) введение смеси гепарин + аминазин в весовом соотношении 5:2. Полученные данные были обработаны методом парных сравнений по критерию Стьюдента.

Оценка локомоции крыс показала, что количество двигательных актов максимальных значений достигает через час после инъекции физиологического раствора, а через 6 и 24 часа после инъекции стабилизируется на уровне 30—31 акта (рис. 1).

Введение гепарина в дозе 500 МЕ/кг сопровождается достоверным снижением локомоторной активности через час после введения, затем в течение 6-ти и 24 часов количество двигательных актов достоверно ниже контрольных величин (рис. 1).

При инъекции аминазина в дозе 1.0 мг/кг двигательная активность снижается в течение 1 часа после введения с 44.6 ± 4.2 актов в

контроле до 18.0 ± 2.0 актов. Через 24 часа количество локомоторных актов не отличается от контрольных величин (рис. 1).

Введение гепарина на фоне действия аминазина сопровождается снижением локомоторной активности относительно контрольных величин, однако достоверно не отличается от группы крыс, которым вводили только аминазин.

Иная картина наблюдается при введении аминазина на фоне действия гепарина. Так, через час после инъекции количество двигательных актов резко снижается как относительно контроля, так и относительно группы с введением аминазина. В этом случае локомоторная активность характеризуется всего 10.6 ± 1.8 актами. В дальнейшем локомоторная деятельность увеличивается и через 24 часа после инъекции количество двигательных актов возрастает до 33.0 ± 2.9 (рис. 1).

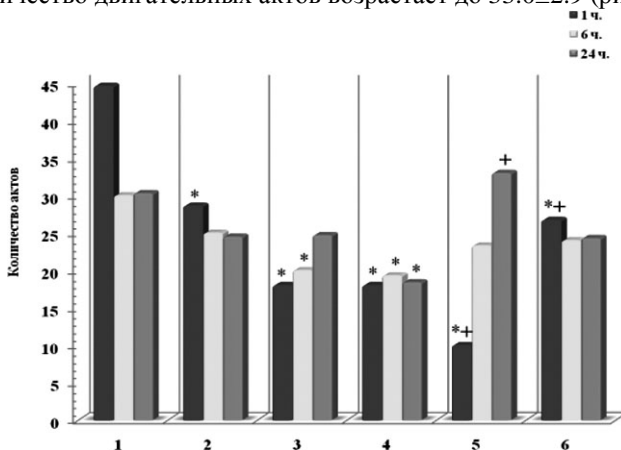


Рис. 1. Локомоция крыс в тесте «Открытое поле» при введении аминазина и гепарина

1. Физиологический раствор (контроль)
2. Гепарин (500 МЕ/кг)
3. Аминазин (1,0 мг/кг)
4. Аминазин (1,0 мг/кг) → Гепарин (500 МЕ/кг)
5. Гепарин (500 МЕ/кг) → Аминазин (1,0 мг/кг)
6. Гепарин (500 МЕ/мл) + Аминазин (2 мг/мл)

* — Различия между контрольными и экспериментальными группами статистически значимы ($p \leq 0,05$)

+ — Различия между группами аминазин и аминазин — гепарин статистически значимы ($p \leq 0,05$)

Сочетанное применение гепарина и аминазина в виде смеси сопровождается достоверным снижением локомоторной активности относительно контроля, и более высокими показателями через 1 час после инъекции относительно группы крыс, которым вводили только аминазин (рис. 1).

Оценка количества вертикальных стоек крыс в тесте «Открытое поле» показала, что введение гепарина в дозе 500 МЕ/кг не влияет на количество актов относительно контрольных величин. Введение аминазина в дозе 1.0 мг/кг резко снижает вертикальную активность крыс с 6.0 ± 0.9 актов в контроле до 1.7 ± 0.3 актов через 6 часов после введения нейролептика (рис. 2).

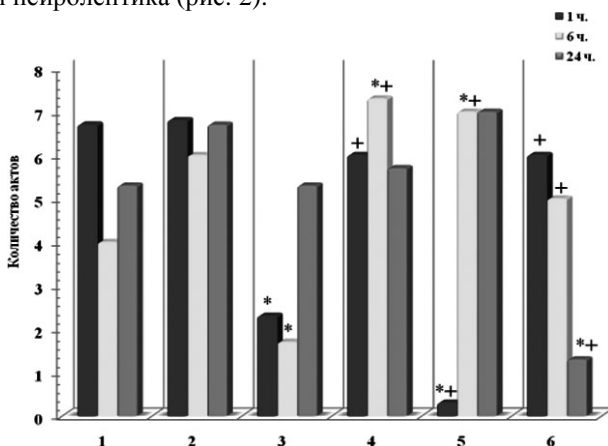


Рис. 2. Вертикальные стойки крыс в тесте «Открытое поле» при введении аминазина и гепарина

1. Физиологический раствор (контроль)
2. Гепарин (500 МЕ/кг)
3. Аминазин (1,0 мг/кг)
4. Аминазин (1,0 мг/кг) → Гепарин (500 МЕ/кг)
5. Гепарин (500 МЕ/кг) → Аминазин (1,0 мг/кг)
6. Гепарин (500 МЕ/мл) + Аминазин (2 мг/мл)

* — Различия между контрольными и экспериментальными группами статистически значимы ($p \leq 0,05$)

+ — Различия между группами аминазин и аминазин — гепарин статистически значимы ($p \leq 0,05$)

Введение гепарина (500 МЕ/кг) на фоне действия аминазина (1.0 мг/кг) сопровождается увеличением количества вертикальных стоек на 6-часовом рубеже от момента инъекции как относительно

контрольных величин, так и относительно группы животных, которым вводили только аминазин (рис. 2).

Наиболее показательные данные были получены при введении аминазина на фоне действия гепарина. В этом случае через час после введения количество вертикальных стоек резко снижалось с 6.7 ± 1.8 актов в контроле до 0.3 ± 0.01 актов в эксперименте. Статистически значимые результаты получены и при сравнении данной группы экспериментов с группой, в которой использовался только аминазин. Через 6 часов наблюдалась инверсия вертикальной активности крыс и количество стоек составляло 7.0 ± 1.5 (рис. 2).

При введении гепарина на фоне действия аминазина и аминазина на фоне действия гепарина вертикальная активность крыс через 24 часа после инъекции не отличалась от контрольных показателей. Однако при сочетанном применении гепарина и аминазина в виде смеси через 24 часа отмечалось резкое снижение количества вертикальных стоек до 1.3 ± 0.2 , до величины достоверно меньшей, чем в контроле и группе крыс, которым вводили только аминазин (рис. 2).

Аналогичная тенденция протекторного действия гепарина при введении аминазина в той или иной степени прослеживается и при оценке таких показателей поведенческих реакций, как замирание, обнюхивание, груминг, уриная и дефекация. Во всех случаях аминазин снижает величину показателей, а гепарин определённым образом модифицирует нейротропное действие нейролептика.

Список литературы:

1. Буреш Я., Бурешова О., Хьюстон Д. П. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения. М.: Высшая школа, 1991. — 399 с.
2. Машковский М. Д. Лекарственные средства. М.: Новая Волна, 2002. — 540 с.
3. Мутускина Е. А., Незлина Н. И., Куликов М. А., Гурвич А. М. Показатели поведения крыс в открытом поле и характеристики выживания и восстановления функций ЦНС после остановки кровообращения // Журнал высшей нервной деятельности. 1990. Т. 40, вып. 5. — С. 988—993.
4. Хомутов А. Е., Гаранин А. В., Данилова О. О. Влияние аминазина на термоадаптивные свойства яда щитомордника // Матер. IV Всероссийская конференция, посвященная 80-летию Института физиологии им. И.П. Павлова «Механизмы функционирования висцеральных систем». — Санкт-Петербург, 2005. — С. 257.
5. Ягин В. В., Гаранин А. В., Данилова О. О., Хомутов А. Е. Влияние аминазина на термопротекторные свойства пчелиного яда // Инновационные технологии в пчеловодстве. Материалы научно-практической конференции. — Рыбное, 2006. — С. 246—247.

ВЛИЯНИЕ ГЕПАРИНА И ЗООТОКСИНОВ НА ЭРИТРОЦИТАРНЫЙ СТАТУС ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ КРЫС

Малиновский Дмитрий Сергеевич

аспирант, ННГУ, г. Н. Новгород

E-mail: doctor@ro.ru

По немногочисленным данным литературы известно, что при внутривенном введении гепарина кроликам в дозе 15—30 МЕ/кг независимо от дозы препарата содержание эритроцитов, уровень гемоглобина и гематокрит находились в пределах физиологических колебаний на протяжении 10—12 часов после введения. Количество ретикулоцитов в первые часы увеличивалось на 15 %, с последующим снижением до исходных величин. Через 30 мин после введения гепарина отмечается отчетливый сдвиг кислотной эритрограммы вправо, что свидетельствует о повышении стойкости эритроцитов. Спустя 5—7 часов эритрограмма возвращалась к норме [1].

В наших экспериментах внутрибрюшинное введение физиологического раствора белым лабораторным крысам, содержащимся на общем рационе вивария, сопровождается достоверным снижением количества эритроцитов в периферической крови (табл. 1).

Таблица 1

Изменение количества эритроцитов на фоне введения возрастающих доз гепарина

Условия опыта	Количество эритроцитов ($1 \times 10^{12/l}$)		
	1 час	6 часов	24 часа
Физиол. р-р (контроль)	9.57±0.07	9.63±0.06	9.57±0.11
Гепарин 0,05 МЕ/кг	8.56±0.21 *	8.86±0.18*	8.88±0.12*
Гепарин 0,5 МЕ/кг	8.18±0.13*	7.93±0.19*	8.37±0.06*
Гепарин 50 МЕ/кг	9.02±0.12*	7.58±0.42 *	8.13±0.38*
Гепарин 500 МЕ/кг	7.99±0.25*	7.61±0.56 *	8.21±0.23*
Гепарин 5000 МЕ/кг	7.62±0.16*	7.83±0.34 *	7.91±0.33*

* — различия между контрольными и экспериментальными группами статистически значимы ($p \leq 0,05$)

Это снижение количества эритроцитов в периферической крови возможно связано с тем, что гепарин увеличивает проницаемость сосудов

для воды, т. е. тканевая вода увеличивает общий объём крови и данное понижение количества эритроцитов является не абсолютным, а относительным.

При введении яда кобры и яда щитомордника количество эритроцитов достоверно увеличивается относительно контрольных величин (рис. 1).

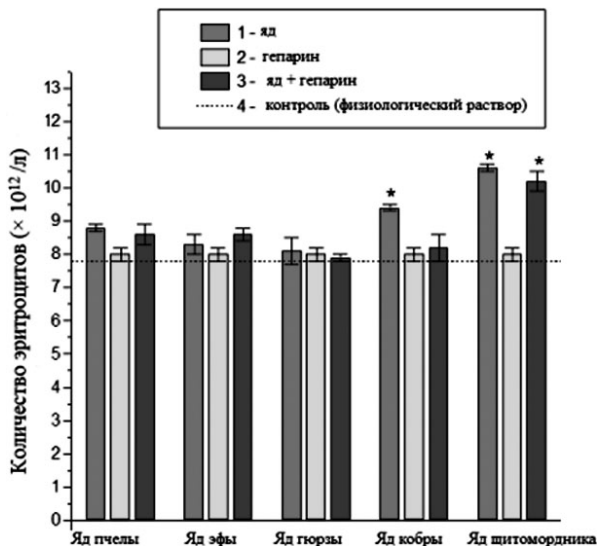


Рис. 1. Количественная оценка эритроцитов при введении зоотоксинов и смеси гепарин-яд

Яд пчелы (5 мг/кг); яд эфы (3 мг/кг); яд гюрзы (3 мг/кг); яд кобры (1 мг/кг); яд щитомордника (4 мг/кг).

1 — яд; 2 — гепарин; 3 — яд + гепарин;

штрих — контроль (физиологический раствор).

* — различия между контрольной и экспериментальными группами статистически значимы ($p < 0.05$).

Так при введении яда кобры в дозе 1 мг/кг и яда щитомордника в дозе 4 мг/кг количество эритроцитов увеличивается с 7.8 ± 0.3 до 9.4 ± 0.1 и $10.6 \pm 0.1 \times 10^{12}/л$. Исследуемые дозы пчелиного яда, яда эфы и гюрзы достоверно не изменяют эритроцитарного статуса периферической крови крыс (рис. 1).

Смесь зоотоксинов с гепарином в весовом соотношении 2:1 не влияет на количество эритроцитов относительно контроля, а также относительно группы животных, которым вводили только яд, хотя

смесь яд щитомордника — гепарин вызывает достоверное увеличение эритроцитов относительно контрольных величин (рис. 1).

При введении зоотоксинов и гепарина изменяется не только количество эритроцитов в периферической крови крыс, но и их диаметр. Измерение диаметров эритроцитов в контрольной серии опытов показало, что максимум (47,6±0,9%) приходится на эритроциты диаметром 5,7 мкм (рис. 2).

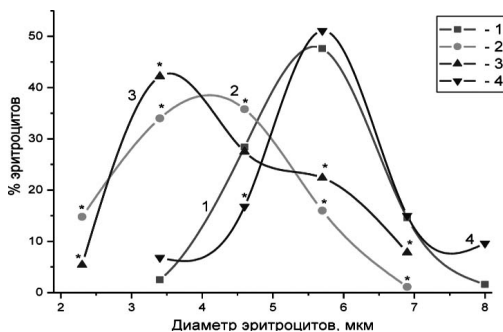


Рис. 2. Изменение диаметра эритроцитов при введении пчелиного яда и гепарина

1 — контроль (физиол. р-р); 2 — гепарин (50 МЕ/кг);
3 — яд пчелы (2 мг/кг); 4 — яд пчелы + гепарин (2:1).

* — Различия между контрольными и экспериментальными группами статически значимы ($p < 0.05$)

При введении гепарина в дозе 50 МЕ/кг и пчелиного яда в дозе 2 мг/кг кривая Прайс-Джонса сдвигается влево, т. е. в сторону микроцитоза, а макроциты полностью отсутствуют. Совместное применение пчелиного яда и гепарина в виде смеси в соотношении 2:1 сопровождается сдвигом кривой Прайс-Джонса вправо, причём количество макроцитов возрастает с 1.6 ± 0.2 % в контроле до 9.6 ± 0.6 % в эксперименте, а эритроциты с диаметром 2,3 мкм полностью отсутствуют (рис. 2).

Тенденция изменений диаметра эритроцитов при введении яда кобры (0,5 мг/кг) и гепарина (5,0 МЕ/кг) является аналогичной введению пчелиного яда. Также как и в предыдущем случае кривая Прайс-Джонса сдвигается в сторону микроцитоза. Однако при совместном введении яда кобры и гепарина в соотношении 1:0,1 в мазке крови присутствуют как микроциты, так и макроциты (табл. 2).

Таблица 2

**Изменение диаметра (%) эритроцитов при введении
яда кобры и гепарина**

Условия эксперимента	Диаметр эритроцитов, мкм					
	2.3	3.4	4.6	5.7	6.9	8.0
Контроль	—	2.5±0.6	28.4±1.3	47.6±0.9	14.6±1.3	1.6±0.2
Гепарин (5 МЕ/кг)	2.0±0.3*	36.5±0.6*	22.3±1.0*	27.0±0.9*	10.8±0.9*	—
Яд кобры (0.5 мг/кг)	5.2±0.7*	21.6±1.2*	32.6±0.6	32.3±1.0*	8.3±0.7*	—
Яд кобры+Гепарин (1:0.1)	6.1±0.9*	6.1±0.5*	19.8±1.4*	28.0±1.3*	35.3±0.7*	3.3±0.4*

* — Различия между контрольными и экспериментальными группами статически значимы ($p < 0.05$)

Несколько иная картина наблюдается при введении яда щитомордника в дозе 1.0 мг/кг, для которого характерным является макроцитоз, причём количество эритроцитов с диаметром 8.0 мкм увеличивается с 1.6 ± 0.2 % в контроле до $4,8 \pm 0.2$ % в эксперименте (рис. 3).

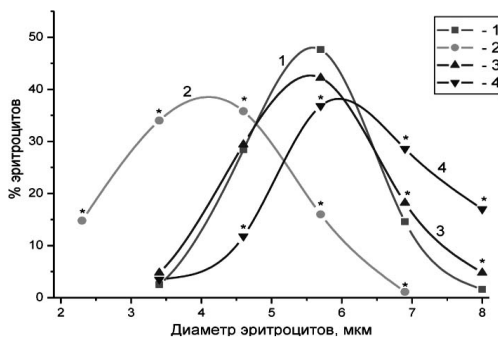


Рис. 3. Изменение диаметра эритроцитов при введении яда щитомордника и гепарина.

- 1 — контроль,
2 — гепарин (5 МЕ/кг),
3 — яд щитомордника (1 мг/кг),
4 — яд щитомордника + гепарин (1:1).

* Различия между контрольными и экспериментальными группами статически значимы ($p < 0.05$)

Наибольшей выраженностью отличается макроцитоз при введении яда щитомордника в смеси с гепарином в весовом соотношении 1:1. В этом случае количество макроцитов достигает 17.0 ± 0.9 %, а микроциты с диаметром 2.3 мкм полностью отсутствуют (рис. 3).

Таким образом, пчелиный яд и яд кобры вызывают изменения диаметра эритроцитов в сторону микроцитоза. Наибольшее число клеток принимали вид тутовой ягоды, с выраженной неравномерностью структуры по всей клетке. Наблюдалось изменение краёв клеток, они становились зазубренными. Под влиянием пчелиного яда и яда кобры форма эритроцитов становилась шиповатой. При действии яда щитомордника, количество эритроцитов с большим диаметром увеличивалось.

В изменении формы эритроцитов участвуют важнейшие компоненты мембраны — белки и липиды. Различие в величинах площадей поверхности наружного и внутреннего липидных монослоёв может быть причиной, определяющей форму эритроцитов [5]. Можно предположить, что величина разности площадей липидных монослоёв изменяется при действии зоотоксинов.

Известно, что форма клеток зависит от уровня АТФ в ней. АТФ-зависимые изменения формы обусловлены процессами, протекающими в самой мембране [3]. При изменении уровня АТФ изменяется активность мембранных АТФ-аз, блокируются катионные насосы, в частности натриевая помпа. Это приводит к нарушению ионного равновесия. Таким образом, при действии зоотоксинов уровень АТФ в клетке снижается и это приводит к изменениям в форме эритроцитов [2].

Гепарин, вступая во взаимодействие с пчелиным ядом и ядом кобры [4], снижает микроцитарные эффекты зоотоксинов и кривая Прайс-Джонса сдвигается вправо. При использовании смеси яда щитомордника с гепарином регистрируется отчётливо выраженный макроцитоз. Это связано с тем, что гепарин не взаимодействует с ядом щитомордника [4].

Список литературы:

1. Бабак А. Ф. Влияние гепарина на морфологическую картину красной крови в эксперименте. В кн.: Гепарин. Физиология, биохимия, фармакология и клиническое применение. Тезисы III Всесоюзной конференции. М., 1973. — С. 27—28.
2. Орлов Б. Н., Вальцева И. А. Яды змей. Ташкент: Медицина, 1977.—158 с.
3. Рубина Х. М. Биохимия эритроцитов. В кн.: Физиология системы крови. Физиология эритропоэза. Л.: Наука, 1979. — С. 211—232.
4. Хомутов А. Е., Малиновская С. Л., Звонкова М. Б., Малиновский Д. С. Селективное действие гепарина на токсические свойства ядов животных, относящихся к разным таксономическим группам // // Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы биологии, химии, физики. Новосибирск: Изд-во Экор-книга, 2012. — С. 77—86.
5. Черницкий Е. А., Воробей А. В. Структура и функция эритроцитарных мембран. Минск: Наука и техника, 1981. — 215 с.

1.7. ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

РОДЕНТОГЕННОЕ ОПУСТЫНИВАНИЕ В ЮЖНОМ КАЗАХСТАНЕ

Мирзадинов Рашид Абу-Аскарлович

д-р биол. наук, профессор, КазАТК, г. Алматы, Казахстан

E-mail: rmirzadinov@yahoo.com

Мирзадинов Ильяс Рашидович

магистрант, КазНУ, г. Алматы, Казахстан

Абдрешов Шамиль Аскарлович

ст. преподаватель, КазАТК, г. Алматы, Казахстан

Бимырзаев Дауылбай Баймұратович

бакалавриант, КазАТК, г. Алматы, Казахстан

Человечество своей деятельностью вызывает процесс опустынивания, или деградации земель, которое часто бывает необратимым. Очень примечательна в этом отношении территория Ливии. Протянувшиеся на 250—300 км в Сахару римские мощные дороги свидетельствуют, что там, 2 тыс лет назад, росла минимум как степная растительность, текли реки, выпасался скот. Для сбора налогов и управления населением Римская империя финансировала строительство дорог на территорию нынешней абсолютной пустыни, без единой травинки, даже эфемеровой в весенний период. Опустынивание уничтожило практически все следы римской цивилизации за исключением римских мощных камнями дорог.

На сегодняшний день деградации (опустыниванию) подвергнуто треть поверхности суши Земли. Последствиями опустынивания и засухи являются резкое падение продовольственной безопасности территорий, голод и нищета около 1,5 млн населения. Связанная с этим социальная, экономическая и политическая напряженность может приводить к возникновению военных конфликтов, дальнейшему обнищанию населения и усилению деградации земель. Рост масштабов опустынивания во всем мире угрожает на миллионы увеличить число бедняков, вынужденных искать новое пристанище и средства к существованию [6].

Считается, что в Казахстане опустыниванию подвержены две трети территории или около 186 миллиона га земель. Однако наши исследования и расчеты говорят, что в Казахстане идет сильнейший процесс восстановления деградированных земель и резкое уменьшение площадей опустынивания [9]. Причины опустынивания самые разные, но ни одной из причин не назван ни в Казахстане [16], ни в бывших республиках СССР [12], ни в мире [7, 2—4, 8, 11, 17, 19] грызуногенный (родентогенный) фактор.

Грызуногенный фактор опустынивания впервые проявился на территории Южно-Казахстанской области в 2009 году. Южно-Казахстанская область одна из самых маленьких по сравнению с территориями других областей (11 млн 724,9 тыс га). Меньше только Северо-Казахстанская область — 9 млн 799,3 тыс га.

Но при этом, больше половины территории Южно-Казахстанской области занимают практически безлюдные Бетпақдала и Кызылкумы. Некоторую часть занимают горы. И только на одной четверти территории, на южных предгорьях, называемых адырами, проживает более 94 % населения области. Общее количество населения, вместе с нелегальными мигрантами и сельскохозяйственными рабочими, составляет около 3 миллионов человек. Эта территория, которую относят к казахстанским субтропикам, ограничена с севера горами, с юго-востока Узбекистаном а с юго-запада и запада рекой Сырдарья.

Высокая плотность населения создает очень сильное воздействие техники и скота на природу. Скучный эфемеровый травостой предгорных территорий — адыров — поедается до корня к середине лета в безжалостном соревновании саранчи и домашнего скота (фото 1). Иногда саранчу травят и тогда домашнему скоту достается больше травы.

На этой территории до 1992 года выпасалось очень много скота и растительность была очень сильно деградирована. Адыры были покрыты были покрыты вторичной растительностью с преобладанием плохоедаемых, непоедаемых и сорных растений. Среди них преобладали сорные эфемеры: *Hordeum crinitum*, *Aegilops cylindrica*, *Eremopyrum orientale*, *Schismus arabicus*, *Secale silvestre*, *Trigonella arcuata*, *Leptaleum filifolium*, *Horaninovia ulicina*, *Girgensonia oppsitiflora*, *Ceratocarpus arenarius*, *Roehelia retorta*, *Cephalocarpus orthoceras*, *Diartron vesiculosum*, *Sirenia siliculosa*, *Veronica tenuissima*, *Lappula sp.sp.*, *Chorispora tenella*, *Malcolmia turkestanica*, *Hipecoum parviflorum*, *Papaver pavonicum*, *Roemeria hibrida*, *Bromus tectorum*, *Tetracme quadricornis* и др.; также многолетние сорняки: *Cousinia alata*, *Heliotropium arguzioides*, *Psoralea drupacea*, *Goebelia alopecuroides*, *Capparis spinosa* и т. д.

Растительный покров имеет свойство восстанавливаться, даже после полного его уничтожения распашкой. Естественное восстановление растительности деградированных природных кормовых угодий происходит в результате восстановительной сукцессии в течение нескольких десятков лет. Например, прекращение экстенсивного выпаса в Южном Казахстане произошло в результате распада советского политико-экономического строя начиная с 1992 года.

Поэтому по всему Южному Казахстану деградированная сорно-травноэфемерная растительность за последние 20 лет восстановилась до осочково-мятликового (*Carex pachystylis*+*Poa bulbosa* ass.) «условно» коренного состояния (фото 2).

Мы принимаем это состояние как «исходно-подобное» коренное состояние потому что коренное состояние растительности данной территории неизвестно. Резкое уменьшение выпаса привело к восстановительным процессам и к настоящему времени, на больших площадях адырных территорий юга Казахстана, отдаленных от водопойных и населенных пунктов, растительность восстановилась до «исходно-подобного» коренного состояния.

Но с 2009 года в Сарыагашском и Шардаринском районах появился еще один конкурент на потребление скудного травостоя адыров. Это краснохвостая песчанка *Meriones erythrourus*, имеющий также другое название *Meriones libicus*, грызун 10—15 см длиной, с хвостом длиннее тела на 2—3 см, активна круглый год и не уходит в спячку. Узнать его можно по длинному загнутому вверх хвосту с кисточкой на конце хвоста. За три года краснохвостая песчанка из обычных редких видов грызунов биоценоза резко увеличила свою численность и начала уничтожать всю растительность, осушая почву норами и поедая растения вместе с корневищами. Общая площадь массового распространения зверька на середину августа 2011 года составила, по предварительному рекогносцировочному картированию, около 12 тысяч гектаров. Эта площадь распространения грызуна продолжает увеличиваться со скоростью около 500—700 метров в год по окраинам за счет очень высокой скорости размножения. Краснохвостая песчанка может дать помет от 5 до 7 раз за год, а количество детенышей в помете составляет от 5 до 9. Период беременности около 30 дней. Половозрелыми детеныши становятся в возрасте около 3 месяцев.



Фото 1. Адырные пастбища, восстановленные после пастбищной деградации за 18 лет, с редкими норами (фото 21.08.2011)



Фото 2. Восстановленный до «исходно-подобного» коренного осочково-мятликового фитоценоза (*Carex pachystylis* — *Poa bulbosa* ass) растительный покров (фото 21.08.2011)

Плодовитость грызунов настолько велика и развиваются они настолько быстро, что в какой-либо местности ослабнет для них обычное сопротивление среды, как численность их быстро возрастает против обычной устоявшейся нормы, а причиняемый ими вред становится настоящим бедствием. Такие «приливы жизни» у грызунов наблюдаются в разных случаях, таких как резкое уменьшения количества хищников и т. д. Тогда наступают всплески массового размножения грызунов, в

старину получившие название мышиных напастей. Вспышки численности грызунов, как правило, сопровождаются увеличением численности поедающих их хищников [24, 20, 21, 1, 15, 13,10, 18, 14, 25]. В природном состоянии естественными врагами краснохвостой песчанки являются хорьки, перевязи, ласки, корсаки, лисы и хищные птицы. Они не дают ему размножаться в большом количестве. Но хищники на территории Южного Казахстана истреблены населением и препятствий для массового размножения грызунов не создают.

Урон наносимый пастбищному корму всеми видами грызунов (сусликами, слепушонками и другими мышевидными грызунами) редко превышает 10 % от всей растительной массы при наличии хищников. Однако, массовое размножение краснохвостой песчанки привело к практически полному уничтожению пастбищной растительности на площади около 10 тысяч Сарыагашском и 2 тысяч гектаров в Шардаринском районах (фото 3). Это связано с тем что краснохвостая песчанка не только поедает наземную часть растения но и выкапывает корневища мятлика луковичного и осочки толстостолбиковой, уничтожая возможность вырасти им на следующий год. Кроме того огромное количество ходов под землей иссушает почву и резко снижает ее потенциальное плодородие.

Подсчеты количества нор в середине августа 2011 года на среднезаноренных территориях показали что на 100 м² количество нор колеблется от 60 до 75 или же 6—7,5 тысяч на гектар. На сильно заноренных территориях количество нор на 100 м² превышает 103 норы или более 10,3 тысячи на гектар.



Фото 3. Сильно заноренные земли, с полностью уничтоженной коренной и редкой сорнотравной растительностью (фото 21.08.2011)

Вред от грызунов не ограничивается ущербом, который они наносят на пастбищах, пашнях и зернохранилищах. Грызуны посредством кровососущих насекомых и клещей способствуют распространению таких опасных заболеваний, как чума, туляремия, инфекционная желтуха, различные формы тифа, трихинеллез. Некоторые виды грызунов содействуют распространению болезней и среди домашних животных, в том числе сибирской язвы, ящура, бруцеллеза, рожи у свиней, куриной холеры, кокцидиоза.

Согласно прогнозу, начавшаяся в конце XX века активизация природных очагов чумы на территории многих государств мира, включая Россию и Казахстан, сохранится в настоящее время. Активность очагов чумы повышает риск распространения, что актуализирует своевременное выявление эпизоотий, для проведения соответствующих профилактических мероприятий [22].

В связи с повышением требований к охране окружающей среды и ограничением применения в профилактических целях многих традиционных препаратов, обеспечивавших ранее длительный противозидемический эффект, произошло резкое повсеместное снижение объемов работ дератизационного профиля. Особую остроту проблема неспецифической профилактики зоонозных инфекций приобретает в условиях активизации природных очагов зоонозных инфекций, а также при возникновении чрезвычайных ситуаций. При экстренной профилактике, основной акцент делается защите конкретных людских контингентов, подвергающихся наибольшему риску заражения зоонозными инфекциями [24].

Краснохвостая песчанка является одним из главных агентов переносчиков чумы и других зоонозных инфекций. До настоящего времени сотрудники Шымкентской противочумной станции (ШПЧС) не подозревали о наличии такого количества возможных переносчиков зоонозных инфекций на правом берегу Сырдарьи и не прогнозировали вспышку численности какого либо грызуна. Старейшие зоологи противочумной станции не помнят ни одну вспышку численности какого либо грызуна за последние 40 лет. Поэтому вспышка численности краснохвостой песчанки и катастрофический рост площади массовой заноренности до 12 тысяч гектаров стало для зоологов ШПЧС полной неожиданностью. Начиная с этой осени они начнут наблюдения за инфекциями на данной территории. Но борьбой с грызунами сотрудники ШПЧС не занимаются.

Дальнейшая экспансия краснохвостой песчанки с такой скоростью (около 12 тыс га за три года) может привести к катастро-

фическим для юга Казахстана последствиям и даже перекинуться в Узбекистан.

Поэтому необходимо принять меры по борьбе с экспансией краснохвостой песчанки и убедить местные власти принять соответствующие решения.

Жители Жамбылского сельского округа обратились с ходатайством к районному акиму с просьбой принять меры по борьбе с песчанкой. Однако получили стандартную отписку об отсутствии денег и рекомендацией землепользователям обратиться в частное предприятие занимающееся дератизацией.

Работники акимата, готовившие ответ, не имели достаточной компетенции для понимания серьезности создавшейся ситуации. Да и понять глубину и остроту проблемы они не могли вполне по естественным причинам. Ведь проблема массового размножения грызунов и родентогенной деградации земель, возникла впервые в истории борьбы с опустыниванием. Необходимо отметить что, борьба с краснохвостой песчанкой уже проводилась в Грузии, но без упоминания термина и понятия «опустынивание» [5].

Борьба с этим грызуном не проста и очень дорога. Только стоимость протравленной пшеницы, охотно поедаемой краснохвостой песчанкой, превышает 2,5 тысяч тенге за килограмм. А на гектар пастбищ нужно не менее 2 килограммов протравленного зерна. А ведь еще есть работа по разбрасыванию зерна, доход, налоговые отчисления и т. д. для проведения работ по дератизации. Поэтому стоимость всех работ только по дератизации на площади 12 тысяч га составит по грубым подсчетам не менее 500 миллионов тенге (немногим более 3,3 млн \$ USA)

С работниками районных сельхозуправлений Сарыагашского и Шардаринского 22—23 августа проведены разъяснительные беседы, также проинформированы о серьезности ситуации руководители областных структур сельского хозяйства, областного управления природных ресурсов и природопользования, а также руководство Чу-Таласского бассейнового управления охраны окружающей среды МинООС. Все они отнеслись с пониманием и готовностью поддержать борьбу с краснохвостой песчанкой и деградацией земель.

Потому если даже областной и районный акиматы найдут средства по борьбе с краснохвостой песчанкой, то борьбе с деградацией земель местные власти вряд ли найдут средства.

Таким образом, массовое размножение краснохвостой песчанки *Meriones egypticus* привело к полному уничтожению пастбищной растительности на площади около 10 тысяч Сарыагашском и 2 тысяч

гектаров в Шардаринском районах ЮКО. Краснохвостая песчанка не только поедает наземную часть растения, выкапывает корневища мятлика луковичного и осочки толстостолбиковой, но и создает огромное количество ходов под землей, что иссушает почву и резко снижает ее потенциальное плодородие. На среднезаноренных территориях количество нор колеблется 6—7,5 тысяч на гектар, на сильно заноренных — более 10,3 тысячи на гектар.

Список литературы:

1. Адамович В. Л. Значение территориального критерия в определении массового размножения мышевидных грызунов // Экология. 1988. № 6. С. 49—54.
2. Бабаев А. А., Гаривани Г. М. Сравнительный анализ опустынивания в Туркменистане, Иране и Афганистане // Проблемы освоения пустынь. 1997. № 6. С. 3—14.
3. Бабаев А. Г. Опустынивание можно предупредить и остановить // Проблемы освоения пустынь, 1991, № 1, с. 3—8.
4. Бабаев А. Г., Чичагов В. П. Опустынивание как негативный фактор в устойчивом развитии общества. Проблемы освоения пустынь, 2007, № 4, с. 11—19.
5. Бурдули М. А. Особенности биологии краснохвостой песчанки и меры борьбы с ней на зимних пастбищах Восточной Грузии. Автореферат... кандидата биологических наук. Тбилиси, 1984
6. Декларация по Окружающей среде и Развитию (UNCED, Рио-де-Жанейро, 1992) «Повестка дня на 21 век».
7. Дренге Е. Масштабы и характеристика опустынивания в аридных районах. Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Ташкент, 1981. с. 13—28
8. Духовный В. А., Ганс Вилпс, Рузиев И. Б., Огарь Н. П. и др. Процессы опустынивания в Приаралье. Проблемы освоения пустынь, 2007, № 2, с. 4—9.
9. Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием
10. Константинова В. М., Михеева А. В. Позвоночные животные и наблюдение за ними в природе. М.: Академия. 2000, 200 с.
11. Кулов К. М., Жоошев П. М. Процессы опустынивания в Кыргызстане. Проблемы освоения пустынь, 2007, № 3, с. 7—10.
12. Национальные программы действий по борьбе с опустыниванием - Туркменистан (1996), Узбекистан (1999), Таджикистан (2000); Кыргызстан (2000) Армения (2002) и субрегиональные национальные программы действий по борьбе с опустыниванием в Российской Федерации (разные годы).

13. Опарин М. Л., Опарина О. С., Вацке Х., Черепанова Л. А. Изменения населения грызунов в ходе залежной и пастбищной демулационной сукцессий растительности. РЭТ-инфо. 1999. № 2. С. 23—26.
14. Опарин М. Л., Опарина О. С., Кондратенков И. А., Усов А. С., Слудский А. А. Многолетняя динамика населения млекопитающих степного завольжья в условиях изменения антропогенных нагрузок и цикличности климата. Бюл. МОИП. Отд. биол. 2005, Т. 110, вып 4, с. 40—50.
15. Павлинов И. Я. Жизнь животных. Млекопитающие. М., 1999. Ч. 1, 608 с.; Ч. 2. 624 с.
16. Программа действий по борьбе с опустыниванием в Республике Казахстан на 2005 — 2015 годы.
17. Рафиков В. А. О карте опустынивания аридной зоны Узбекистана. Проблемы освоения пустынь, 2008, № 3, с. 10—15.
18. Россолимо О. Л., Павлинов И. Я., Крускоп С. В. и др. Разнообразие млекопитающих. М.: 2004, ч. 3. 366 с.
19. Тянь Юй-Чжао Тактический подход к проблемам борьбы с опустыниванием земель. Проблемы освоения пустынь, 2007, № 2, с. 10—12.
20. Формозов А. Н. Проблемы экологии и географии животных. — М.: Наука, 1981.
21. Черкасский Б. Л., Амиреев С. Н., Кноп А. Г. Эпидемиологический надзор за зоонозами. Алма-Ата: Наука, 1988. 160 с.
22. Чекашов В. Н. Совершенствование эпизоотологического мониторинга за природными очагами чумы: На примере Муюнкумского автономного очага. Автореферат ... канд. биол. наук. Саратов, 2001
23. Шилов М. М. Совершенствование методов полевой и поселковой дератизации в природных очагах зоонозов Саратовской области. Автореферат ... канд. биол. наук. Саратов, 2004
24. Элтон Ч. Экология нашествий животных и растений. — М.: Иностранная литература, 1960. 230 с.
25. Massey F. P., Smith M. J., Lambin X., Hartley S. E. Are silica defences in grasses driving vole population cycles? // *Biology Letters*. Early Online Publishing. 2008

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛАНДШАФТА

Мустафаев Жумахан Сулейменович

*д-р техн. наук, профессор, ТарГУ им. М. Х. Дулати, г. Тараз,
респ. Казахстан*

Сейтказиев Адеубай Садакбаевич

*д-р техн. наук, профессо,р ТарГУ им. М. Х. Дулати, г. Тараз,
респ. Казахстан*

Успанова Ботагоз Болатовна

*докторант Ph. D, ТарГУ им. М. Х. Дулати, г. Тараз, респ. Казахстан
E-mail: uspanova84@mail.ru*

Ландшафты и агроландшафты как компоненты приповерхностной части земной сферы нельзя рассматривать в отрыве от природной системы и протекающих в них глубинных процессов энерго- и массопереноса, определяющие их экологическую продуктивность и емкость. Учет экологической продуктивности и емкости природной системы позволяет по новому подойти к обоснованию условий экологически безопасного функционирования агроландшафтов в условиях антропогенной деятельности.

В связи с этим, возникла необходимость оценки экологической емкости, техноемкости и предельно допустимой техногенной нагрузки природной системы Казахстана. Так как в настоящее время соотношение параметров хозяйственной деятельности с потенциалом компонентов географической оболочки, не дает возможность к самосохранению и выживаемость их возможно лишь на основе изучения закономерностей формирования и функционирования естественных и антропогенных ландшафтов, количественной оценки параметров, обеспечивающих их устойчивость, равновесие, живучесть и безопасность.

Одним из фундаментальных понятий эколого-географической теории взаимодействия человека и природы является экологический потенциал ландшафта (ЭПЛ) — совокупность условий, необходимых для жизни и воспроизводства, населяющих данную территорию организмов, то есть в этом понятии отражена одна из важнейших социальных функций ландшафта, способность обеспечивать человечество необходимыми средствами к существованию [1, с. 215].

Всесторонняя характеристика ЭПЛ требует учета сотен показателей, однако, его сравнительная оценки может быть основана на двух

определяющих факторах — тепле и влаге, от которых в первую очередь зависит биологическая продуктивность и экологической емкости, где ясно прослеживается влияние закона географической зональности на их распределение. Это привело к необходимости разработки методологии количественной оценки экологической емкости и экологической техноемкости компонентов окружающей среды, а также предельно допустимой техногенной нагрузки на элементы ландшафта и агроландшафтов на основе фундаментальных законов природы — закона сохранения энергии и вещества.

Вопросы количественной оценки энергетического и биоклиматического потенциала, экологической продуктивности и емкости, экологической техноемкости и экологического потенциала территории в последнее десятилетие рассматривались особенно интенсивно для экологического обоснования адаптивно-ландшафтной мелиорации в Казахстане [2, с. 52; 3, с. 258].

Разработка методики оценки экологической емкости, экологической техноемкости территории и предельно допустимой техногенной нагрузки ландшафтов и агроландшафтов всесторонне раскрывает механизм формирования балансовых элементов под влиянием комплекса физико-географических факторов, что может стать основой для экологического обоснования адаптивно-ландшафтной мелиорации в Казахстане [4, с 144; 5, с. 109—113].

Как особого компонента биосферы, почва обладает особым свойством «памятью», то есть один из составляющих компонентов процессов саморегуляции почвообразовательного процесса и за счет различных деградационных процессов у почвы наступает ухудшение «памяти», ей не из чего восстанавливать свое первоначальное плодородие, являющихся функцией затраты энергии на почвообразовательный процесс, что может стать функцией определения экологической емкости почвы. Согласно современному представлению почвообразовательного процесса в ландшафтных и агроландшафтных системах выполняет средообразующие, ресурсосодержащие и ресурсовоспроизводящие функции. Следовательно, природно-ресурсный (энергетический и биоклиматический) потенциал ландшафта будет выступать мерой возможного выполнения им этих функций. Определение природно-ресурсного потенциала позволит оценить способность ландшафта удовлетворять потребности общества, то есть на количественном уровне показать, что допустимая мера воздействия хозяйственной деятельности, то есть мелиорации сельскохозяйственных земель на компоненты природной среды объективно предопределена интенсивностью и временной изменчивостью естественных потоков энергии

и вещества, определяющими экологическую емкость и техноемкость, а также предельно допустимую техногенную нагрузку.

Интенсивность накопления биомассы конкретного растения, даже при находящихся в оптимуме всех регулирующих факторов, зависит от количества фотосинтетически активной радиации (R), которая определяется затратами солнечной энергии в биогеоценозе на почвообразование (Q_n). Это позволяет рассчитывать экологическую емкость ландшафтов, на основе продуктивности биоценоза на основе зависимости формирования относительной продуктивности растений от динамики гидротермического коэффициента, то есть «индекса сухости» — (\bar{R}) в условиях антропогенной деятельности [6—9].

Одним из основных факторов получения запрограммированных урожаев в геосистемах является обеспечение оптимальных количеств отдельных факторов внешней среды, определяющих формирование продукционного процесса. В основу построения модели прогнозирования и программирования урожаев могут быть положены определения величины урожая по приходу в данном районе фотосинтетической активной радиации (ФАР) и коэффициенту ее использования посевами, по биоклиматическим показателям, по естественной влагообеспеченности посевов, а также на основе разработки системы удобрений с учетом эффективного плодородия почвы и потребности растений в питательных веществах. Полученные результаты затрат солнечной энергии на почвообразование приведены в таблице 1.

Таблица 1

Определение затраты солнечной энергии на почвообразования

Культура	$\sum_{t, ^\circ C, \cdot) 10^0 C$	$R_{фap, кдж/с}$	Ороситель. норма, нетто Ор, мм	Осадк и, Ос, мм IV-IX	$O_c + O_p, мм$	$\bar{R} = R / O_c$	$\bar{R} = R / (O_c + O_p)$	Затраты на почво-обороте
Люцерна	3200	165	800	220	1020	3,0	0,65	34,7
Озимая пшеница	1450	107	320	170	490	2,52	0,87	22,5
Хлопчатник	3500	175	780	240	1020	2,92	0,69	36,8
Кукуруза на зерно	2950	156	400	230	530	2,71	1,18	32,8
Сахарная свекла	2850	153	710	240	950	2,55	0,64	32,1
Овощи	2350	136	470	220	690	2,47	0,79	28,6

Экологическая емкость ландшафтов, характеризует максимально возможный уровень повышения продуктивности ландшафтов на основе антропогенной деятельности человека, которая обеспечивает или сохраняет экологическую устойчивость и стабильность природных систем.

В условиях антропогенной деятельности, когда обеспечивается сбалансированность тепла и влаги ($\bar{R}=1.0$), затраты энергии на почвообразование увеличиваются, следовательно на основе их можно определить экологическую емкость ландшафтов по формулам [6, с. 305; 7, с. 635—641]:

$$\mathcal{E}E_{л} = Q_n \cdot F_{л},$$

где: $F_{л}$ — площадь ландшафтов, га;

Q_n — энергетический потенциал растительного покрова ландшафтов или агроландшафтов.

При этом разница потенциальной экологической емкости агроландшафтов и естественных ландшафтов, определяют предельно-возможное повышение экологической емкости и их можно определить по следующему выражению:

- для территории ландшафтной системы: $\Delta \mathcal{E}E_{ал} = (Q_a - Q_n) \cdot F_{л}$;
- для элементарного участка ландшафта: $\Delta Q = Q_a - Q_n$,

где: $Q_n = R \cdot \exp(-\alpha_o \cdot \bar{R}k)$ — затраты энергии на почвообразование в ландшафтах, кДж/см²;

$Q_{ал} = R \cdot \exp(-\alpha_o \cdot \bar{R}a)$ — затраты энергии на почвообразование в агроландшафтах, кДж/см² [9, с. 20—24].

Экологическая техноемкость агроландшафтов ($\mathcal{E}TT$) количественно определяется суммой техноемкости компонентов возникающих при адаптивно-ландшафтной мелиорации, то есть:

- величиной фактического нормы водопотребности сельскохозяйственных угодий:

$$K_{вал} = O_p / O_p^3,$$

где: $K_{вал}$ — параметр, характеризующих прироста техногенных нагрузки предельно-допустимого уровня, и определяется отношением фактической нормы водопотребности (O_p) к экологической нормы водопотребности (O_p^3) сельскохозяйственных угодий;

- содержанием солей в источника орошения:

$$K_{осс} = C_n / C_{дон}^n,$$

где: K_{occ} — параметр, характеризующий отклонение содержания солей в оросительной воде (C^n) в сравнение их предельно-допустимого ($C_{дон}^n$) уровня;

- содержанием солей в воздухе:

$$K_{occв} = C_{свв} / C_{дон}^в,$$

где: $K_{occв}$ — параметр, характеризующих отклонение содержание солей в воздухе ($C_{свв}$) от их предельно-допустимого ($C_{дон}^в$) уровня.

Таким образом, экологическая техноёмкость агроландшафтов ($ЭТТ_{ал}$) при адаптивно-ландшафтной мелиорации сельскохозяйственных земель можно определить по следующей формулы:

$$ЭТТ_{ал} = \Delta Q \cdot K_{вал} \cdot K_{occ} \cdot K_{occв}.$$

С учетом этого становится очевидным, что направление и интенсивность единого и неразрывного процесса влаго- и теплообмена деятельной земной поверхности не только формируют пространственную дифференциацию физико-географической оболочки, но и определяют ее устойчивость и способность к самосохранению агроландшафтных системы. При этом выделяются «граница оросительных мелиораций» ($\Delta Q = Q_a - Q_l$), как закономерный и естественный переход от почвы неустойчивого увлажнения к почвам недостаточного и наоборот, характеризующие необходимый объем материально-вещественных ресурсов, что позволяют обосновать не только необходимость мелиорации сельскохозяйственных земель, а также обосновать целесообразность их развития по агроклиматическим зонам или водохозяйственным бассейнам Казахстана.

Стратегия устойчивого развития считается эффективной, если ее реализация выгодна для общества, то есть количественная и ли качественная оценка затрат на реализацию стратегии не должна превышать соответствующую оценку результатов, то есть обеспечивают продовольственной безопасности государств и ограниченность национальных ресурсов. Для оценки потенциальной устойчивости агроландшафтов при обосновании адаптивно-ландшафтной мелиорации целесообразно выделение экологической опасности, определяющих возможность развития неблагоприятных процессов при техногенной нагрузки. То есть на основе существующих технологий мелиорации земель, качество поверхностных вод и атмосферных осадков, определены техноёмкость орошаемых земель Казахстана. Отметим, что $ЭТТ$ является фундаментальным экологическим нормативом для

регламентации территориальной хозяйственной деятельности., однако в качестве норматива в настоящее время законодательно не утвержден. Для отдельной территории ее экологическая техноёмкость *ЭТТ* объективно равна предельно допустимой техногенной нагрузке (*ПДТН*). Если последняя берется как некий норматив, то может отличаться от *ЭТТ*, так как учитывает еще и социальную ценность объектов, испытывающих нагрузку. Комплексная оценка экологической ёмкости, техноёмкости, предельно допустимой техногенной нагрузки может служить ориентирующей основой для оценки экологической обстановки в по водохозяйственным бассейнам и в разреза областей Казахстана. Концепция устойчивого развития предусматривает сбалансированность техногенных и природных процессов, исключение превышения *техногенного давления на окружающей среду* над экологической ёмкостью природной среды, наличие *резерва экологической ёмкости природных систем*. При истощении природного потенциала, нарушении экологического равновесия происходит резкое обеднение экономических возможностей водохозяйственных бассейнов, поэтому рациональнее всего проводить региональное нормирование антропогенных воздействий на природную среду на уровне ландшафтного района. Антропогенное воздействие на природную среду является комплексным и проявляется одновременно на локальном, региональном и глобальном уровнях. Хозяйственное освоение по всем водохозяйственным бассейнам Казахстана характеризуется экстенсивным потреблением всех видов природных ресурсов, так как не только нормы водопотребности сельскохозяйственных угодий и используемые технологии орошения не соответствует основному принципу мелиорации земель, то есть они разработаны для реализации водоемких систем орошаемых агроландшафтов. При этом из-за отсутствия научно-обоснованной стратегии природопользования, несовершенных технологий мелиорации и завышенные нормы водопотребности сельскохозяйственных угодий приводит к прогрессирующему загрязнению окружающей среды и деградации естественных экосистем [8, с. 293—295; 9, с. 25—27].

Для понимания специфики функционирования и перспектив развития системы «Человек — Природа» в пределах территории по водохозяйственному бассейну важно знать не только современное состояние компонентов ландшафтов, но и их пространственно-временную устойчивость к антропогенным нагрузкам. Согласно принципам сбалансированного природопользования, хозяйственная деятельность на определенной территории и техногенная нагрузка на окружающую природную среду не должны превышать восстановительного

потенциала экосистем, то есть экологической техноёмкости территории и на основе такого принципа должна быть полностью пересмотрены нормы водопотребности сельскохозяйственной угодий и технологии орошения. С экологической точки зрения, современный ландшафт — это целостная система взаимосвязанных и взаимодействующих компонентов. Необходимой предпосылкой для грамотного управления процессами использования ландшафта, является разработка теоретико-методологических основ решения конкретных практических задач. При этом к вопросам первоочередной важности относится оценка устойчивости современного ландшафта и его оптимизации.

Под оптимальным понимают ландшафт, структура и функции которого максимально соответствуют возможностям и потребностям нормального сбалансированного развития отдельных его компонентов или определенным целям его использования. В соответствии с этим оптимизация ландшафта — это комплекс мероприятий по сохранению или модификации существующих или формированию новых связей между различными составляющими ландшафта в целях его рационального использования, сохранения полезных свойств и предупреждения их возможной утраты, установление максимально полного соответствия природного потенциала ландшафта социально-экологическим функциям, задаваемым ему человеком. В оптимизации техногенных ландшафтов занимает целенаправленное восстановление или реконструкция природно-техногенных комплексов, обеспечивающая возобновление и повышение их продуктивности, природоохранной, хозяйственной, санитарно-оздоровительной и эстетической ценности [10, с. 270—273; 11, с. 515—518].

При оценке экологической устойчивости и оптимизации ландшафта (В. Л. Черников, М. Алексахин, А. В. Голубев и др. 2000) рекомендуют учитывать следующие соображения:

- оценка состояния и прогнозирование изменений в ландшафтах должны осуществляться на основе системного излучения, так как научно доказано наличие биотической само регуляции и самоорганизации ландшафта как системы, обладающей территориальной устойчивостью и четкой ограниченностью в пространстве.
- системный подход к ландшафту позволяет выявить его структуру, а также существенные связи компонентов в пространстве и во времени, отсюда вытекает возможность поиска вариантов, принципов и методов согласования взаимоотношений для различных типов ландшафта.
- экологическая стабильность и продуктивность экосистем тесно связана с разнообразием абиотических и биотических элементов

ландшафта, поэтому особенно важно грамотно оценить сложившиеся ландшафтные структуры и предполагаемые их модификации на основе учета коэффициентов экологического разнообразия.

- экологическая устойчивость ландшафта включает как устойчивость к антропогенным нагрузкам, так и гибкость системы в ее реакции на то или иное нарушение, поэтому при оценке вещественно-энергетических и других связей между компонентами необходимо определить потенциальные нагрузки на ландшафт [12, с. 106—110; 13, с. 43—48].

Равновесие состояния агроландшафтов достигается путем оптимизации круговорота веществ и потоков энергии. Оценка тенденции изменения геохимической активности среды дает достаточно репрезентативный показатель для прогнозирования ее возможной самооценки. Основную роль в стабилизации биогеоценотического процесса играют почвы, выступающие в качестве своеобразного связующего звена, регулятора и преобразователя различных вещественно-энергетических потоков. Отсюда выступает первостепенное значение сохранения и поддержания саморегулирующих свойств почв. Несомненно, что и устойчивость агроландшафтов к антропогенным воздействиям в значительной мере зависит от степени устойчивости обрабатываемых пахотных земель к разнообразным нагрузкам техногенного происхождения.

Список литературы:

1. Акимова Т. А. Основы экоразвития / Акимова Т. А., Хаскин В. В. — М., 1994. — 312 с.
2. Айдаров И. П. Перспективы развития комплексных мелиораций в России / Айдаров И. П. — М., 2004. — 63 с.
3. Мустафаев Ж. С. Методологические и экологические принципы мелиорации сельскохозяйственных земель / Мустафаев Ж. С.— Тараз, 2004.— 306 с.
4. Мустафаев Ж. С. Экологические проблемы бассейна Аральского моря / Мустафаев Ж. С., Козыкеева А. Т.. — Тараз, 2009. — 354 с.
5. Мустафаев Ж. С. Методология оценки эколого-мелиоративной устойчивости и стабильности агроландшафтов / Мустафаев Ж. С., Рябцев А. Д. // Пойск, 2006. — № 4. — С. 109—113.
6. Мустафаев Ж. С. Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане / Мустафаев Ж. С. — Алматы: Гылым, 1997. — 358 с.
7. Мустафаев Ж. С. Оценка экологической емкости ресурсного потенциала ландшафтов / Мустафаев Ж. С., Козыкеева А. Т., Умирзаков С. И., Кенжалиева Б. Т. // Материалы международной научно-практической

конференции, посвященной 70-летию Института географии АО ЦНЗМО РК / Географические проблемы устойчивого развития: теория и практика. — Алматы, 2008. — С. 635—641.

8. Сейтказиев А. С. Исабай С. И. Жумадилова А. К. Экологическое обоснование технологии поверхностного полива при различных ландшафтах. Международн. научно-практ. конф.(20—21 октября); Тараз, 2005. С. 293—295
9. Сейтказиев А. С. Винокуров Ю. И. Мадалиева Э. Б. Экологическое обоснование улучшения засоленных земель в аридной зоне Казахстана. Международн. Научн. журнал: «Мир науки, культуры, образования», ИВЭП СО РАН, № 5(12), 2008. С. 20—27.
10. Сейтказиев А. С. Почвенно-экологическое оценка засоленных земель. Труды международн. научн. конф. «Наука и образование — ведущий фактор стратегии Казахстан —2030» (24—25 июня 2008 г.) вып. 2, Караганда. С. 270—272.
11. Сейтказиев А. С. Айтекова Қ. Ө. Шилібек К. Қ. Ландшафта геозкологиялық жүйенің қалыптасуын негіздеу «Ұлттық ғылыми білім потенциалы және еліміздің бәсекеге қаблеттілігі» халықаралық ғылыми практ. конф материалдары., Тараз 31 қазан—1 қараша 2008. Б. 515—518.
12. Сейтказиев А. С. Ахмеджанов Т. К. Чакеев У. Н. Регулирование теплового режима почвы и системы управления заданной температурой окружающей среды. Вестник ВКТУ им. Д. Серикбаева Усть-Каменогорск, 2004. С. 106—110
13. Хачатурьян В. Х. Обоснование сельскохозяйственной мелиорации с экологических позиций / Хачатурьян В. Х. // Вестник сельскохозяйственной науки. 1990, — № 5. — С. 43—48.

ВЛИЯНИЕ ПАВ НА ПОВЕРХНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПЫЛИ ФОСФОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Стамкулова Лаура Елуовна

магистрант, ЮКГУ им. М. Ауезова, г. Шымкент, Казахстан

Наурызбекова Маржан Нураевна

магистрант, ЮКГУ им. М. Ауезова, г. Шымкент, Казахстан

Жадра Атирхановна Шингисбаева

*канд. техн. наук, доцент, ЮКГУ им. М. Ауезова, г. Шымкент,
Казахстан*

Разия Адильбековна Исаева

*канд. техн. наук, доцент, ЮКГУ им. М. Ауезова, г. Шымкент,
Казахстан*

E-mail: Zhadra-shin@mail.ru

На разных стадиях фосфорного производства выделяются различные виды пыли, значительная часть которых приходится на фосфоритную пыль, выделяющуюся на стадии рудоподготовки, и коттрельную пыль, которая улавливается в электрофильтре после фосфорной печи.

С образованием этих видов пыли связан ряд проблем фосфорного производства. Для решения этих проблем были использованы влияния поверхностно-активных веществ (ПАВ), в качестве чего использованы водорастворимые акриловые полиэлектролиты (ВРП) К-4, К-9 и Унифлок, выпускаемые в промышленном масштабе и широко применяемые для интенсификации многих технологических процессов.

Если необходимость изучения влияния ПАВ на изменение поверхностных свойств фосфоритной пыли вызвана недостаточной обработкой процесса ее мокрого улавливания, то влияние ПАВ на поверхностные свойства коттрельной пыли исследована с целью изменения процесса шламообразования в производстве фосфора.

Как известно, взаимодействие жидкости с твердым телом при наличии трех несмешивающихся фаз, одна из которых является воздухом (или газом), характеризуется таким поверхностным явлением, как смачивание. Изменение смачиваемости исследуемых минеральных дисперсий в присутствии ПАВ изучали путем определения скорости капиллярной пропитки [2, с. 63].

Для определения скорости капиллярной пропитки применялись цилиндрические стеклянные колонки диаметром 0,02 м и высотой 0,2 м. Дно цилиндрической колонки выполнено из стеклянного порошка толщиной $3 \cdot 10^{-3}$ м с размером частиц $d < 0,01 \cdot 10^{-3}$ м. В колонку загружается подвергаемый смачиванию сухой дисперсный материал и уплотняется до необходимой степени.

Колонка закрепляется на штативе и опускается в чашку со смачивающей жидкостью так, чтобы вода касалась фильтра. Фронт распространения жидкости в слое материала устанавливается визуально и отмечается время ее подъема на каждые 0,01 м. После насыщения влагой столбика материала отбирается проба на влажность с каждого 0,01 м.

Как показали результаты исследования (рис. 1), даже небольшая концентрация полимерных добавок (0,02—0,03 %) значительно ускоряет впитывание влаги в слой фосфоритной пыли. Однако при дальнейшем повышении концентрации полимерных добавок интенсивность впитывания влаги в слой фосфоритной пыли падает.

Кривые, полученные по результатам аналогичных исследований с коттрельной пылью, показывают, что на рост скорости капиллярной пропитки пыли наиболее эффективно влияют 0,025—0,03 % концентрации полимерных добавок.

Дальнейшее увеличение концентрации полиэлектролитов уже снижает скорость впитывания влаги в слой образцов.

Таким, образом, по полученным кривым рис. 1 и 2 можно заключить, что при малых концентрациях полимерных добавок (0,02—0,03 %) за счет адсорбции отдельных макромолекул полиэлектролитов улучшается смачиваемость поверхности минеральных дисперсий, в результате чего уменьшается поверхностное натяжение и увеличивается высота капиллярного поднятия жидкости.

С увеличением концентрации добавок полиэлектролита в растворе выше 0,03—0,05 % появляются надмолекулярные структуры — агрегаты макромолекул, адсорбция которых может влиять не только на смачивание поверхности, но и на размер капилляров, изменяя их кривизну и уменьшая впитывание влаги в слой исследуемого образца.

В присутствии в смачивающей жидкости небольших концентраций полимерных добавок происходит адсорбция их отдельных макромолекул на микрощелях и других активных центрах [1, с. 98].

При достаточно развитой миграции макромолекул в микрокапиллярных исследуемых образцах фосфоритной пыли и пыли печного газа значительно интенсифицируется процесс распространения влаги в эти минеральные дисперсии. За счет улучшения влагообмена в системе

под действием полимерных добавок наименьшее значение капиллярного потенциала достигается при более низкой влажности.

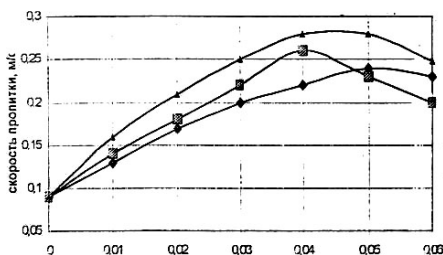


Рис. 1 Влияние ВРП на скорость капиллярной пропитки фосфоритной пыли.
1-К-4; 2-К-9; 3 – УНИФЛОК

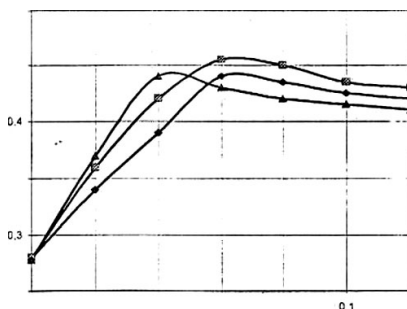


Рис.2. Влияние ВРП на скорость капиллярном пропитки коттрельной пыли.
1-К-4; 2-К-9, 3-УНИФЛОК

В дальнейшем, нами было исследовано влияние добавок ПАВ на электроповерхностные свойства коттрельной пыли, поскольку это имеет практически определяющее значение в процессе шламообразования в производстве фосфора. Величину электрокинетического потенциала поверхности минеральных частиц методом электроосмоса согласно, где для расчетов использовано уравнение Гельмгольца-Смолуховского.

По результатам исследований построена зависимость электрокинетического потенциала поверхности частиц от концентрации полимерных добавок (рис. 3)

Как видно из рис. 3 с увеличением концентрации полимерных добавок величина электрокинетического потенциала поверхности минеральных частиц существенно снижается.

Это, возможно, объясняется адсорбцией Макромолекул полиэлектролита на поверхности частиц и образованием, в результате этого, толстых адсорбционных слоев в виде петель, сегментов или хвостов, способствующих отодвиганию границы скольжения двойного электрического слоя в объем раствора.

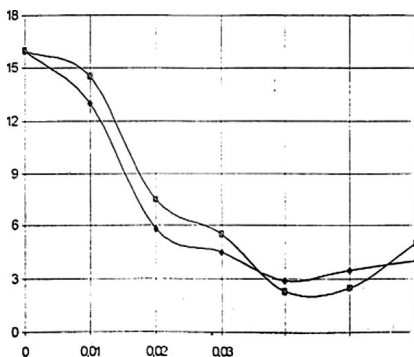


Рис. 3. Влияние концентрации ВРП на ζ — потенциал поверхности минеральных.

Симбатно с этим, по-видимому, происходит частичная нейтрализация заряда минеральных частиц или их блокирование адсорбирующимися макромолекулами полиэлектролита, а также сжатие поверхностного двойного электрического слоя, в результате чего минеральные частицы могут коагулировать преимущественно по нейтрализационному механизму теории ДЛФО.

Таким образом, проведенные исследования показали, что водорастворимые акриловые полиэлектролиты при небольших концентрациях оказывают существенное влияние на поверхностные свойства пыли производства фосфора, что дает основание на возможность проведения опытно-промышленных испытаний по интенсификации мокрого пылеулавливания при подготовке руд и разделения системы фосфор-минеральные дисперсии-вода, представляющего собой фосфорный шлам.

Список литературы:

1. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии / Под ред. Фролова Ю. Г. и Градского А. С. — М: Химия, 1986. — С. 97—99.
2. Сарманов Х. С., Бахов Ж. К., Сатаев И. К., Аширбекова Г. В. Влияние поверхностно-активных веществ на структурно-механические свойства фосфоритовых гранул Комплексное использование минерального сырья. 1995. № 4. — С. 62—64.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОДНОГО ОБЪЕКТА НА ТЕРРИТОРИИ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА, НА ПРИМЕРЕ Г. КАРАГАНДЫ

Шуткина Татьяна Михайловна

*магистрант, Карагандинский государственный университет имени
академика Е. А. Букетова, г. Караганда, Казахстан*

Айткулов Айдар Муратович

*канд. биол. наук, доцент кафедры физиологии, Карагандинский
государственный университет имени академика Е. А. Букетова,
г. Караганда, Казахстан
E-mail: tanyushkakz@mail.ru*

Глобальное ухудшение экологической обстановки из-за постоянного роста техногенного и антропогенного загрязнения среды обитания негативно отражается на жизнедеятельности организма человека [1, с. 7; 2, с. 18]. Интенсивное загрязнение окружающей среды транспортными, бытовыми, промышленными и прочими отходами в настоящее время является одним из основных факторов, отрицательно влияющих на состояние здоровья населения и экологическую обстановку крупных населенных пунктов [4, с. 2—6].

Город Караганда является одним из крупных промышленных центров Казахстана. Промышленность специализируется на производстве энергоемкой и материалоемкой продукции черной и цветной металлургии, добыче угля, и переработке руд черных и цветных металлов. Кроме того, здесь располагаются машиностроительные заводы, предприятия по производству строительных материалов, легкой пищевой и других отраслей промышленности. Одним из крупнейших искусственных водохозяйственных объектов города Караганды является Федоровское водохранилище, расположенное в юго-восточной части города, организованное на месте открытого угольного карьера. В настоящее время данный водоем используется для водоснабжения окружающих его дачных массивов, активного отдыха жителей города и других целей. Кроме того, на западном берегу водохранилища граничит с промышленной зоной, которая является источником несанкционированных выбросов и смывов загрязнителей техногенного характера.

Весомая доля загрязнения вод Федоровского водохранилища приходится на предприятия обрабатывающей промышленности, транспорт и дачные участки. В водохранилище в результате сброса сточных вод и осадения из атмосферы попадает большое количество вредных веществ, в том числе и тяжелых металлов, органических и биологи-

ческих загрязнителей. Целью данной работы явилась оценка загрязненности вод данного водоема.

Оценивая уровень загрязнения вод необходимо обратить внимание не только на объем общих выбросов, но и на их состав, концентрацию, превышение ПДК.

Так, в ходе проведенных исследований были взяты пробы воды Федоровского водохранилища с разных его участков: с промышленной зоны, в районе работы ЗАО «Таутропфен», со стороны автотрассы и дачного массива.

Определение загрязнения вод водохранилища проводилось по некоторым основным загрязнителям, таким как аммиак, бензол, железо, кадмий, медь, нефтепродукты, ртуть, фенол, формальдегид, химическое потребление кислорода (ХПК), содержание сапрофитных бактерий (СБ).

Определение химических элементов в пробах воды, проводилось на атомно-абсорбционном спектрометре МГА-915. Согласно методике использовался универсальный автоматизированный комплекс пробоподготовки «ТЕМОС-ЭКСПРЕСС», который требует малого количества материала (0,25—2,0 г) для проведения анализов. Методика обладает высокими производительностью (около 1 мин на анализ) и чувствительностью (0,05—0,2 мкг/дм³ или 0,02—0,5 мкг/г) [5, с. 25; 6, с. 12].

Таблица 1

**Результаты анализа воды с промышленной зоны
Федоровского водохранилища**

Вещество	Содержание, мг/л	Ошибка среднего арифметического	ПДК ХП-КБ
Аммиак	3,4	0,4	2,0
Бензол	0,9	0,01	0,5
Железо	1,9	1,6	0,5
Кадмий	0,08	0,05	0,01
Медь	2,9	2,2	1,0
Нефтепродукты	0,37	0,2	0,1
Ртуть	0,054	0,0002	0,05
Фенол	0,004	0,001	0,001
Формальдегид	0,5	0,35	0,05
ХПК	6,3	3,2	3,0
СБ	9,3	3,4	5,0

Результаты анализа воды с промышленной зоны Федоровского водохранилища позволяют сделать вывод о том, что содержание всех определяемых загрязнителей на данном участке находится выше предельно допустимой нормы. Содержание аммиака в воде превышает ПДК в среднем на 1,4 мг/л, бензола на 0,4 мг/л, железа на 1,4 мг/л,

кадмия на 0,07 мг/л, меди на 1,9 мг/л, нефтепродуктов на 0,27 мг/л, ртути на 0,004 мг/л, фенола на 0,003 мг/л, формальдегида на 0,45 мг/л, ХПК на 3,3 мг/л, СБ на 4,3 мг/л.

Таблица 2

**Результаты анализа воды ЗАО «Таугропфен»
Федоровского водохранилища**

Вещество	Содержание, мг/л	Ошибка среднего арифметического	ПДК ХП-КБ
Аммиак	2,5	0,8	2,0
Бензол	0,7	0,4	0,5
Железо	1,4	1,3	0,5
Кадмий	0,05	0,043	0,01
Медь	1,54	1,7	1,0
Нефтепродукты	0,2	0,3	0,1
Ртуть	0,048	-0,003	0,05
Фенол	0,003	0,001	0,001
Формальдегид	0,33	0,27	0,05
ХПК	5,8	2,7	3,0
СБ	8,2	3,1	5,0

Анализ результатов проб воды, взятых близ ЗАО «Таугропфен» дал следующие показатели: содержание аммиака в воде превышает ПДК в среднем на 0,5 мг/л, бензола на 0,2 мг/л, железа на 0,9 мг/л, кадмия на 0,04 мг/л, меди на 0,54 мг/л, нефтепродуктов на 0,1 мг/л, фенола на 0,002 мг/л, формальдегида на 0,28 мг/л, ХПК на 2,8 мг/л, СБ на 3,2 мг/л. Лишь показатель содержания ртути на 0,002 мг/л меньше ПДК.

Таблица 3

**Результаты анализа воды автотрассы
Федоровского водохранилища**

Вещество	Содержание, мг/л	Ошибка среднего арифметического	ПДК ХП-КБ
Аммиак	4,8	1,1	2,0
Бензол	1,3	0,3	0,5
Железо	1,9	1,1	0,5
Кадмий	0,07	0,06	0,01
Медь	3,3	0,9	1,0
Нефтепродукты	0,5	0,1	0,1
Ртуть	0,049	0,002	0,05
Фенол	0,005	0,002	0,001
Формальдегид	0,5	0,35	0,05
ХПК	7,6	3,4	3,0
СБ	10,4	4,2	5,0

Пробы воды близ автотрассы в районе Федоровского водохранилища показали, что содержание аммиака в воде превышает ПДК в среднем на 2,8 мг/л, бензола на 0,8 мг/л, железа на 1,4 мг/л, кадмия на 0,06 мг/л, меди на 2,3 мг/л, нефтепродуктов на 0,4 мг/л, фенола на 0,004 мг/л, формальдегида на 0,45 мг/л, ХПК на 4,6 мг/л, СБ на 5,4 мг/л. Показатель содержания ртути находится в норме, но близок к ПДК всего на 0,001 мг/л.

Таблица 4

**Результаты анализа воды дачного массива
Федоровского водохранилища**

Вещество	Содержание, мг/л	Ошибка среднего арифметического	ПДК ХП-КБ
Аммиак	2,9	0,8	2,0
Бензол	0,9	0,4	0,5
Железо	2,2	1,3	0,5
Кадмий	0,054	0,043	0,01
Медь	2,8	1,7	1,0
Нефтепродукты	0,4	0,3	0,1
Ртуть	0,049	- 0,003	0,05
Фенол	0,003	0,001	0,001
Формальдегид	0,38	0,018	0,05
ХПК	6,3	2,7	3,0
СБ	8,5	3,1	5,0

Пробы воды близ дачного массива в районе Федоровского водохранилища показали, что содержание аммиака в воде превышает ПДК в среднем на 0,9 мг/л, бензола на 0,4 мг/л, железа на 1,7 мг/л, кадмия на 0,044 мг/л, меди на 1,8 мг/л, нефтепродуктов на 0,3 мг/л, фенола на 0,002 мг/л, формальдегида на 0,33 мг/л, ХПК на 3,3 мг/л, СБ на 3,5 мг/л. Показатель содержания ртути находится в пределах верхней границы ПДК всего на 0,001 мг/л.

Таким образом, во всех пробах воды, взятых с Федоровского водохранилища, показатели самых распространенных загрязнителей превышают ПДК, и только содержание ртути находится в пределах верхней границы ПДК на всех участках кроме промышленной зоны (там содержание ртути превышает ПДК на 0,004 мг/л).

В результате проведенной работы было выявлено, что в водах Федоровского водохранилища находятся в дозах превышающих ПДК аммиак, бензол, железо, кадмий, кадмий, медь, нефтепродукты, ртуть, фенолом, формальдегид, ХПК, СБ.

Список литературы:

1. Авалиани С. Л., Андрианова М. М., Печенникова Е. В., Пономарева О. В. Окружающая среда, оценка риска для здоровья человека (мировой опыт).— М., 1996. — 158 с.
2. Ноздрюхина Л. Р. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. — М.: Наука, 1977. — 182 с.
3. ПДК химических веществ в окружающей среде / под ред. Беспмятнова Г. П. Справочник, — Л, 1982 — 252 с.
4. Покровский В. И. Современные проблемы экологически и профессионально обусловленных заболеваний //Медицина труда и промышленная экология. — 2003. — № 1. — С. 2—6.
5. Почва. Методика выполнения измерений массовых концентраций кадмия, свинца и меди методом инверсионной вольтамперометрии. — Томск: Томский политехнический университет, 1997. — 50 с.
6. Спектрохимическое определение тяжелых металлов в объектах окружающей среды, пищевых продуктах и биологических материалах (методические указания). — Алматы: Научный центр гигиены и эпидемиологии МЗО и С РК, 2006. — 41 с.

СЕКЦИЯ 2.

ХИМИЯ

2.1. МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ

КЛИНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОРРЕКЦИИ ДИСФУНКЦИИ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ ЯНТАРНОЙ КИСЛОТОЙ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ОБОСТРЕНИЙ ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНИ ЛЁГКИХ

Фисенко Анна Юрьевна

*аспирант, ГБОУ ВПО СибГМУ Минздравсоцразвития России,
г. Томск*

E-mail: fisenko903@yandex.ru

Черников Антон Владимирович

*аспирант, ГБОУ ВПО СибГМУ Минздравсоцразвития России,
г. Томск*

E-mail: chav23@mail.ru

Кузьменко Дмитрий Иванович

*д-р мед. наук, профессор, ГБОУ ВПО СибГМУ Минздравсоцразвития
России, г. Томск*

E-mail: dik51@mail.ru

Санжаровская Мария Сергеевна

*канд. мед. наук, ассистент, ГБОУ ВПО СибГМУ
Минздравсоцразвития России, г. Томск*

E-mail: maria.san@mail.ru

Черногорюк Георгий Эдинович

*д-р. мед. наук, профессор, ГБОУ ВПО СибГМУ Минздравсоцразвития
России, г. Томск*

E-mail: chernogoryuk@yandex.ru

В последние годы обсуждаются экстрапульмональные проявления хронической обструктивной болезни лёгких (ХОБЛ). Среди них важное значение имеют метаболические и мышечно-скелетные нарушения: дисфункция скелетных мышц, снижение массы тела, снижение тощей массы тела. Иницируют эти процессы ряд факторов: повышенный расход белково-энергетических ресурсов, недостаточное поступление питательных веществ [6, 13, 14], персистирующая активность системного воспаления [10]. Дисфункция дыхательных мышц как системное проявление ХОБЛ, несомненно, оказывает влияние на характеристики внешнего дыхания [7].

Векторы лечения обострений ХОБЛ в настоящее время направлены на улучшение бронхиальной проходимости, купирование воспаления, антибактериальную терапию, респираторную поддержку. Поиск средств, повышающих эффективность лечения обострений ХОБЛ, может лежать в сфере воздействия на системные внелегочные проявления болезни, в частности, на восстановление функции скелетной мускулатуры. В исследовании Naimi AI (2011) показано, что изменение сократительной способности миоцитов скелетных мышц при ХОБЛ происходит вследствие митохондриальной дисфункции [12]. Вопрос коррекции нарушения дисфункции скелетных мышц у больных ХОБЛ недостаточно исследован. Известен положительный опыт применения янтарной кислоты (ЯК) у детей с выраженными наследственными снижениями функциональной активности митохондрий, сопровождающимися задержкой роста. Препарат им назначался с целью активизации выработки энергии. У детей в процессе клинического наблюдения на фоне лечения наблюдалось улучшение показателей роста, переносимости физических нагрузок, снижение утомляемости, улучшение показателей речевого функционирования, уменьшалась выраженность миопатического синдрома. Биохимическими и цитохимическими критериями эффективности терапии служили снижение уровня молочной и пировиноградной кислот в крови [3].

В основе эффекта препарата, содержащего ЯК, лежит её способность поддерживать активность реакций быстрого метаболического кластера митохондрий, функциональным ядром которого является сукцинатдегидрогеназа (СДГ) [5]. Благодаря высокой скорости преимущественного окисления ЯК через реакции кластера, достигается существенное усиление синтеза АТФ [8]. Эндогенный приток субстрата в клетке для СДГ осуществляется через глутаматоксалоацетаттрансферазный шунт [4, 5], экзогенная ЯК оказывает эффект на клетку посредством сопряженного с G-белком орфан-рецептора GPR91 [9, 11].

Таким образом, имеются теоретические предпосылки для исследования клинической эффективности препаратов — регуляторов энергетического обмена, содержащих ЯК, у больных ХОБЛ для коррекции дисфункций митохондрий скелетной мускулатуры.

Цель: исследование связи дисфункции скелетной мускулатуры с клиническими проявлениями ХОБЛ 3—4 стадии в период обострения и оценка терапевтической эффективности включения в комплекс лечения «Янтарь-антитокс» — препарата — регуляторов энергетического обмена на основе ЯК.

Материалы и методы

Проведено проспективное открытое сравнительное нерандомизированное исследование клинической эффективности препарата «Янтарь-антитокс» у пациентов с ХОБЛ 3—4 стадии в период обострения. Основная группа состояла из 52 пациентов, у которых стандартный протокол лечения обострений ХОБЛ был дополнен лекарственным средством «Янтарь-антитокс» (регистрационный номер ЛС-002722, компания «Томская фармацевтическая фабрика») по 5 мг 3 раза в день внутрь в течение 14 дней. Группа сравнения включала 61 пациента. Обострение ХОБЛ у этих больных лечили в соответствии со стандартным протоколом. Диагностика и лечение обострений ХОБЛ проводились в соответствии с рекомендациями GOLD и Национальными рекомендациями. Для исследования соотношений силы скелетной мускулатуры с вентиляционными показателями была обследована контрольная группа из 40 практически здоровых добровольцев.

Сравниваемые клинические группы были исходно идентичны по возрасту и клинико-функциональным характеристикам (табл. 1). Мониторинг динамики болезни в процессе лечения включал оценку вентиляционных показателей легких, определение респираторного индекса (РИ) (аускультативные симптомы, объем мокроты за сутки, кашлевой анамнез, одышка) [1], BODE-индекса (ИМТ, ОФВ₁, интенсивность одышки по шкале MRS, 6-мин. шаговый тест — 6МШТ) [2], нутритивного статуса (индекс массы тела, тощую массу тела и индекс тощей массы тела, % жировой ткани).

Таблица 1

Взаимосвязь силы скелетной мускулатуры с клиническими характеристиками ХОБЛ 3—4 стадии в период обострения (корреляции по Спирмен) (n=113)

Анализируемые пары (Динамометрия ↔ клинический показатель)	r	p
Становая сила, кг ↔ Одышка по шкале MRS (баллы)	-0,36	0,002
Правая кисть, кг ↔ Дистанция в 6 МШТ (м)	0,44	0,001
Левая кисть, кг ↔ Дистанция в 6 МШТ (м)	0,59	0,0003
Становая сила, кг ↔ Дистанция в 6 МШТ (м)	0,65	0,00004
Правая кисть, кг ↔ ЧД в 1 мин до 6 МШТ	-0,42	0,002
Правая кисть, кг ↔ ЧД в 1 мин после 6 МШТ	-0,41	0,0005
Левая кисть, кг ↔ ЧД в 1 мин до 6 МШТ	-0,41	0,001
Левая кисть, кг ↔ ЧД в 1 мин после 6 МШТ	-0,47	0,00006
Становая сила, кг ↔ ЧД в 1 мин до 6 МШТ	-0,46	0,0005
Становая сила, кг ↔ ЧД в 1 мин после 6 МШТ	-0,49	0,00003
Правая кисть, кг ↔ ЧСС в 1 мин после 6 МШТ	-0,39	0,003
Левая кисть, кг ↔ ЧСС в 1 мин до 6 МШТ	-0,47	0,0003
Левая кисть, кг ↔ ЧСС в 1 мин после 6 МШТ	-0,56	0,00001
Становая сила, кг ↔ ЧСС в 1 мин до 6 МШТ	-0,48	0,0003
Становая сила, кг ↔ ЧСС в мин после 6 МШТ	-0,54	0,00003
Правая кисть, кг ↔ SaO ₂ до 6 МШТ	0,4	0,005
Правая кисть, кг ↔ SaO ₂ после 6 МШТ	0,57	0,0002
Левая кисть, кг ↔ SaO ₂ до 6 МШТ	0,45	0,001
Левая кисть, кг ↔ SaO ₂ после 6 МШТ	0,68	0,00001
Становая сила, кг ↔ SaO ₂ до 6 МШТ	0,67	0,00001
Становая сила, кг ↔ SaO ₂ после 6 МШТ	0,61	0,00001
Становая сила, кг ↔ Индекс BODE (баллы)	-0,36	0,0001

Силовые характеристики скелетной мускулатуры оценивались по силе мышц кистей и спины. Измерялась сила дыхательных мышц по максимальному экспираторному давлению на уровне ротовой полости с использованием прибора MicroRPM (Respiratory Pressure Meter). Одышка оценивалась по шкале Medical Research Council Dyspnoea Scale (MRS) [2]. Контрольные точки обследования — 1-й и 14-й день лечения обострений ХОБЛ. Результаты представлены средним значением (M) и средней ошибкой показателей (m). Статистические различия оценивали непараметрическим критерием Манна-Уитни. Для выявления связи признаков применялся корреляционный анализ Спирмена. Пороговый уровень статистической значимости составил $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

При ХОБЛ корреляционный анализ показателей, полученных до начала терапии обострения, продемонстрировал связь между силовыми характеристиками скелетной мускулатуры и клиническими проявлениями болезни. В частности, скоростные показатели вентиляции легких (ОФВ₁, ФЖЕЛ/ОФВ₁) находятся в прямом соотношении с силой отдельных мышечных групп, не принимающих участие в акте дыхания (мышцы кистей, станова́я сила). После ингаляции бронходилататоров эта взаимозависимость сохранялась. (Табл. 2).

Таблица 2

Взаимосвязь силы скелетной мускулатуры с вентиляционными показателями легких при ХОБЛ 3—4 стадии в период обострения (корреляции по Спирмен) (n=113)

Анализируемые пары (Динамометрия ↔клинический показатель)	r	p
Левая кисть, кг ↔ ОФВ ₁	0,64	0,00005
Левая кисть, кг ↔ ОФВ ₁ после бронходилатации	0,41	0,002
Правая кисть, кг ↔ ОФВ ₁	0,45	0,0007
Правая кисть, кг ↔ ОФВ ₁ после бронходилатации	0,42	0,002
Станова́я сила, кг ↔ ОФВ ₁	0,65	0,00003
Станова́я сила, кг ↔ ОФВ ₁ после бронходилатации	0,43	0,001
Левая кисть, кг ↔ ОФВ ₁ /ФЖЕЛ после бронходилатации	0,38	0,01

В группе практически здоровых лиц взаимосвязь силы скелетной мускулатуры с вентиляционными показателями не была установлена. Таким образом, на показатели бронхиальной обструкции при ХОБЛ в определенной степени оказывает влияние функциональное состояние скелетной мускулатуры.

Ослабление силы скелетной мускулатуры увеличивает выраженность основных клинических проявлений ХОБЛ. Средней и высокой степенью корреляций характеризовалась связь динамометрических показателей скелетной мускулатуры с такими клиническими проявлениями обострений ХОБЛ как одышка, частота дыхания, темп сердечных сокращений, сатурация крови кислородом (SaO₂), проходимость дистанция в 6 МШТ, величина индекса BODE (табл. 1). Тонометрические показатели, измеренные в ротовой полости в фазу выдоха, отражающие состояние дыхательной мускулатуры, демонстрировали их связь при обострении ХОБЛ 3—4 ст. со скоростными вентиляционными характеристиками легких, с толерантностью к физическим нагрузкам (Табл. 3).

Таблица 3

**Взаимосвязь силы дыхательной мускулатуры
(тонометрические показатели в фазу выдоха) с клиническими
характеристиками ХОБЛ 3—4 стадии в период обострения
(корреляции по Спирмен) (n=113)**

Анализируемые пары		r	p
Максимальное усилие выдоха, Па	↔ ОФВ ₁ /ФЖЕЛ	0,33	0,01
	↔ ОФВ ₁	0,56	0,00001
	↔ SaO ₂ до 6 МШТ	0,52	0,0005
	↔ Дистанция, в 6 МШТ	0,44	0,001

Известно, что патофизиологическим механизмом, определяющим связь между клинической и спирометрической составляющими ХОБЛ, является «воздушная ловушка». «Воздушная ловушка» нарушает механику движения грудной клетки, ограничивает возможность произвольно изменять объем грудной клетки, что повышает нагрузку на дыхательные мышцы и увеличивает их потребность в кислороде. Отсюда очевидно, что одной из основных задач пульмонологической реабилитации при этом заболевании следует считать повышение переносимости пациентами физической нагрузки [1].

Сравнительный анализ динамики клинических проявлений обострения ХОБЛ при включении в лечебный комплекс «Янтарь-антитокс» показал его эффективность (Табл. 4).

Таблица 4

**Клинико-функциональные показатели пациентов
до и после терапии обострения ХОБЛ 3-4-й стадии
в зависимости от включения в лечебный комплекс препарата
«Янтарь-антитокс».**

Показатель	Стандартная терапия n=61		Стандартная терапия + «Янтарь-антитокс» (n=52)		P ₂₋₄
	До лечения*	После лечения	До лечения*	После лечения	
	1	2	3	4	
ЖЕЛ (% к должным)	59,1±1,9	58,2±2,6	56,8±2,3	61,0±2,4	>0,05
ОФВ ₁ (% к должным показателям)	29,2±1,3	30,3±1,6	32,3±1,7	33,3±1,8	>0,05
ОФВ ₁ / ФЖЕЛ	44,4±1,2	44,2±1,2	45,5±1,4	45±1,6	>0,05
Вес (кг)	74±2	74±2	73±3	74±3	>0,05
Индекс массы тела	25±1	25±1	25±1	25±1	>0,05
Дистанция, проходимая в 6-МШТ (м)	333±10	360±9	314±11	407±11	0,0005
	P=0,00004		P=0,00004		
ЧСС в 1 мин в покое	83±2	83±2	88±2	79±2	>0,05
ЧСС в 1 мин после 6-МШТ	97±2	97±2	99±2	85±2	0,0002
			P=0,001		
ЧДД в 1 мин в покое	20±1	20±1	20±1	17±1	0,0013
			P=0,001		
ЧДД в 1 мин после 6-МШТ	26±1	24±1	26±1	21±1	0,0003
			P=0,001		
SpO ₂ до нагрузки (%)	95±0,4	96±1	96±0,4	98±1	0,0001
			P=0,00001		
SpO ₂ после 6-МШТ (%)	94±1	95±1	94±1	98±1	0,0001
			P=0,00004		
Силовой показатель правой кисти (%)	52±2	53±2	51±2	63±2	0,001
			P=0,0006		
Динамометрия правой кисти (кг)	37±1	38±1	36±1	45±1,5	0,0001
			P=0,001		
Силовой показатель левой кисти (%)	49±2	50±1	49±2	61±2	0,0006
			P=0,00006		
Динамометрия правой кисти (кг)	35±1	36±1	34±1	44±1,2	0,0001
			P=0,00001		
Одышка по шкале MMRC (баллы)	3±0,1	2±0,1	3±0,1	1,5±0,1	>0,05
Респираторный индекс (баллы)	2±0,1	1,5±0,1	2±0,1	1±0,1	0,01
	P=0,0001		P=0,0004		
VODE-индекс (баллы)	6±0,2	4±0,2	5±0,2	3±0,2	0,003
	P=0,0001		P=0,0001		

Примечание: * — $p_{1-3} > 0,05$

Прием препарата увеличивал толерантность к физической нагрузке, насыщенность крови кислородом (SpO_2) как до физической нагрузки, так и после выполнения 6-мин шагового теста.

Сравнительный анализ величины таких интегральных показателей течения болезни как респираторный индекс (аускультативные симптомы, объем мокроты за сутки, кашлевой анамнез, одышка), VODE-индекс (ИМТ, O_{FV_1} , интенсивность одышки по шкале MRS, 6-мин. шаговый тест) показал эффективность терапии с применением ЯК. Если исходные значения этих показателей в сравниваемых группах были одинаковы, то после лечения более значимое снижение было достигнуто у пациентов, получавших внутрь препарат «Янтарь-анти-токс» в течение двух недель.

Выводы:

1. При ХОБЛ 3—4 стадий скоростные показатели вентиляции легких находятся в прямой зависимости от силовых характеристик скелетной мускулатуры. У здорового человека такая взаимосвязь отсутствует.

2. Основной диагностический критерий ХОБЛ- O_{FV_1} зависит не только от степени бронхиальной обструкции, но и от функционального состояния скелетной мускулатуры.

3. Системная дисфункция скелетной мускулатуры в виде уменьшения динамометрических показателей увеличивает степень одышки, снижает толерантность к физической нагрузке, увеличивает интегральные клинические характеристики ХОБЛ — респираторный индекс и VODE-индекс.

4. Включение в комплекс лечения обострений ХОБЛ 3—4 стадии «Янтарь-антитокс» (5 мг 3 раза в день внутрь в течение 14 дней) оказывает положительный клинический эффект: увеличивается толерантность к физической нагрузке, сопровождающаяся ростом сатурации кислорода, возрастают динамометрические характеристики скелетных мышц, снижаются интегральные клинические характеристики ХОБЛ — респираторный индекс и VODE-индекс.

Список литературы:

1. Авдеев С. Н. Обострение хронической обструктивной болезни легких: современные подходы к диагностике и лечению (обзор). // Тер. Арх.— 2004. — Том 76, № 11. — С. 43—50.
2. Авдеев С. Н. Хроническая обструктивная болезнь легких как системное заболевание. // Пульмонология. — 2007. — № 2. — С. 104—116.
3. Василев С. Ц. Эффективность применения янтарной кислоты в комплексном лечении детей с митохондриальными энцефаломиопатиями и с

другими заболеваниями с митохондриальной дисфункцией: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М. 2002. 29 с.

4. Кондрашова М. Н. Трансаминазный цикл окисления субстратов в клетках как механизм адаптации к гипоксии. В кн.: Фармакологическая коррекция гипоксических состояний. М. 1989.— С. 51—66.
5. Кондрашова М. Н. Взаимодействие процессов переаминирования и окисления карбоновых кислот при разных функциональных состояниях ткани. // Биохимия.— 1991.— Т. 56. вып. 3. — С. 388—404.
6. Невзорова В. А., Бархатова Д. А. Системное воспаление и состояние скелетной мускулатуры больных ХОБЛ. // Тер. арх.— 2008. — Т. 80, № 3. — С. 85—90.
7. Перцева Т. А. Мышечная дисфункция при ХОБЛ: переоценка проблемы, новые возможности терапии // Здоровье Украины. — 2008. — № 3. — С. 17.
8. Смирнова Н. Б., Хазанов В. А., Регуляторы энергетического обмена. Клинико-фармакологические аспекты, Томск . — 2004. — С. 109—113.
9. Correa P., Kruglov E. A., Thompson M., Leite M. F., Dranoff J. A., Nathanson M. H. Succinate is a paracrine signal for liver damage.// J. Hepatology.— 2007. — Vol. 47, N 2. — P. 262—269.
10. Franssen F. M., Broekhuizen R., Janssen P. P., Wouters E. F., Schols A. M. Limb muscle dysfunction in COPD: effects of muscle wasting and exercise training. // Med. Sci. Sports. Exerc.— 2005. — Vol. 37, N 1. — P. 2—9.
11. He W., Miao F. J., Lin D. C., Schwandner R. T., Wang Z., Gao J., Chen J. L., Tian H., Ling L. Citric acid cycle intermediates as ligands for orphan G—protein-coupled receptors.// Nature, — 2004. — Vol. 429, N 429 (6988).— P. 188—193.
12. Naimi A. I., Bourbeau J., Baril J., Perrault H., Wright-Paradis C., Rossi A., Taivassalo T., Sheel A. W., Rabøl R., Dela F., Boushel R. Altered mitochondrial regulation in quadriceps muscles of patients with COPD. // Clinical Physiology and Functional Imaging. — 2011. — Vol. 31, N 2. — P. 124—131.
13. Schols A. M., Wouters E. F., Creutzberg EC, Systemic effects in COPD. // Chest.—2002.—Vol. 121, N 5. — P. 127S—130S.
14. Westerterp K. R., Plasqui, G., Kester P. Seasonal variation in sleeping metabolic rate, thyroid activity, and leptin. //Am. J. Physiol. Endocrinol. and Metabolism. — 2003. — Vol. 285, N 2. — P. E338—E343.

2.2 НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

НОВАЯ ФАЗА В ТРОЙНОЙ СИСТЕМЕ ИЗ ОКСИДОВ ЛИТИЯ, МАРГАНЦА (+2) И НИОБИЯ СО СЛОИСТОЙ СТРУКТУРОЙ

Ганноченко Алексей Анатольевич

преподаватель, ЮФУ, г. Ростов-на-Дону

E-mail: aaganochenco@rambler.ru

Впервые полученные в [3] слоистые соединения состава $\text{Li}_3\text{M}_{0,5}\text{Nb}_2\text{O}_7$ ($\text{M}=\text{Mg}, \text{Zn}$) являются изоструктурными фазами с общей формулой $\text{Li}_{4-2x}\text{M}_x\text{Nb}_2\text{O}_7$. Учитывая близость ионных радиусов и координационных предпочтений Mn^{2+} к указанным двухвалентным катионам, изучен ряд возможных растворов состава $\text{Li}_{4-2x}\text{Mn}_x\text{Nb}_2\text{O}_7$ с $0,4 < x < 1,0$.

Исследуемые образцы готовили с помощью твердофазного синтеза. На первом этапе синтезировали прекурсоры — ниобаты лития и марганца (+2). Порошки высшего оксида ниобия и оксида марганца (+3) (или карбоната лития) перетирали, прессовали в таблетки и обжигали в атмосфере водорода с промежуточным перетиранием при температурах 600—700 и 900—1000⁰С соответственно. На втором этапе из полученных двойных оксидов готовили образцы тройной системы. Конечный синтез проходил в атмосфере водорода при температуре 1050⁰С.

По данным рентгенофазового анализа, дифрактограмма образца состава $\text{Li}_{2,2}\text{Mn}_{0,9}\text{Nb}_2\text{O}_7$ ($x=0,9$) схожа с дифрактограммами аналогичных магниевой и цинковой фаз [1] с небольшим смещением интерференционных максимумов в низкоугловую область. Образцы с $x=0,95$ и 0,85 уже содержали примесные фазы, содержание которых закономерно увеличивалось по мере отдаления состава образцов от однофазного. Таким образом, область гомогенности полученного соединения практически отсутствует. Последующие опыты показали, что это соединение получается из различных исходных веществ, что доказывает его существование в системе, как равновесной фазы при температуре синтеза. Различие параметров решетки $\text{Li}_3\text{Mg}_{0,5}\text{Nb}_2\text{O}_7$ и $\text{Li}_3\text{Zn}_{0,5}\text{Nb}_2\text{O}_7$ и полученного в этой работе $\text{Li}_{2,2}\text{Mn}_{0,9}\text{Nb}_2\text{O}_7$ согласуются с различием ионных радиусов этих двухвалентных катионов [2] (табл. 1)

Таблица 1

**Сравнение параметров решетки $\text{Li}_{4-2x}\text{M}_x\text{Nb}_2\text{O}_7$, $\text{M} = \text{Mg}, \text{Zn}, \text{Mn}$
(пр. гр. Cc).**

	a, Å	b, Å	c, Å	β, °	V, Å³	Лит.
$\text{Li}_3\text{Zn}_{0,5}\text{Nb}_2\text{O}_7$	10,631	5,084	9,878	99,98	525,81	[3]
$\text{Li}_3\text{Mg}_{0,5}\text{Nb}_2\text{O}_7$	10,649	5,091	9,868	100,2	526,53	[3]
$\text{Li}_{2,2}\text{Mn}_{0,9}\text{Nb}_2\text{O}_7$	10,8273	5,1557	9,8947	99,988	543,98	[Наши данные]

Проведено полнопрофильное уточнение структуры нового соединения с использованием программного комплекса GSAS. В качестве стартовой модели использованы структурные параметры цинкового аналога $\text{Li}_3\text{Zn}_{0,5}\text{Nb}_2\text{O}_7$ с пространственной группой Cc , которые получены из очень точных рентгеновских дифракционных данных на монокристалле. Конечные результаты уточнения представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Координаты атомов и заселенности позиций в структуре
 $\text{Li}_{2,2}\text{Mn}_{0,9}\text{Nb}_2\text{O}_7$.**

Атом	Позиции Вайкова	Заселен- ность	Координаты атомов		
			x	y	z
Nb1	4a	1	0,060	0,244	0,0580
Nb2	4a	1	0,442	0,253	0,412
Mn1	4a	0,21(1)	0,363	0,26	0,734
Mn2	4a	0,41(1)	0,219	-0,24	0,403
Mn3	4a	0,38(1)	0,117	0,28	0,242
Mn4	4a	0,04(1)	0,260	0,27	0,15
O1	4a	1	0,435	0,42	0,585
O2	4a	1	0,065	0,06	0,392
O3	4a	1	0,112	0,58	0,539
O4	4a	1	0,377	-0,07	0,473
O5	4a	1	0,005	0,396	0,758
O6	4a	1	0,305	0,422	0,328
O7	4a	1	0,205	0,106	0,682

Полученные результаты позволяют сделать заключение, что жесткая часть решетки нового соединения построена из искаженных октаэдров, соединенных ребрами в цепочки типа вольфрамита. Далее эти цепочки имеют угловое сочленение в параллельные вдоль (100) слои состава Nb_2O_7 (рис. 1). Эти цепочки соединены вершинами октаэдров так, что

формируют бесконечные слои Nb_2O_7 , параллельные (100). Это, в частности, объясняет преимущественную ориентацию зерен. Атомы лития и марганца распределены по четырем типам искаженных октаэдрических позиций. Как уже отмечалось ранее, нет специфических позиций марганца. Таким образом, полученное соединение по существу нестехиометрическое, и может рассматриваться как твердый раствор $Li_{4-2x}Mn_xNb_2O_7$ на основе несуществующего $Li_4Nb_2O_7$, т.е. является типичным бертоллидом, как и его цинковый и магниевый аналоги.

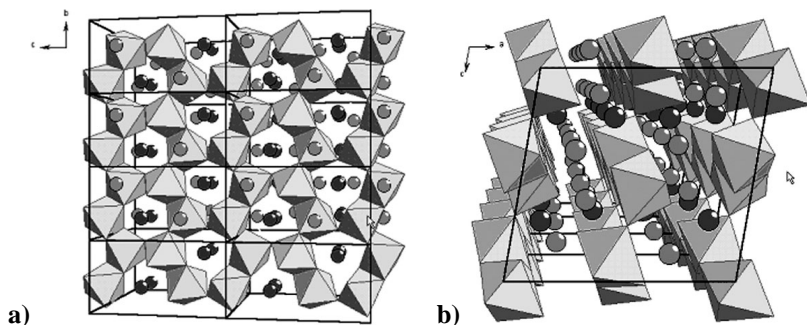


Рис. 1. Полиэдрическая модель структуры $Li_{2,2}Mn_{0,9}Nb_2O_7$;
a) вид перпендикулярно слоям остова, вдоль [100],
b) вид параллельно слоям остова, вдоль [010].

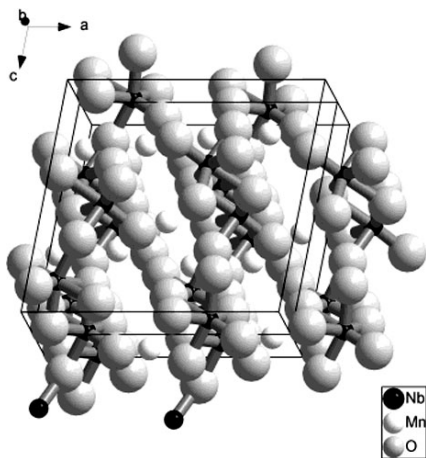


Рис. 2. Шаростержневая модель жесткого остова структуры $Li_{2,2}Mn_{0,9}Nb_2O_7$.

Мотив $(\text{Li}, \text{Mn})\text{O}_6$ — октаэдров, как $(\text{Li}, \text{Zn})\text{O}_6$ — октаэдров, идентичен мотиву ниобиевых октаэдров. Октаэдры NbO_6 являются сильно ацентричными. Самые короткие и самые длинные связи Nb — O находятся в транс-положении и имеют длину 1,80 — 2,28 Å. Это типичное свойство оксониобатов, получающееся в результате сильной асимметрии π -связывания. Наличие ацентризма у ниобия в этой структуре объясняет отсутствие изоструктурного танталата, для которого ковалентные эффекты выражены слабее.

Список литературы:

1. Шукаев И. Л. Твёрдофазные равновесия, кристаллохимия и ионная проводимость фаз в некоторых тройных системах, содержащих оксиды натрия (лития) и титана (ниобия, тантала): Дис. канд. химич. наук. Ростов-на-Дону. 1996. 217 с.
2. Shannon R. D. / Revised effective ionic radii and systematic study of interatomic distances in halides and chalcogenides. //Acta Crystallografica. 1976. V. A32. N. 5. P. 751—767.
3. Shukaev I. L., Shilov G. V., Avdeev M. Yu., Nalbandyan V. B., Medvedev B. S., Atovmyan L. O., Balagurov A. M./ Layered niobates with three-dimensional lithium ion conduction //In: The fourth conference Solid State Chemistry 2000, September 3 — 8, Prague, Czech Republic. P. 92—93.

2.3. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

СИНТЕЗ И ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ 1,6-ДИАЛКИЛ-3,4-ДИГИДРОКСИ-2,4-ГЕКСАДИЕН- 1,6-ДИОНОВ

Карманова Ольга Геннадьевна

аспирант кафедры химии, ПГПУ, г. Пермь

E-mail: o_karmanova@mail.ru

Козьминых Владислав Олегович

д-р. хим. наук, зав. кафедрой химии, ПГПУ, г. Пермь

E-mail: kvoncstu@yahoo.com

Муковоз Петр Петрович

*канд. хим. наук, ст. науч. сотр. Института клеточного и
внутриклеточного симбиоза ООП РАН, г. Оренбург*

E-mail: mpp27@mail.ru

Практически значимые 1,6-дизамещенные 1,3,4,6-тетраоксогексаны (3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионы) характеризуются значительным своеобразием строения (прототропные формы, кольчаточная таутомерия и кольчато-кольчатые интерконверсии), препаративной доступностью и выраженной реакционной способностью по отношению к нуклеофилам [5—7, 9].

В результате сложноэфирной конденсации Клайзена алкилметилкетонов с диэтилоксалатом в присутствии метилата натрия при соотношении реагентов 2:1:2 с последующим подкислением соляной кислотой нами получены целевые 1,6-диалкил-3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионы (**1a-g**: формы **1A**, **1B**, **1C**) (схема 1) [2—4]. Характеристики и данные ИК и ЯМР ¹H спектроскопии полученных соединений (**1a-d**) представлены в статье [2].

По данным хромато-масс-спектрометрии в реакционной смеси нами впервые кроме тетракетонов (**1**) обнаружены побочные продукты: представитель ацилпируватов — метиловый эфир 2-гидрокси-4-оксо-2-пентеновой кислоты (**2**), а также производное 1,2-циклопентандиона — 3-бутаноил-4-метилциклопент-3-ен-1,2-дион (**3**). К сожалению, в свободном виде соединения (**2**) и (**3**) не получены. Однако при проведении оксалильной конденсации пропанона с 2-пентанонам

нам удалось выделить смесь (3*Z*,5*Z*)-4,5-дигидроокта-3,5-диен-2,7-диона (**1a**), содержание 60 % и (5*Z*,7*Z*)-6,7-дигидрооксидека-5,7-диен-4,9-диона (**1c**), содержание 40 %. Относительное содержание компонентов по данным хромато-масс-спектрометрии иное, чем непосредственно в смесях, и это обусловлено особенностями метода (см. Экспериментальную часть).

Деструктивные методы исследования тетракетонов (**1**) для изучения их строения методом масс-спектрометрии, применялись ранее для установления структуры и исследования фрагментации 1,6-диарил-3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов [8]. Характер и особенности масс-фрагментации 1,6-диалкил-3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов (**1**) до наших исследований не изучались.

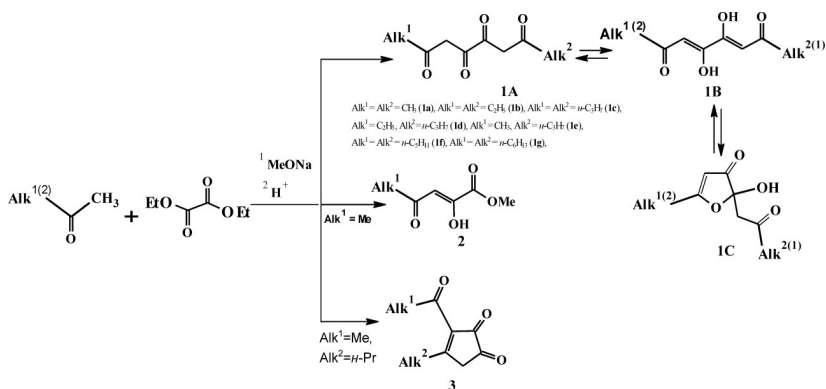


Схема 1

Нами исследованы процессы масс-распада тетракарбонильных соединений с алифатическими заместителями под действием электронного удара с использованием хромато-масс-спектрометрии (схема 2). Для 1,6-диалкил-3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов (**1a-g**) преобладающими являются два основных направления фрагментации. Первое направление Φ_1 связано с разрывом связи C(3)O — C(4)O с образованием двух равноценных алканоилацетильных звена. Вторым значимым направлением фрагментации является отщепление алканоильного иона с одновременным образованием иона Φ_3 ($M\text{-Alk}^{1(2)}\text{CO}^+$). При этом наиболее интенсивными пиками являются $\text{RCOCH}_2\text{CO}^+$ и RCO^+ , образующиеся при α -разрыве связей в молекуле. Так, при таком разрыве появляются пики с массовыми числами m/z : 85 $\text{MeCOCH}_2\text{CO}^+$ (**1a**, **1g**), 99 $\text{EtCOCH}_2\text{CO}^+$ (**1b**, **1d**, **1f**, **1g**), 113 $\text{PrCOCH}_2\text{CO}^+$ (**1c**, **1d**, **1e**, **1f**, **1g**), а также 43 MeCO^+ (**1a-g**), 57 EtCO^+ (**1b**, **1d**, **1f**, **1g**), 71 PrCO^+ (**1c**, **1d**, **1e**, **1g**) (таблица 1).

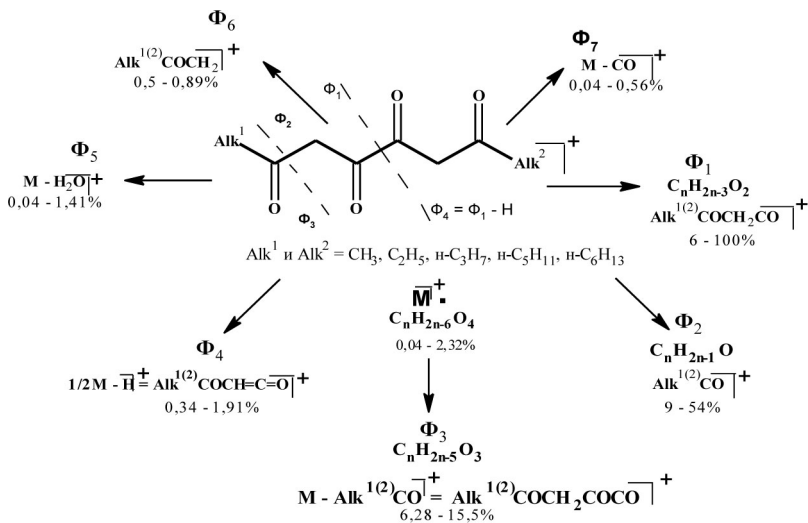


Схема 2

Сигналы ионов, образующихся при дегидратации молекулярного катион-радикала $[\text{M}-18]^+$, со значениями массовых чисел m/z 170 (**1b**), 208 (**1c**), 194 (**1d**), 264 (**1f**) свидетельствует о направлении фрагментации с элиминированием молекулы воды из равновесной фрагментируемой структуры (**1c**). Фрагментный ион Φ_7 с малой интенсивностью 0,04—0,56 % образуется в результате декарбонилирования исходного молекулярного иона по механизму скелетной перегруппировки с выбросом молекулы оксида углерода(II). В масс-спектре отмечен пик $[\text{M}-42]$, образование которого обусловлено фрагментацией первичного осколка Φ_1 , сопровождающийся элиминированием кетенового иона $(-\text{CH}_2=\text{C}=\text{O}^+)$, m/z 42.

Для каждого образующегося в результате фрагментации иона приведены значения формальной ненасыщенности (ФН) [1] и соответствующие им функциональные звенья (таблица). Рассчитанное нами значение ФН позволяет установить строение 1,6-диалкил-3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов (**1a-g**). При значении ФН равном 4 возможно существование соединений (**1a-g**) в виде следующих возможных структур: 1) наличие в молекуле четырех карбонильных групп (форма **1A**); 2) наличие в структуре двух карбонильных групп и двух двойных связей $\text{C}=\text{C}$ (форма **1B**); 3) присутствие одного ароматического кольца, двух карбонильных групп и одной двойной связи $\text{C}=\text{C}$ (форма **1C**). Нами выведены общие молекулярные формулы для молекулярного и фрагментных ионов, подходящих для любых алифатических 1,3,4,6-тетракетонов.

Таблица 1

Основные ионы, образующиеся при масс-фрагментации соединений (1), (2), (3) и их характеристики

Соединение	R ¹	R ²	m/z	I _{отн.} , %	M ⁺ (Φ _n ⁺)	Брутто-формула	ФН*	ГИ**
1a	CH ₃	CH ₃	170	2,2	M ⁺	C ₈ H ₁₀ O ₄	4	2
			142	1,3	M — CO ⁺	C ₇ H ₁₀ O ₃	3	2
			127	15,5	M — MeCO ⁺	C ₅ H ₅ O ₃	4	1
			113	2,2	MeCOCH ₂ COCO ⁺	C ₅ H ₅ O ₃	4	1
			85	100	MeCOCH ₂ CO ⁺	C ₄ H ₅ O ₂	3	1
			69	6,6	O=C — CH=C=O ⁺	C ₃ HO ₂	4	13
			55	2,1	CH ₂ CH=CO ⁺	C ₃ H ₃ O	3	13
			43	64,4	MeCO ⁺	C ₂ H ₃ O	3	1
1b	C ₂ H ₅	C ₂ H ₅	198	0,19	M ⁺	C ₁₀ H ₁₄ O ₄	4	2
			169	0,20	M — CO — H ⁺	C ₉ H ₁₃ O ₃	4	1
			170	1,05	M — H ₂ O ⁺	C ₁₀ H ₁₂ O ₃	5	1
			155	0,08	M — CH ₂ CO ⁺	C ₈ H ₁₂ O ₃	3	1
			141	11,13	EtCOCH ₂ COCO ⁺	C ₇ H ₉ O ₃	4	1
			99	100	EtCOCH ₂ CO ⁺	C ₅ H ₇ O ₂	3	1
			98	0,34	½ M — H ⁺	C ₅ H ₆ O ₂	3	0
			71	2,33	EtCOCH ₂ ⁺	C ₄ H ₅ O ₂	3	1
			57	27,21	EtCO ⁺	C ₃ H ₅ O	2	1
			43	13,0	MeCO ⁺	C ₂ H ₃ O	2	1
1c	C ₃ H ₇	C ₃ H ₇	226	0,04	M ⁺	C ₁₂ H ₁₈ O ₄	4	1
			208	0,04	M — H ₂ O ⁺	C ₁₂ H ₁₆ O ₃	5	12
			199	0,56	M — CO ⁺	C ₁₁ H ₁₈ O ₃	3	3
			184	0,08	M — CH ₂ CO ⁺	C ₁₀ H ₁₆ O ₃	3	2
			155	7,83	M — PrCO ⁺	C ₈ H ₁₁ O ₃	4	1
			113	100	PrCOCH ₂ CO ⁺	C ₆ H ₉ O ₂	3	1
			112	1,54	½ M — H ⁺	C ₆ H ₈ O ₂	3	0
			85	0,50	PrCOCH ₂ ⁺	C ₅ H ₉ O	2	1
			71	16,30	PrCO ⁺	C ₄ H ₇ O	2	1
			43	21,71	MeCO ⁺	C ₂ H ₃ O	2	1
1d	C ₂ H ₅	C ₃ H ₇	212	0,17	M ⁺	C ₁₁ H ₁₆ O ₄	4	2
			194	0,06	M — H ₂ O ⁺	C ₁₁ H ₁₄ O ₃	5	2
			184	1,33	M — CO ⁺	C ₁₀ H ₁₆ O ₃	3	2
			183	0,18	M — CO — H ⁺	C ₁₀ H ₁₅ O ₃	4	1
			170	0,05	M — CH ₂ CO ⁺	C ₉ H ₁₄ O ₃	3	1
			169	0,21	M — CH ₂ CO — H ⁺	C ₉ H ₁₃ O ₃	4	1
			155	8,59	EtCOCH ₂ COCO ⁺	C ₈ H ₁₁ O ₃	4	1
			141	7,83	PrCOCH ₂ COCO ⁺	C ₇ H ₉ O ₃	4	1
			113	100	PrCOCH ₂ CO ⁺	C ₆ H ₉ O ₂	3	1

Соединение	R ¹	R ²	m/z	I _{отн.} , %	M ⁺ (Φ _n ⁺)	Брутто-формула	ФН*	ГИ**
			112	1,91	½ M — H ⁺	C ₃ H ₇ O ₄	3	0
			99	82,20	EtCOCH ₂ CO ⁺	C ₃ H ₇ O ₂	3	1
			71	17,40	PrCO ⁺	C ₄ H ₇ O	2	1
			57	24,60	EtCO ⁺	C ₃ H ₅ O	2	1
			43	30,35	MeCO ⁺	C ₂ H ₃ O	2	1
1e	CH ₃	C ₃ H ₇	198	0,31	M ⁺	C ₁₀ H ₁₄ O ₄	4	2
			170	1,41	M — H ₂ O ⁺	C ₁₀ H ₁₂ O ₃	5	1
			155	8,69	MeCOCH ₂ COCO ⁺	C ₈ H ₁₁ O ₃	4	1
			127	6,28	PrCOCH ₂ COCO ⁺	C ₆ H ₇ O ₃	4	1
			113	100	PrCOCH ₂ CO ⁺	C ₆ H ₉ O ₂	3	1
			112	1,14	½ M — H ⁺	C ₃ H ₆ O ₂	3	0
			85	58,45	MeCOCH ₂ CO ⁺	C ₄ H ₅ O ₂	3	1
			71	13,91	PrCO ⁺	C ₄ H ₇ O	2	1
43	54,23	MeCO ⁺	C ₂ H ₃ O	2	1			
1f	C ₅ H ₁₁	C ₅ H ₁₁	282	2,32	M ⁺	C ₁₆ H ₂₆ O ₄	4	2
			264	1,32	M — H ₂ O ⁺	C ₁₆ H ₂₄ O ₃	5	12
			236	0,48	M — CO — H ₂ O ⁺	C ₁₅ H ₂₄ O ₂	4	1
			211	1,13	PrCOCH ₂ COCO ⁺	C ₁₂ H ₁₉ O ₃	4	1
			183	6,71	M - EtCOCH ₂ CO ⁺	C ₁₁ H ₁₉ O ₂	3	1
			141	100	C ₅ H ₁₁ COCH ₂ CO ⁺	C ₈ H ₁₄ O ₂	3	1
			113	1,84	PrCOCH ₂ CO ⁺	C ₆ H ₉ O ₂	3	1
			99	7,35	EtCOCH ₂ CO ⁺	C ₅ H ₇ O ₂	3	1
			71	9,45	EtCO ⁺	C ₃ H ₅ O	2	1
43	11,87	MeCO ⁺	C ₂ H ₃ O	2	1			
1g	C ₆ H ₁₃	C ₆ H ₁₃	310	1,92	M ⁺	C ₁₈ H ₃₀ O ₄	4	2
			282	0,83	M — CO ⁺	C ₁₇ H ₃₀ O ₃	3	2
			264	0,64	M — CO — 2H ⁺	C ₁₇ H ₂₈ O ₃	4	12
			212	0,32	M - EtCOCH ₂ CO ⁺	C ₁₃ H ₂₃ O ₂	3	2
			197	11,23	M - PrCOCH ₂ CO ⁺	C ₁₂ H ₂₁ O ₂	3	1
			155	100	C ₆ H ₁₃ COCH ₂ CO ⁺	C ₉ H ₁₅ O ₂	3	1
			113	8,56	PrCOCH ₂ CO ⁺	C ₆ H ₉ O ₂	3	1
			99	2,23	EtCOCH ₂ CO ⁺	C ₅ H ₇ O ₂	3	1
			85	3,42	MeCOCH ₂ CO ⁺	C ₄ H ₅ O ₂	3	1
			71	6,28	PrCO ⁺	C ₄ H ₇ O	2	1
43	17,83	MeCO ⁺	C ₂ H ₃ O	2	1			

* ФН — формальная ненасыщенность [1].

** ГИ — гомологический индекс [1].

Работа выполнена в рамках диссертационного исследования аспиранта кафедры химии Пермского государственного педагогического университета Кармановой О. Г.

Экспериментальная часть

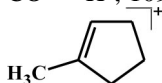
Общая методика синтеза 1,6-диалкил-3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов (1a-g). К 100 мл метанола, предварительно перегнанного над натрием, добавляют порциями 1,15 г (50 ммоль) натрия, метанол отгоняют, к сухому метилату натрия добавляют 150 мл абсолютного диэтилового эфира, при охлаждении и перемешивании прибавляют по каплям смесь 3,7 мл (50 ммоль) пропанона (для синтеза соединения **1a**), 4,4 мл (50 ммоль) бутанона (для синтеза соединения **1b**), 5,3 мл (50 ммоль) 2-пентанона (для синтеза соединения **1c**), 2,2 мл (25 ммоль) бутанона и 2,7 мл (25 ммоль) 2-пентанона (для синтеза соединения **1d**), 1,9 мл пропанона (25 ммоль) и 2,9 мл 2-пентанона (25 ммоль) (для синтеза соединения **1e**), 5,2 мл 2-гептанона (для синтеза соединения **1f**), 7,8 мл 2-октанона (50 ммоль) (для синтеза соединения **1g**) и 3,4 мл (25 ммоль) диэтилксалата и нагревают 1—2 часа. Осадок отфильтровывают, добавляют при перешивании и охлаждении 15 мл 15 % соляной кислоты, продукт кристаллизуют из этилацетата. Получают бесцветные кристаллы соединений (**1a—g**).

Хромато-масс-спектры записаны на приборе Agilent Technologies 6890 N/5975 В, колонка HP-5ms, 30 м x 0,25 мкм, газ-носитель — гелий (1 мл/мин), ионизация электронным ударом (70 эВ).

(3Z,5Z)-4,5-дигидроксиокта-3,5-диен-2,7-дион (1a), (5Z,7Z)-6,7-дигидроксидодека-5,7-диен-4,9-дион (1c) и 3-ацетил-4-пропил-3-циклопентен-1,2-дион (3).

Константы, выходы и спектральные характеристики индивидуальных соединений (**1a**) и (**1c**) описаны в статье [2]. По данным ЯМР ^1H смесь компонентов (**1a**) и (**1c**) выделена в соотношении 60 % и 40 %, соответственно. Хромато-масс-спектр, время удерживания, мин.: компонент (**1a**) 5,6 мин., компонент (**1e**) 6,5 мин., компонент (**1c**) 7,3 мин., компонент (**3**) 6,3 мин. Масс-спектрометрические данные соединений (**1a**) и (**1c**) приведены в таблице.

Соединение (**3**), масс-спектр, m/z (I, %): 180 (10,16) M^+ , 165 (4,52) $\text{M} - \text{Me}^+$, 152 (15,43) $\text{M} - \text{Me}^+$, 137 (37,16) $\text{M} - \text{Pr}^+$, 123 (5,21) $\text{M} - \text{CO} - \text{H}^+$, 109 (16,89) $\text{M} - \text{PrCO}^+$, 95 (13,20) $\text{MeCOCH}=\text{C}=\text{O}^+$, 82 (100)



, 67 (14,12) $\text{C}_6\text{H}_{10} - \text{Me}^+$, 55 (12,23), $\text{C}_3\text{H}_3\text{O}^+$, 43 (9,2) Pr^+ , 41 (23,1) $\text{CH}=\text{C}=\text{O}^+$.

(4Z,6Z)-5,6-дигидроксидодека-4,6-диен-3,8-дион (1b), (5Z,7Z)-6,7-дигидроксидодека-5,7-диен-4,9-дион (1c), (4Z,6Z)-5,6-дигидроксиундека-4,6-диен-3,8-дион (1d).

Константы, выходы и спектральные характеристики индивидуальных соединений (**1b**, **1c**, **1d**) представлены в статье [2].

Хромато-масс-спектр, время удерживания, мин.: компонент (**1b**) 6,5 мин., компонент (**1d**) 6,9 мин., компонент (**1c**) 7,3 мин. Масс-спектрометрические результаты исследования идентифицированных соединений приведены в таблице.

Список литературы:

1. Иоффе Б. В., Костиков Р. Р., Разин В. Ф. Физические методы определения строения органических соединений. М., Высшая школа, 1984, 336 с.
2. Карманова О. Г., Козьминых В. О., Муковоз П. П., Козьминых Е. Н. Синтез и структурное разнообразие 1,6-диалкил-3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. Иваново: ИГХТУ, 2012 (в печати, рег. номер 4413).
3. Карманова О. Г., Зыкова С. С., Муковоз П. П., Козьминых В. О. Новый модифицированный метод получения 1,6-диалкилзамещенных 3,4-дигидрокси-1,6-гексадиен-1,6-дионов // Современные фундаментальные и прикладные исследования. Кисловодск, 2011. С. 106—109.
4. Карманова О. Г., Зыкова С. С., Козьминых В. О., Муковоз П. П. Синтез и особенности строения 1,6-диалкилзамещенных 1,3,4,6-тетраоксогексанов // Научное творчество XXI века. Том 3. Красноярск, 2012. С. 264—269.
5. Кириллова Е. А., Козьминых В. О. Синтез, цепная таутомерия и кольчато-цепные интерконверсии замещенных 3,4-дигидрокси-2,4-алкадиен-1,6-дионов // Вестник Южно-Уральского гос. ун-та. Серия "Химия". Вып. 2. Челябинск, 2009. № 23 (156). С. 9—15.
6. Кириллова Е. А., Муковоз П. П., Виноградов А. Н., Козьминых В. О., Дворская О. Н. Синтез, особенности строения и таутомерия 1,6-дизамещенных 3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. Иваново: ИГХТУ, 2011. Т. 54. № 4. С. 18—22.
7. Козьминых В. О., Гончаров В. И., Козьминых Е. Н. Конденсация Клайзена метилкетонов с диалкилоксалатами в синтезе биологически активных карбонильных соединений (обзор, часть 3) // Вестник Оренбургского гос. ун-та. Оренбург, 2007. Вып. 5 (69). С. 138—148.
8. Laćan M., Vukićević M., Džanić H., Stefanović D. The mass spectra of some aromatic polyketones // Org. Mass Spectrom. — 1975. — N 10. — P. 899—904.
9. Poje M., Balenović K. 3(2H)-Furanone derivatives. Ring-chain tautomerism in the 1,3,4,6-tetraketone // J. Heterocycl. Chem. — 1979. — Vol. 16. — N 3. — P. 417—420.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЛЕЧЕБНОЙ НАФТАЛАНСКОЙ НЕФТИ

Мурадов Али Насрулла оглы

*канд. хим. наук, доцент, Азербайджанский Технологический
Университет, г. Гянджа, Азербайджан*

E-mail: sayra21@mail.ru

Широкое применение уникальной лечебной нафталанской нефти в медицинской практике требует детального изучения входящих в её состав компонентов с целью установления действующего начала этой нефти.

Результаты предыдущих исследований [1] по разделению нафталанской нефти на компоненты и изучению её состава методом адсорбционной хроматографии на силикагеле показали наличие в нефти 55 % нафтеновых углеводов, 30 % ароматических и 15 % смол. Как нафтеновые, так и ароматические группы углеводов отличаются высокой циклическостью молекул и преобладанием углеродных атомов в кольчатых структурах. Биологические исследования выявили высокую физиологическую активность нафтеновых углеводов и токсичность смол и полициклических ароматических углеводов. Экспериментальные и клинические исследования установили высокую эффективность нафтеновых углеводов при лечении язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, а фармакологические данные показали, что они являются малотоксичным препаратом.

Нафтеновые углеводороды оказались также весьма эффективными при лечении заболеваний уха, горла, носа, хирургических и других заболеваний.

Таблица 1

Результаты вакуумной перегонки широкой фракции нафтеновых углеводородов нафталанской нефти и анализ полученных фракций

Пределы кипения, °С	Выход, %		n_D^{20}	d_4^{20}	Мол. масса	Число колец на среднюю молекулу
	на фракцию нафтеновых уг-дов	на нефть				
240-290	22,5	12,3	1,4680	0,8556	212	1,7
290-320	12,7	7,0	1,4760	0,8777	240	2,2
320-350	10,2	5,6	1,4800	0,8824	273	2,4
350-420	11,8	6,5	1,4839	0,8923	304	2,7
420-450	3,6	2,0	1,4870	0,8956	363	3,1
450-500	10,2	5,6	1,4900	0,9016	388	3,2
500-525	8,5	4,7	1,4940	0,9099	428	3,6
выше 525	20,5	11,3	1,4970	0,9111	472	3,8

Нафтеновые углеводороды нафталанской нефти нами были подвергнуты детальному исследованию. Как показали результаты депарафинизации карбамидом, цеолитом и в растворе селективных растворителей, в указанной группе нафтеновых углеводородов отсутствуют твердые парафиновые углеводороды и она, очевидно, целиком состоит из циклопарафиновых углеводородов [2].

Для упрощения состава, выделенная из нафталанской нефти широкая фракция нафтеновых углеводородов подвергалась вакуумной перегонке (с применением ректификационной колонки эффективностью около 20 теор.тарел.) на узкие фракции с выкипаемостью 240—290, 290—320, 320—350, 350—420, 420—450, 450—500, 500—525 °С и остаток. Разделение на такие фракции осуществлялось в связи с наличием данных по синтезу высокомолекулярных индивидуальных углеводородов различных классов, которые укладываются в выбранные пределы температур кипения. Изучены также аналогичные фракции нафтеновых углеводородов ряда других нефтей (гюргянская, косчагильская, грозненская, ромашкинская и др.), что позволяет сопоставить состав фракций нафталанской нефти с соответствующими депарафинированными фракциями других нефтей.

Таблица 2

Состав фракций нафтеновых углеводородов различных нефтей

Пределы кипения, °С	Нефть	Структурно-групповой анализ по методу n-d-M		
		число колец K ₀	доля углеродных атомов, %	
			в кольцах	в цепях
350—420	Гюргянская	2,3	45	55
	Косчагильская	1,9	39	61
	Грозненская	1,6	34	66
	Ромашкинская	1,7	36	64
	Нафталанская	2,7	59	41
420—450	Гюргянская	3,1	44	56
	Грозненская	2,6	45	55
	Ромашкинская	1,9	33	67
	Нафталанская	3,1	53	47
500—525	Гюргянская	3,4	38	62
	Косчагильская	2,6	28	73
	Нафталанская	3,6	58	42
выше 525	Гюргянская	3,3	32	67
	Нафталанская	3,8	50	50

Результаты исследования показали, что с увеличением температуры кипения фракций увеличиваются величины удельного веса, (табл. 1), что связано с повышением цикличности входящих во фракции молекул углеводородов (от 1,7 до 3,8). При сравнении состава

фракций нафталанской нефти с другими нефтями во всех случаях имеют большую цикличность и в их молекулах доля углеродных атомов в парафиновых цепях меньше других нефтей. Несколько близки по цикличности к фракциям нафталанской нефти фракции родственной ей по типу гюргянской нефти.

Изучение состава некоторых фракций вакуумной перегонки нафталанской нефти осуществлялось методами дегидрогенизационного катализа, адсорбционной хроматографии, термодиффузии и спектрального анализа.

Для установления количества шестичленных циклопарафиновых структур в молекулах смешанного состава по известной методике [3] проводилось дегидрирование некоторых фракций в жидкой фазе в присутствии катализатора-платины, осажденной на угле, с последующей адсорбционной хроматографией дегидрогенизатов. По количеству образующихся при дегидрогенизации ароматических углеводородов определялось количество углеводородов, содержащих способные к дегидрированию шестичленные циклы.

Таблица 3

Результаты дегидрирования некоторых фракций нафтенных углеводородов нафталанской нефти

Пределы кипения, °С	Выход углеводородов, % на фракцию			
	Циклопарафиновых углеводородов	моноциклических ароматических углеводородов	полициклических ароматических углеводородов	сумма ароматических углеводородов
320—350	74	12	14	26
450—500	33	31	35	66
500—525	28	29	43	72
выше 525	28	29	43	72

Из данных табл. 3 можно видеть, что при дегидрировании высококипящих фракций вакуумной перегонки, в отличие от низкокипящих фракций, количество образующихся шестичленных структур (66—72 %) преобладает над количеством недегидрирующихся циклопарафиновых углеводородов. Интересно, что в результате дегидрирования фракций нафтенных углеводородов нафталанской нефти образуется больше полициклических ароматических углеводородов (35—43 %) и меньше моноциклических (29—31 %), а в соответствующих фракциях других нефтей (табл. 4) основную часть составляют недегидрирующиеся углеводороды (пяти- и шестичленные); в результате дегидрирования последних образуются преимущественно моноциклические ароматические углеводороды (22—46%) моно- и 3-14 % полициклических).

Таблица 4

Результаты дегидрирования фракций различных нефтей

Пределы кипения, °С	Выход углеводородов, % на фракцию				
	Нефть	Циклопарафиновых углеводородов	Моноциклических ароматических	Полициклических ароматических углеводородов	общее кол-во ароматических углеводородов
320—350	Нафталанская	74	12	14	26
350—420	Гюргянская	74	23	3	26
	Косчагыльская	67	27	6	33
	Грозненская	71	22	7	29
	Ромашкинская	70	24	6	30
420—450	Гюргянская	52	34	14	48
	Грозненская	49	42	9	51
	Ромашкинская	72	22	6	28
450—500	Нафталанская	33	32	35	67
500—525	Нафталанская	31	29	40	69
	Гюргянская	49	46	5	51
	Косчагыльская	63	27	10	37
выше 525	Нафталанская	28	29	43	72
	Гюргянская	52	42	6	48

Фракция 350—420⁰ от вакуумной перегонки нафтеновых углеводородов нафталанской нефти (соответствующая в среднем углеводородам C₂₄) подвергалась термодиффузионному разделению [4]. В термодиффузионных фракциях (выход 8,5—12 %) при почти одной и той же величине молекулярной массы (298—304) возрастают удельный вес (от 0,8471 до 0,9539) и показатель преломления (от 1,4650 до 1,5050), что связано с повышением цикличности молекул от 1,7 до 4,5.

Таблица 5

Цикличность (K₀) углеводородов, выделенных термодиффузионным разделением фракции 350—420⁰ С (состава C₂₄) различных нефтей

Нефть	Исходная	№ фракции										Колич. изоалканов во фракциях термодиффузии, %	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Грозненская	1,2	0,1	0,1	0,3	0,7	1,3	1,6	2,3	2,8	4,0	32,3		
Ромашкинская	1,3	0,2	0,5	0,5	0,6		1,3	1,6	2,2	3,3			
Косчагыльская	1,5	—	0,6	0,6	0,8	0,7	1,0	1,6	2,1	2,7	3,5	10,0	
Гюргянская	2,3	0,9	1,1	1,4	1,5	0,8	1,3	2,7	3,3	3,8	4,1	1,0	
Нафталанская	2,7	1,7	1,8	2,1	2,2	1,7	2,1	2,7	3,1	3,4	3,8	4,5	нет

Из данных табл. 5 легко видеть, что по цикличности исследуемые фракции термодиффузионного разделения нафтеновых углеводородов различных нефтей делятся на две группы: к первой относятся фракции с низкой цикличностью входящих в их состав циклопарафиновых углеводородов (ромашкинская, грозненская и косчагыльская нефти), ко второй группе с высокой цикличностью молекул (гюргянская и нафталанская нефти), причем фракции нафтеновых углеводородов нафталанской нефти по цикличности превосходят соответствующие фракции гюргянской нефти. Содержание изоалканов во фракциях термодиффузии нафтеновых углеводородов парафинистых нефтей составляет 25—32 %, в то время как во фракциях нефтей нафтенового основания их содержание весьма незначительно (1 % в гюргянской, отсутствуют в нафталанской нефти) (табл 5).

ИК-спектроскопией установлено, что углеводороды термодиффузионных фракций нафтенов нафталанской нефти содержат небольшие количества изолированных метильных и метиленовых групп.



Рис. 1. Изменение количества групп СН₂ и СН₃ во фракциях термодиффузионного разделения нафтеновых углеводородов с выкипаемостью 350—420° различных нефтей

Группы $-(CH_2)_n-$ в открытой цепи, где $n > 4$ (см. рис.1) имеются в незначительных количествах лишь в первых фракциях. Следовательно, углеводороды первых фракций термодиффузии состоят из двух и трех кольчатых циклопарафиновых структур с весьма короткими цепями, в последующих фракциях цикличность увеличивается и снижается число заместителей. В молекулах последних фракций метильные группы присоединены непосредственно к нафтеновым кольцам, при этом на одно кольцо приходится в среднем менее одной метильной группы. Молекулы аналогичных термодиффузионных фракций нафтеновых углеводородов других нефтей отличаются меньшей цикличностью и наличием значительного количества метиленовых групп.

Результаты исследований позволяют считать, что углеводороды нафталанской нефти, в отличие от соответствующих углеводородов других нефтей, имеют высокую цикличность молекул и содержат значительное количество шестичленных структур с небольшим числом коротких заместителей.

В свое время Ю. Г. Мамедалиев [5] предполагал, что в составе нафтеновых углеводородов этой нефти имеются углеводороды, содержащие четырехядерную циклопентанопергидрофенатреновую систему, которая является составной частью многих важных для организма веществ (гормоны, витамины и др.).

Думается, что результаты наших исследований позволяют считать вполне возможным наличие в нафталанской нефти углеводородов предполагаемого типа, которые, очевидно и являются основным действующим началом её.

Учитывая высокую цикличность фракций нафтеновых углеводородов нафталанской нефти, нами была проверена оптическая активность 9 и 10-й фракций термодиффузии с целью установления возможности наличия в них оптически активных структур, которые, согласно литературным данным [6], относятся к классу насыщенных нафтеновых углеводородов — терпанов и стеранов, имеющих стероидный или более циклизированный скелет (холестан, эргостан, ситостан, гопан, гомогопан и др.). Предварительные данные показали, что эти фракции обладают оптической активностью (угол вращения их $+3,4$ и $+6^0$). Можно предполагать, что более высококипящие фракции нафталанской нефти будут обладать большей оптической активностью и, следовательно, могут содержать углеводороды указанного типа в больших количествах.

Список литературы:

1. Кулиев А. М., Мурадов А. Н., Левшина А. М. Исследование химического состава нафталанской нефти «К вопросу производства масел и присадок в Азербайджане». Труды ИХП АН Азерб.ССР, Баку, Изд.»Елм», 1970. 263 с.
2. Кулиев А. М., Левшина А. М., Мурадов А. Н., Бузова Н. Г. Исследование некоторых фракций нафтеновых углеводородов нафталанской нефти Азербайджанское нефтяное хозяйство, № 2, 1970. 54 с
3. Мурадов А. Н., Кулиев А. М., Левшина А. М. «Химический состав и основные действующие начала Лечебной нафталанской нефти» Министерство здравоохранения РСФСР Пятигорск и Томский НИИ Курортологии и физиотерапии грязевые препараты (сборник научных трудов) Томск, 1981. С. 46—50.
4. Мурадов А. Н., Анисимов А. В. Исследование химического состава лечебной нафталанской нефти. МГУ, журнал «Вестник», 2006. т. 47. № 3. С. 226—230.
5. Мамедалиев Ю. Г Исследование химического состава нафталанской нефти. Избранные труды, том 2, Изд. АН Азерб.ССР, Баку, 1967.
6. Петров Ал. А., Мурадов А. Н., Пустилникова С. Д. // Исследование химического состава нафталанской нефти. Азерб, хим журнал. 1970.

2. 4.ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА ТЕРМИЧЕСКУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ ПОЛИМЕРНЫХ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Коптелов Игорь Александрович
студент, МЭИ, г. Москва

Арсеньев Павел Александрович
д-р техн. наук, профессор, МЭИ, г. Москва
E-mail: aakoptelov@gmail.com

Полимерные электроизоляционные материалы могут эксплуатироваться в самых различных условиях, в том числе при относительно высоких температурах и в широком диапазоне давлений окружающей газовой среды — от глубокого вакуума (например, в условиях космоса) до сотен тысяч атмосфер (аппаратура высокого и сверхвысокого давления). В то же время термическое разложение полимеров с целью определения их термической стабильности исследуется обычно при атмосферном давлении; в зависимости от предполагаемых условий применения материалов такие исследования проводятся в воздушной атмосфере или в среде инертного газа. Сведения о параметрах термодеструкции полимеров при иных давлениях весьма немногочисленны.

В работе [4] термическое разложение ряда полимеров (полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, политетрафторэтилен, капрон и др.) изучалось при давлении 10^{-5} мм рт. ст. ($1.33 \cdot 10^{-3}$ Па). По-видимому, единственной работой, в которой термодеструкция ряда полимерных материалов (полиметилметакрилат, полистирол, политетрафторэтилен, композиционный материал на основе каучука СКЭПТ) экспериментально исследована при давлениях, существенно превышающих атмосферное (до $7 \cdot 10^6$ Па), является работа [2].

Попытки теоретического описания зависимости термического разложения материалов от давления являются столь же многочисленными и касаются в основном неорганических материалов. В неявном виде влияние давления может отражаться функцией $f(\alpha)$ в традиционном кинетическом уравнении

$$\frac{d\alpha}{d\tau} = Zf(\alpha)\exp\left(-\frac{E}{RT}\right). \quad (1)$$

В работе [6] для учета влияния давления (p) на скорость термического разложения карбонатов предложено дополнить уравнение эмпирической поправкой в виде множителя $\varphi(p)$:

$$\frac{d\alpha}{d\tau} = Zf(\alpha)\exp\left(-\frac{E}{RT}\right) \cdot \varphi(p). \quad (2)$$

В то же время ни в [6], ни в последующих работах явный вид функции $\varphi(p)$ не установлен.

Возможность описания процесса термического разложения полимеров при различных давлениях появилась с разработкой теории случайных разрывов в основной цепи полимера, впервые предложенной в работе [4].

В модели [3] расчетная степень превращения (для которой мы далее используем обозначение ξ , чтобы отличать эту характеристику от ее экспериментального или найденного из уравнения (1) значения α) определена как суммарная массовая доля фрагментов макромолекул с числом мономерных звеньев от 0 до x^* , перешедших в газовую фазу после у разрывов:

$$\xi(y) = \int_0^{x^*} w(x, y) dx, \quad (3)$$

где: $w(x)$ — молекулярно-массовое распределение, т. е. массовая доля молекул, имеющих x мономерных звеньев C_2H_4 ;

y — число разрывов в расчете на одно мономерное звено (плотность разрывов);

x^* — максимальное число мономерных звеньев в «осколке» макромолекулы, способном к испарению в данных экспериментальных условиях.

Зависимость плотности разрывов y от времени τ находится из уравнения

$$\frac{dy}{d\tau} = \frac{A(T)}{\sqrt{y + u^{-1}}}, \quad (4)$$

где: $u = M_n/\mu$ — исходная степень полимеризации;

M_n — среднечисленная молекулярная масса полимера;

μ — молекулярная масса мономера;

$A(T)$ — функция температуры.

Функция $A(T)$ в уравнении (4) является аналогом константы скорости реакции в традиционном кинетическом уравнении (1):

$$A(T) = A_0 \exp\left(-\frac{E_0}{RT}\right), \quad (5)$$

где: A_0 — константа с размерностью с^{-1} ;

E_0 — средняя энергия активации разрыва химических связей в полимере данного строения.

При произвольном исходном молекулярно-массовом распределении (ММР) исследуемого полимера $w(x)$ распределение $w(x, y)$, образующееся после y разрывов, можно найти, используя соотношение [7]:

$$w(x, y) = \left[w(x) + xy \int_x^\infty \frac{2 + yl - yx}{l} w(x) dl \right] \exp(-xy). \quad (6)$$

Зависимость плотности разрывов от времени для произвольного изменения температуры $T(\tau)$ получаем, интегрируя уравнение (4):

$$y(\tau) = \left[\frac{3}{2} \left(\int_0^\tau A[T(\theta)] d\theta + \frac{2}{3} u^{-3/2} \right) \right]^{2/3} - \frac{1}{u}. \quad (7)$$

Подставляя выражение (7) в (6) и далее (6) в (3), можно для любого исходного ММР рассчитать зависимость от времени степени разложения ξ и затем скорости разложения $d\xi/d\tau$:

$$\frac{d\xi}{d\tau} = \frac{d}{d\tau} \int_0^{x^*} w[x, y(\tau)] dx. \quad (8)$$

Влияние давления p на характер термического разложения определяется верхним пределом в интеграле (4): $x^* = x^*(p, T)$. Фрагменты максимальной длины x^* удаляются с поверхности образца при температурах, близких к температурам их кипения [5]. Дальнейшие количественные оценки проведем на примере высокомолекулярного полиэтилена (ПЭ), основными продуктами разложения которого являются алканы и алкены. Для этих соединений температуры кипения при нормальном давлении известны [1]; для других давлений температуры кипения можно определить расчетным путем [3].

Используя формулы (4)—(7), определим время τ , необходимое для достижения заданной степени разложения ПЭ (например, $\xi=0.1$) в изотермических условиях при различных давлениях. При расчете используем следующие исходные данные: $M_n=300000$, $u=10700$, $E_0=320$ кДж/моль, $A_0=1.15 \cdot 10^{19} \text{ с}^{-1}$, $T=698$ К. Полагаем, что ММР для данного типа ПЭ является наиболее вероятным:

$$w(x) = \frac{x}{u^2} \exp\left(-\frac{x}{u}\right).$$

Результаты расчетов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Время достижения степени разложения ПЭ $\xi = 0.1$ при различных давлениях в изотермическом режиме ($T = 698 \text{ K}$)

p, Па	$1.33 \cdot 10^{-6}$	$1.33 \cdot 10^{-3}$	$1.33 \cdot 10^{-2}$	2.00	$1.07 \cdot 10^3$	$1.01 \cdot 10^5$	$1.01 \cdot 10^6$
x^*	57.4	49.1	44.6	35.2	22.2	12.7	7.8
τ , с	45.4	57.3	66.1	98.5	188	437	905

Как видно из таблицы, с ростом давления время достижения заданной степени разложения резко возрастает; соответственно средняя скорость разложения $v = \xi/\tau$ существенно снижается. Увеличение давления от 2.00 Па до $1.01 \cdot 10^5$ Па приводит к уменьшению v приблизительно в 4 раза, что хорошо соответствуют экспериментальным данным работы [5], полученным термогравиметрическим методом.

Исходя из полученных данных, подтверждаемых экспериментом, можно утверждать, что оценка термостойкости полимерных электроизоляционных материалов может существенно изменяться с изменением давления окружающей среды, что необходимо учитывать в экстремальных условиях их эксплуатации.

Список литературы:

1. Киреев В. А. Методы практических расчетов в термодинамике химических реакций. М.: Химия, 1975. — 536 с.
2. Коптелов А. А., Карязов С. В. Влияние давления на процессы термического разложения полимеров // Доклады Академии наук. — 2003. — Т. 389, № 5. — С. 643—647.
3. Коптелов А. А., Коптелов И. А. Статистическая модель термического разложения линейных полимеров // Высокомолекулярные соединения. Серия Б.— 2009. — Т. 51, № 8. — С. 1578—1584.
4. Мадорский С. Термическое разложение органических полимеров / Пер. с англ. под ред. С. Р. Рафикова. М.: Мир, 1967. — 328 с.
5. Dickens B. Thermally degradating polyethylene studied by means of factor-jump thermogravimetry // Journal of Polymer Science: Polymer Chemistry Edition. — 1982.— V. 20, № 4. — P. 1065—1087.
6. Rouquerol J. Critical examination of several problems typically found in the kinetic study of thermal decomposition under vacuum // Journal of Thermal Analysis. — 1973. — Vol. 5, No. 2—3. — P. 203—216.
7. Saito O. On the effect of high energy radiation on polymers. I. Cross-linking and degradation // Journal of the Physical Society of Japan. — 1958. — Vol. 13, No. 2. — P. 198—206.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И КОНЦЕНТРАЦИИ НА РЕАКТИВНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ИМПЕДАНСА И РЕЗОНАНСНЫЕ ЧАСТОТЫ КОЛЕБАНИЙ ГИДРАТИРОВАННЫХ ИОНОВ K^+ И $C_2O_2O_2^{2-}$

Клилимник Александр Борисович

д-р хим. наук, профессор, ФГБОУ ВПО «ТГТУ», г. Тамбов

Слобина Елена Семеновна

аспирант, ФГБОУ ВПО «ТГТУ», г. Тамбов

Новоторцева Анастасия Юрьевна

студент, ФГБОУ ВПО «ТГТУ», г. Тамбов

E-mail: elka256@mail.ru

Работа проведена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009—2013 годы (ГК № П-1146 и ГК № 14.740.11.0376).

Нами установлено, что резонансная частота взаимосвязанных колебаний гидратированных ионов K^+ и $C_2O_2O_2^{2-}$ увеличивается, а индуктивность, соответственно, уменьшается с ростом концентрации и температуры. Показано, что соответствующая резонансной частоте взаимосвязанных колебаний гидратированных ионов емкость, практически не зависит от температуры. Приведены уравнения зависимостей резонансной частоты и индуктивности взаимосвязанных колебаний гидратированных ионов K^+ и $C_2O_2O_2^{2-}$ от концентрации и температуры.

Ранее нами было показано влияние конструкции кондуктометрической ячейки, площади поверхности электродов, температуры и концентрации растворов хлорида и сульфата натрия, хлорида калия и ацетата кобальта на величины реактивных составляющих импеданса и резонансных частот взаимосвязанных колебаний гидратированных ионов 1,1-валентных и 1,2-электролитов [1—6]. Сведений о резонансных частотах взаимосвязанных колебаний гидратированных ионов растворов органических солей в двойном электрическом слое при наложении переменного электрического напряжения в отсутствие стадии разряда-ионизации и о реактивных составляющих импеданса кондуктометрической ячейки в отечественной и зарубежной литературе нет.

Измерения активной и реактивной составляющих импеданса на различных частотах синусоидального переменного напряжения

осуществляли с помощью моста Р-568 при 298, 303, 308 и 313 К в термостатированной ячейке по методике, описанной в работе [4]. В экспериментах использовали оксалат калия марки «х. ч.». Растворы оксалата калия с концентрацией 0,1...1,1 моль/кг готовились на бидистиллированной воде. Результаты экспериментов обрабатывались с использованием пакета программ Microsoft Excel.

Полученные данные для растворов оксалата калия приведены в табл. 1. Обращает на себя внимание характерное уменьшение индуктивной составляющей импеданса и увеличение резонансных частот колебаний гидратированных ионов с ростом температуры и концентрации растворов. Емкость практически не зависит от температуры, но увеличивается в интервале концентраций от 0,1 до 1,1 *m*.

Таблица 1

Реактивные составляющие импеданса и средние резонансные частоты колебаний гидратированных ионов при различных концентрациях и температурах

<i>m</i> , моль/кг	<i>T</i> , К	<i>L</i> , Гн	<i>C</i> ₀ , мкФ	<i>f</i> _{г.±} , Гц
0,1	298	0,009546	0,353394	2740
	303	0,007520	0,357000	3072
	308	0,006481	0,377943	3216
	313	0,005157	0,361952	3684
0,3	298	0,002021	0,394555	5636
	303	0,001362	0,374981	7041
	308	0,001051	0,384142	7920
	313	0,000988	0,404907	7958
0,5	298	0,000595	0,377643	10615
	303	0,000479	0,372981	11910
	308	0,000433	0,374588	12495
	313	0,000377	0,375474	13370
0,7	298	0,000230	0,384290	16910
	303	0,000192	0,423629	17624
	308	0,000157	0,421407	19564
	313	0,000132	0,429775	21153
0,9	298	0,000225	0,348311	17961
	303	0,000154	0,471453	18647
	308	0,000132	0,466657	20295
	313	0,000122	0,455705	21381
1,1	298	0,000157	0,444306	19053
	303	0,000142	0,473888	19412
	308	0,000104	0,508673	21897
	313	0,000091	0,524219	23019

Средняя резонансная частота колебаний гидратированных ионов оксалата калия увеличивается с ростом концентрации, а индуктивность уменьшается по степенному закону. Также наблюдается увеличение значений резонансной частоты с ростом температуры. Такое поведение индуктивности и средней резонансной частоты колебаний гидратированных ионов можно объяснить уменьшением вязкости раствора электролита и молекулярной массы гидратированных ионов оксалата калия.

Уравнения зависимостей индуктивности и резонансной частоты от концентрации при различных температурах и величины достоверности аппроксимации r^2 приведены в табл. 2.

Таблица 2

Уравнения зависимостей индуктивности и средней резонансной частоты колебаний гидратированных ионов в растворе оксалата калия от концентрации раствора

T, K	$L = f(m), Гн$	$f_{r,\pm} = f(m), кГц$	r^2_L	$r^2_{f_{r,\pm}}$
298	$L = 0,000173 m^{-1,788651}$	$f_{r,\pm} = 19,240973 m^{0,871481}$	0,981142	0,974525
303	$L = 0,000137 m^{-1,757873}$	$f_{r,\pm} = 20,242065 m^{0,817810}$	0,986493	0,983323
308	$L = 0,000110 m^{-1,786566}$	$f_{r,\pm} = 22,431936 m^{0,838674}$	0,990286	0,986193
313	$L = 0,000099 m^{-1,752219}$	$f_{r,\pm} = 23,477505 m^{0,813449}$	0,985257	0,979145

Средние резонансные частоты взаимосвязанных колебаний гидратированных ионов и индуктивности линейно зависят от температуры (табл. 3).

Таблица 3

Уравнения связи резонансной частоты и индуктивности с температурой

$m, моль/кг$	$f_{r,\pm} = f(T), кГц$	r^2	$L = f(T), Гн$	r^2
0,1	$0,0595 T - 14,999$	0,9765	$0,093975 - 0,000284T$	0,9802
0,3	$0,1569 T - 40,799$	0,867	$0,022191 - 0,000068T$	0,8668
0,5	$0,177 T - 41,964$	0,9614	$0,004748 - 0,000014T$	0,9526
0,9	$0,2382 T - 53,203$	0,9785	$0,002181 - 0,000007T$	0,8458
1,1	$0,2877 T - 67,043$	0,932	$0,001565 - 0,000005T$	0,9599

Общий вид этих уравнений можно представить следующим образом:

$$f_{r,\pm} = aT - d \text{ и } L = p - bT.$$

Угловые коэффициенты зависимости резонансной частоты для растворов оксалата калия с увеличением концентрации растут, а ин-

дуктивности — уменьшаются. Это явление можно объяснить уменьшением массы гидратированных ионов и ростом их подвижности при увеличении температуры.

Уменьшение индуктивности и увеличение средней резонансной частоты колебаний гидратированных ионов связано со снижением массы колеблющихся гидратированных ионов при увеличении концентрации раствора.

В таблице 4 приведены угловые коэффициенты полученных зависимостей для различных концентраций.

Таблица 4

Угловые коэффициенты a и $-b$ зависимости резонансной частоты и индуктивности от температуры для растворов оксалата калия с различной концентрацией

m , моль/кг	a , кГц/К	$-b$, мГн/К
0,1	0,0595	0,000284
0,3	0,1569	0,000068
0,5	0,177	0,000014
0,9	0,2382	0,000007
1,1	0,2877	0,000005

Полученные данные хорошо ($r^2=0,9779$) аппроксимируются уравнением:

$$m=0,0011(-b)^{-0,5626} \quad (1)$$

Связь концентрации растворов оксалата калия и углового коэффициента температурной зависимости резонансной частоты (при $r^2=0,9656$) имеет вид:

$$m=7,2018a^{1,5948} \quad (2)$$

Значения индуктивности и резонансной частоты контролируемого раствора определяются двухчастотным методом (частоты выбираются вблизи резонансной частоты) при двух температурах (например, 298 и 308 К).

Уравнения 1 и 2 вводятся в банк уравнений информационно-измерительной системы для установления концентрации растворов электролитов [6].

Список литературы:

1. Килимник, А. Б. Влияние концентрации хлорида калия на реактивные составляющие импеданса кондуктометрической ячейки / А. Б. Килимник, В. В. Ярмоленко // Вестник. ТГТУ — 2008. — Т. 14, № 1. С. 111—117.

2. Килимник, А. Б. Влияние температуры на резонансную частоту взаимосвязанных колебаний гидратированных ионов Na^+ и SO_4^{2-} / А. Б. Килимник, Е. С. Слобина // Вестник ТГТУ — 2010. Т. 16, № 2, С. 343—347.
3. Килимник, А. Б. Колебательные процессы в двойном электрическом слое при наложении переменного тока / А. Б. Килимник // Вестник. Тамб. Унта. Сер. Естеств. и техн. науки — 2006. — Т. 11, вып. 4. С. 586—587.
4. Килимник, А. Б. Методы определения и расчета реактивных составляющих импеданса и средних резонансных частот колебаний гидратированных ионов: монография / А. Б. Килимник, В. В. Ярмоленко // Тамбов, изд-во ТГТУ — 2008. — 116 с.
5. Ярмоленко, В. В. Влияние температуры на реактивные составляющие импеданса кондуктометрической ячейки / В. В. Ярмоленко // Вестник. ТГТУ — 2007. — Т. 13, № 4А. С. 908—912.
6. Ярмоленко, В. В. Информационно-измерительная система для определения концентрации раствора электролита по резонансной частоте колебаний гидратированных ионов / В. В. Ярмоленко, А. Б. Килимник, Е. С. Слобина // Вестник ТГТУ — 2011. — Т. 17, № 2, С. 351—359.

СЕКЦИЯ 3.

ФИЗИКА

3.1. РАДИОФИЗИКА

ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДИОЧАСТОТНОГО ГЛИССАДНОГО КАНАЛА КОМПЛЕКСИРОВАННОЙ НАВИГАЦИОННО-ПОСАДОЧНОЙ АППАРАТУРЫ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Кондрашов Ярослав Викторович

канд. техн. наук, главный специалист, Учебно-производственное предприятие «Авиа-Радиосервис», г. Москва

Туренко Дарья Николаевна

студент, НАУ, г. Киев, Украина

E-mail: daria.turenko@gmail.com

Введение и постановка задачи. При создании бортовой навигационно-посадочной аппаратуры (НПА) на основе стандартного оборудования аналогичного назначения ILS-85, VOR-85 [2], построенного по международным рекомендациям ARINC-710, ARINC-711 аппаратуры, одним из принципиальных, была проблема разработки радиочастотных трактов, отвечающих международным требованиям по помехоустойчивости (ПУ) и электромагнитной совместимости (ЭМС). Основными элементами радиочастотных трактов НПА являются:

- Модуль высокочастотный курсовой (МВЧК)
- Модуль высокочастотный глиссадный (МВЧГ)
- Модуль высокочастотный маркерный (МВЧМ).

В данной работе мы исследуем принцип действия модуля высокочастотного глиссадного.

Назначение и основные технические требования.

МВЧГ предназначен для приема, выделения из помех и усиления сигналов наземных глиссадных радиомаяков систем посадки ILS и СП-50.

МВЧГ должен обеспечивать:

- диапазон рабочих частот;
- чувствительность не хуже 6 мкВ
- максимальный уровень входного сигнала не менее 50 мВ;
- входное сопротивление $R_{вх} = 50 \text{ Ом}$;
- неравномерность амплитудно-частотной характеристики не более чем 6 дБ при развитии $\pm 35 \text{ кГц}$ относительно установленной частоты;
- относительную чувствительность на каналах побочного приема в диапазоне частот (0,19 ... 1215) МГц при развитии установленной частоты приема не менее чем на $\pm 150 \text{ кГц}$ должна быть не менее 65 дБ;
- изменение уровня выходного НЧ напряжения не должно превышать 3 дБ при изменении уровня выходного ВЧ сигнала от 20 мкВ до 50000 мкВ.

Модуль должен обеспечивать точностные характеристики аппаратуры при одновременной подаче на его вход помехи перекрестной модуляции с уровнем 7500 мкВ в полосе частот от 328,6 МГц до 33504 МГц за пределом полосы $f_{\text{раб}} \pm 283 \text{ кГц}$, амплитудно-модулированной с коэффициентом модуляции 30 % частотой 150 Гц, и полезно-го сигнала центрирования с уровнем от мкВ до 7500 мкВ.

Пути решения задачи. Оценка возможности выполнения основных технических требований.

Оценку возможностей выполнения требований по чувствительности МВЧГ проведем по следующей методике. Напряжение шумов на активном сопротивлении ВЧ принимающего тракта определяется по известной формуле:

$$I_{\text{ш}} = \sqrt{4KTR\Delta f}, \quad (1)$$

где: K — постоянная Больцмана, $K=1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/к}$;

T — абсолютная температура ($T=290^\circ \text{ К}$);

R — активное сопротивление;

Δf — эффективная шумовая полоса принимающего тракта.

Если Δf берется в килогерцах, то формулу (1) можно переписать в виде:

$$I_{\text{ш}} = \frac{1}{253} \sqrt{R\Delta f}.$$

Минимальный входной сигнал, обеспечивающий на входе идеального не шумящего приемника отношение напряжения сигнала $I_{\text{с}}/I_{\text{ш}}=1$, будет равен:

$$E_a = \frac{\sqrt{\xi}}{253} \sqrt{\Delta f R_a}, \quad (2)$$

где: R_a — сопротивление согласованного входа (Ом);

ξ — коэффициент, характеризующий зависимость отношения мощностей сигнала и возмущения (Р/Рш)вых. на выходе детектора от отношения (Р/Рш)вх. на его входе.

Значение коэффициента ξ определяется видом модуляции и типом детектора. При приеме амплитудно-частотных сигналов и использования линейного детектора

$$\xi = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{m^2} \cdot \frac{\Delta F_{\text{НЧ}}}{\Delta F_{\text{РТ}}}, \quad (3)$$

где: m — коэффициент амплитудной модуляции;

$\Delta F_{\text{НЧ}}$ — эффективная шумовая полоса низкочастотного тракта;

$\Delta F_{\text{РТ}}$ — эффективная (эф.) шумовая полоса радиотракта;

При расчетах будем считать, что эффективная шумовая полоса радио тракта $\Delta F_{\text{РТ}}=70$ кГц, эффективная шумовая полоса НЧ тракта $\Delta F_{\text{НЧ}}=20$ кГц.

Значение коэффициента ξ определяем для $m=0,8$:

$$\xi_{\text{г}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{m^2} \cdot \frac{\Delta F_{\text{НЧ}}}{\Delta F_{\text{РТ}}} = 0,223$$

Минимальный входной сигнал, обеспечивающий на входе идеального не шумящего приемника глассадного канала отношение Ис/Иш=1, будет равен:

$$E_{\text{ар}} = \frac{\sqrt{\xi_{\text{г}}}}{253} \sqrt{\Delta F_{\text{РТ}} R_a} = 0,28.$$

Для обеспечения требуемой чувствительности 6 мкВ коэффициент шума реального глассадного приемника не должен превышать 26 дБ. Односигнальная избирательность МВЧГ обеспечивается преселектором.

Односигнальна избирательность определяется выбранным значением промежуточной частоты и характеристиками избирательной системы входного устройства (преселектором).

Ослабление помехи, действующей на частоте побочного канала приема $f_{\text{ПК}}$ в одноконтурной преселекторе, настроенном на частоту f_0 можно определить по формуле:

$$D_1 = \sqrt{1 + Q^2},$$

где: $Q = \delta Q_{\text{э}}$ — обобщенная расстройка;

$$\delta = \frac{f_{\text{ПК}}}{f_0} - \frac{f_0}{f_{\text{ПК}}} - \text{относительная расстройка};$$

$Q_{\text{э}}$ — добротность резонансной системы.

Выбор промежуточной частоты (ПЧ) делают таким образом, чтобы ее значение обеспечивало устойчивое усиление в тракте промежу-

точной частоты и значительную относительную расстройку помехи по зеркальным каналам.

$$f_{\text{комб}} = \frac{a}{m}fc + \frac{\beta - n}{m}f_{\Gamma},$$

где: fc — частота настройки приемника;

f_{Γ} — частота гетеродина;

$\alpha, \beta, n, m = \pm(0,1,2,3 \dots)$ — числовые коэффициенты;

Так как отношение полосы частот принимаемых сигналов к средней частоте рабочего диапазона даст величину менее 2 %, применение перестраиваемого по диапазону преселектора нецелесообразно.

В аппаратуре-аналоге ILS-85 преселектор глассадного приемника выполнен в виде фильтра на спиральных резонансах. Этот фильтр обладает затуханием в полосе пропускания порядка 10 дБ и обеспечивает уменьшение возмущения по зеркальному каналу более 80 дБ при значении промежуточной частоты 24,95 МГц.

Анализ комбинационных каналов приема МВЧГ показал, что данное значение промежуточной частоты дает вполне удовлетворительное распределение паразитных каналов приема и может быть рекомендовано для использования.

Исследование восприимчивости аппаратуры-аналога ILS-85 к помехе перекрестной модуляции по глассадному каналу показали, что УВЧ и смеситель модуля МВЧГ аппаратуры ILS-85 обеспечивают требования по точностным характеристикам глассадного канала, а поэтому принятые технические решения могут быть приняты за прототип.

Структурная схема модуля ВЧ глассадного.

Структурная схема МВЧГ изображена на Рис. 1. Особенностью данной схемы является то, что в ней отсутствует фильтр радиочастоты после УВЧ и отсутствует схема управления фильтрами.

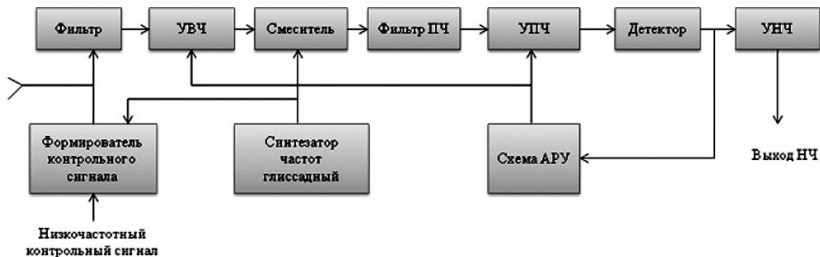


Рис.1. Схема электрическая структурная модуля высокочастотного глассадного

Выводы. Проведенный исследования характеристик модуля высокочастотного глассадного, что позволило создать соответствующий радиочастотный канал комплексированной навигационно-посадочной аппаратуры [2] для «малых» и «средних» летательных аппаратов.

Список литературы:

1. Кондрашов В. И., Федоренко В. Н. Исследование путей комплексирования унифицированных блоков и модулей бортовой навигационной и посадочной аппаратуры для различных авиационных потребителей // Технология и конструирование в электронной аппаратуре — К.: 2002. — № 1—2.
2. Кондрашов В. И., Федоренко В. Н. Сравнительный анализ отечественных и зарубежных радиотехнических средств навигации и посадки летательных аппаратов // Технология и конструирование в электронной аппаратуре — К: 2002. - № 1—2.
3. Хаймович Н. А., Иванов П. А., Устровев Ю. Е., Аксамит А. А., Панов Э. А. — бортовые радиоустройства посадки самолетов // Машиностроение. — М.: 1980 — С. 32—78.

3.2. ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА

ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ГЕТЕРОФАЗНОГО КАТАЛИЗА

Шулаев Николай Сергеевич

*д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой ИМФ филиала УГНТУ
в г. Стерлитамаке
E-mail: nshulayev@rambler.ru*

Шулаева Екатерина Анатольевна

*ст. преподаватель кафедры АТИС филиала УГНТУ в г. Стерлитамаке
E-mail: eshulaeva@mail.ru*

Применение сверхвысокочастотных (СВЧ) электромагнитных волн в качестве теплоносителя для нагрева сред различной природы является одним из способов повышения эффективности современного химического производства, стимулирующим исследования применения СВЧ электромагнитных волн в химической технологии. В настоящее время в России, США, Великобритании, Канаде, Франции, Бельгии, Нидерландах, Японии и других странах проводятся исследования по изучению влияния электромагнитного излучения на особенности каталитических процессов.

При расчете технологических параметров электродинамических реакторов, по сравнению с традиционными каталитическими, необходимо учитывать характеристики электромагнитного поля и электрофизические свойства вещества катализатора. Данные параметры непосредственно связаны с определением характерных размеров реакционной установки, т. е. ее диаметра и высоты [3, с. 66].

Другой характеристикой, определяемой параметрами электромагнитного поля и влияющей на конструктивные особенности реактора, в частности минимального диаметра реакционного устройства, является длина волны электромагнитного излучения. При использовании СВЧ излучения корпус реакционного устройства должен являться резонатором. Основным условием распространения электромагнитных волн в резонаторе является соотношение:

$$\lambda < \lambda_{кр}, \quad (1)$$

где: λ — длина волны электромагнитного излучения, м;

$\lambda_{кр}$ — критическая длина волны, м.

Исходя из требуемой производительности реактора, определяется объем катализатора:

$$V_K = \frac{V_G}{W}, \quad (2)$$

где: V_K — объем катализатора, м³;

V_G — объемная скорость газа, м³/ч;

W — объемная скорость подачи, ч⁻¹.

Для оценки энергетической эффективности каталитического процесса под действием СВЧ излучения тепловой баланс лабораторной установки рассчитывается по формуле:

$$Q_M + Q_{ex} = Q_p + Q_{исх} + Q_{ном}, \quad (3)$$

где: Q_M — теплота, выделяемая при поглощении электромагнитного излучения, Дж/час;

Q_{ex} — теплота, вводимая в реакционную установку потоком газовой смеси, Дж/час, определяемая как

$$Q_{ex} = G \cdot c \cdot T_{ex},$$

где: G — количество вещества поступающего в реактор, моль/час,

c — молярная теплоемкость, Дж/(моль·К);

T_{ex} — температура газовой смеси на входе в реактор, К;

Q_p — теплота, поглощаемая/выделяемая в ходе химических реакций, Дж/час;

$Q_{исх}$ — теплота, выводимая реакционной смесью, Дж/час;

$Q_{ном}$ — тепловые потери в реакционной установке, Дж/час, соответствующие около 5 %, от теплоты, поступающей в реакционную установку.

Таким образом, тепловой КПД реакционной установки:

$$\eta = \frac{Q_p}{Q_M}. \quad (4)$$

Мощность магнетрона, необходимую для проведения химических превращений можно рассчитать исходя из уравнения теплового баланса реакционной установки (3):

$$Q_M = Q_p + Q_{исх} - Q_{ex} + Q_{ном}.$$

Таким образом, выражения (1—4) позволяют произвести технологический расчет реакционного устройства. К особенностям данного расчета можно отнести необходимость определения «полных» глубин поглощения СВЧ излучения для катализаторов, используемых в каждом конкретном технологическом процессе на основе экспериментальных данных. Другой особенностью является необходимость выбора

диаметра реакционного устройства, исходя из длины волны излучения СВЧ генератора.

Конструкция реактора для проведения процессов под воздействием микроволнового излучения. На основании лабораторных исследований была разработана конструкция реакционного устройства для проведения эндотермических процессов с использованием микроволнового нагрева [1]. Принципиальная схема реакционного устройства (СВЧ реактора) приведена на рисунке 1. Реактор (рисунок 2) имеет внутренний диаметр — 100 мм, максимальную высоту — 1340 мм, толщину стенки — 5 мм. Установка включает источник микроволнового излучения непрерывного действия с фиксированной частотой колебаний 2450 МГц и регулируемой выходной мощностью до 5 кВт.

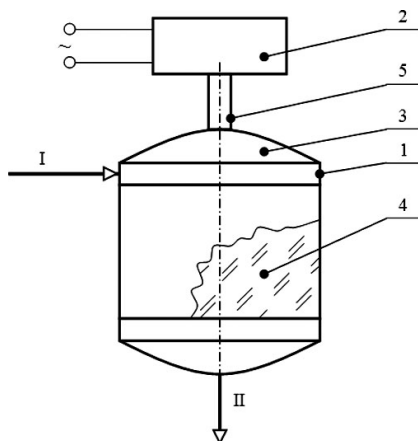


Рис. 1. Принципиальная схема СВЧ каталитического реактора для эндотермических гетерофазных реакций: 1 — корпус реактора; 2 — генератор СВЧ излучения; 3 — верхняя крышка реактора; 4 — катализатор; 5 — волновод; I — сырье - бутены; II — контактный газ.

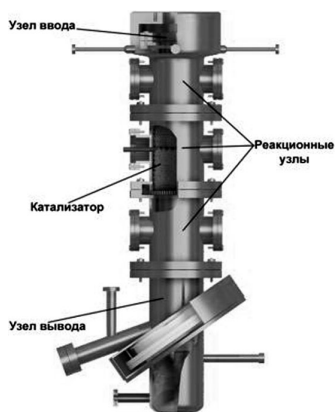


Рис. 2. Модель электродинамического реактора в разрезе

Предлагаемая конструкция реактора отличается от промышленных способом подвода энергии в реакционную зону, что значительно снижает энергозатраты, упрощает управление технологическим процессом и

повышает КПД установки. Общий КПД микроволновой установки в 1,2 раза выше, чем у существующих промышленных установок [2, с. 99].

Модель функционирования электродинамического реактора (рисунок 3) следующая [3, с. 72]: при поглощении СВЧ излучения веществом катализатора в нем возникают объемные источники тепла, плотность мощностей которых ($\text{Вт}/\text{м}^3$) определяется выражением:

$$q_v(x) = \frac{P}{F \delta_E (1 - \varepsilon)} \exp\left\{-K \frac{x}{\delta_E}\right\},$$

где: P — мощность электромагнитного излучения, поглощаемая веществом катализатора, Вт;

F — площадь поперечного сечения реактора, м^2 ;

δ_E — «полная» глубина поглощения электромагнитного излучения, м;

ε — порозность слоя катализатора;

K — безразмерный коэффициент, зависящий от физических свойств материала и учитывающий способность вещества поглощать электромагнитную энергию;

x — координата, направленная вдоль оси реактора.

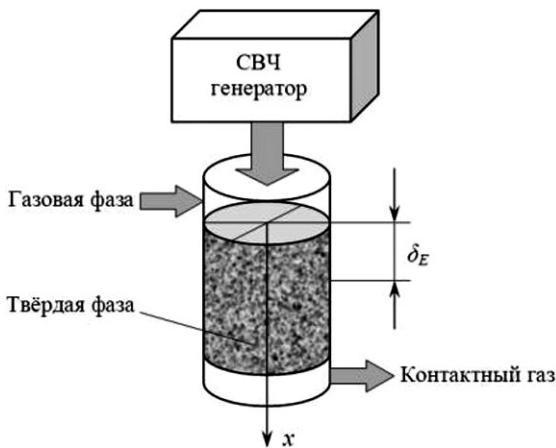


Рис. 3. Схема электродинамического реактора

Для нахождения распределения температур в твердой и газовой фазе при продуве инертной среды (азота) через слой катализатора с массовой скоростью потока Q в условиях СВЧ нагрева в одномерном приближении, исследуем два уравнения теплового баланса: первое

уравнение — тепловой баланс газа и твердой фазы, второе — тепловой баланс твердой фазы для элементарного объема реактора.

Для газа и твердой фазы:

$$-\frac{\partial}{\partial t}(c_{pg}\rho_g\varepsilon T_g + c_s\rho_s(1-\varepsilon)T_s) = -\frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda_g\frac{\partial T_g}{\partial x} + \lambda_s\frac{\partial T_s}{\partial x}\right) + c_{pg}Q\frac{\partial T_g}{\partial x} - q_v,$$

где: c_{pg} — осредненная изобарная теплоемкость газовой фазы, Дж/(кг·К);

c_s — осредненная теплоемкость твердой фазы, Дж/(кг·К);

T_g — температура газа,

T_s — температура твердой фазы,

ε — порозность,

λ_g — эффективная теплопроводность газа, Вт/(м·К);

λ_s — эффективная теплопроводность твердого вещества, Вт/(м·К);

Q — массовая скорость газовой фазы, кг/(м²·с);

q_v — объемная мощность тепловых источников, Вт/м³.

Для твердой фазы:

$$-\frac{\partial}{\partial t}(c_s(1-\varepsilon)\rho_s T_s) = -\frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda_s\frac{\partial T_s}{\partial x}\right) + \alpha(T_s - T_g) - q_v,$$

где: α — эффективный объемный коэффициент теплоотдачи, Вт/(м³·К).

Упрощая последние уравнения, получим:

$$-c_{pg}\rho_g\varepsilon\frac{\partial T_g}{\partial t} - c_s\rho_s(1-\varepsilon)\frac{\partial T_s}{\partial t} = -\lambda_g\frac{\partial^2 T_g}{\partial x^2} - \lambda_s\frac{\partial^2 T_s}{\partial x^2} + c_{pg}Q\frac{\partial T_g}{\partial x} - q_v, \quad (5)$$

$$-c_s\rho_s(1-\varepsilon)\frac{\partial T_s}{\partial t} = -\lambda_s\frac{\partial^2 T_s}{\partial x^2} + \alpha(T_s - T_g) - q_v \quad (6)$$

Вычитая (5) из (6), получим следующие соотношения, связывающие температуру твердой T_s и газовой T_g фаз:

$$-c_{pg}\rho_g\varepsilon\frac{\partial T_g}{\partial t} = -\lambda_g\frac{\partial^2 T_g}{\partial x^2} + c_{pg}Q\frac{\partial T_g}{\partial x} - \alpha(T_s - T_g). \quad (7)$$

Таким образом, для нахождения распределения температур газа и твердой фазы по высоте электродинамического реактора необходимо решить систему уравнений (5), (7).

Выражения (8) и (9) являются решением системы уравнений (5), (7).

Температуру газовой фазы в электродинамическом реакторе можно определить из следующего выражения:

$$T_g = C_1 \exp \left\{ \frac{\frac{c_{pg}Q}{\lambda_g} + \sqrt{\left(\frac{c_{pg}Q}{\lambda_g}\right)^2 + 4\frac{\alpha}{\lambda_g}}}{2} x \right\} + C_2 \exp \left\{ \frac{\frac{c_{pg}Q}{\lambda_g} - \sqrt{\left(\frac{c_{pg}Q}{\lambda_g}\right)^2 + 4\frac{\alpha}{\lambda_g}}}{2} x \right\} -$$

$$- \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{c_{pg}Q}{\lambda_g}\right)^2 + 4\frac{\alpha}{\lambda_g}}} \int_0^x \frac{\alpha}{\lambda_g} T_s(\xi) \exp \left\{ \frac{c_{pg}Q}{2\lambda_g} (x-\xi) \right\} \operatorname{sh} \left\{ \frac{\sqrt{\left(\frac{c_{pg}Q}{\lambda_g}\right)^2 + 4\frac{\alpha}{\lambda_g}}}{2} (x-\xi) \right\} d\xi$$

где: C_1 и C_2 — константы интегрирования, получаемые из граничных условий задачи.

Если заданы начальная и конечная температуры газовой фазы, то константы C_1 и C_2 будут иметь следующий вид:

$$C_1 = T_g(0) - \frac{T_g(l) + \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{c_{pg}Q}{\lambda_g}\right)^2 + 4\frac{\alpha}{\lambda_g}}} \int_0^l \frac{\alpha}{\lambda_g} T_s(\xi) \exp \left\{ \frac{c_{pg}Q}{2\lambda_g} (l-\xi) \right\} \operatorname{sh} \left\{ \frac{\sqrt{\left(\frac{c_{pg}Q}{\lambda_g}\right)^2 + 4\frac{\alpha}{\lambda_g}}}{2} (l-\xi) \right\} d\xi - T_g(0) \exp \left\{ \frac{\frac{c_{pg}Q}{\lambda_g} + \sqrt{\left(\frac{c_{pg}Q}{\lambda_g}\right)^2 + 4\frac{\alpha}{\lambda_g}}}{2} l \right\}}{\exp \left\{ \frac{\frac{c_{pg}Q}{\lambda_g} - \sqrt{\left(\frac{c_{pg}Q}{\lambda_g}\right)^2 + 4\frac{\alpha}{\lambda_g}}}{2} l \right\} - \exp \left\{ \frac{\frac{c_{pg}Q}{\lambda_g} + \sqrt{\left(\frac{c_{pg}Q}{\lambda_g}\right)^2 + 4\frac{\alpha}{\lambda_g}}}{2} l \right\}}$$

$$C_2 = \frac{T_g(l) + \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{c_{pg}Q}{\lambda_g}\right)^2 + 4\frac{\alpha}{\lambda_g}}} \int_0^l \frac{\alpha}{\lambda_g} T_s(\xi) \exp \left\{ \frac{c_{pg}Q}{2\lambda_g} (l-\xi) \right\} \operatorname{sh} \left\{ \frac{\sqrt{\left(\frac{c_{pg}Q}{\lambda_g}\right)^2 + 4\frac{\alpha}{\lambda_g}}}{2} (l-\xi) \right\} d\xi - T_g(0) \exp \left\{ \frac{\frac{c_{pg}Q}{\lambda_g} + \sqrt{\left(\frac{c_{pg}Q}{\lambda_g}\right)^2 + 4\frac{\alpha}{\lambda_g}}}{2} l \right\}}{\exp \left\{ \frac{\frac{c_{pg}Q}{\lambda_g} - \sqrt{\left(\frac{c_{pg}Q}{\lambda_g}\right)^2 + 4\frac{\alpha}{\lambda_g}}}{2} l \right\} - \exp \left\{ \frac{\frac{c_{pg}Q}{\lambda_g} + \sqrt{\left(\frac{c_{pg}Q}{\lambda_g}\right)^2 + 4\frac{\alpha}{\lambda_g}}}{2} l \right\}}$$

Температуру твердой фазы в электродинамическом реакторе можно определить из следующего выражения:

$$T_s = C_1 \operatorname{ch}\left(\sqrt{\frac{\alpha}{\lambda_s}} x\right) + C_2 \operatorname{sh}\left(\sqrt{\frac{\alpha}{\lambda_s}} x\right) - \frac{1}{\sqrt{\frac{\alpha}{\lambda_s}}} \int_0^x \left(\frac{\alpha}{\lambda_s} T_g(\xi) + \frac{q_v(\xi)}{\lambda_s}\right) \operatorname{sh}\left(\sqrt{\frac{\alpha}{\lambda_s}} (x - \xi)\right) d\xi \quad (9)$$

где: C_1 и C_2 — константы интегрирования, получаемые из граничных условий задачи. Если заданы начальная и конечная температуры твердой фазы, то выражения для нахождения констант имеют вид:

$$C_1 = T_s(0),$$

$$C_2 = \frac{T_s(l) - T_s(0) \operatorname{ch}\left(\sqrt{\frac{\alpha}{\lambda_s}} l\right) + \frac{1}{\sqrt{\frac{\alpha}{\lambda_s}}} \int_0^l \left(\frac{\alpha}{\lambda_s} T_g(\xi) + \frac{q_v(\xi)}{\lambda_s}\right) \operatorname{sh}\left(\sqrt{\frac{\alpha}{\lambda_s}} (l - \xi)\right) d\xi}{\operatorname{sh}\left(\sqrt{\frac{\alpha}{\lambda_s}} l\right)}$$

Таким образом, решение системы уравнений (8) и (9) позволяет найти распределение температур в твердой и газовой фазе по высоте СВЧ реактора при продувке химически нейтральной газовой фазы.

По предложенной модели были проведены численные эксперименты, результаты которых приведены на рисунке 4 [3, с. 96]. Представлены графики распределения температуры в твердой и газовой фазах для стационарного состояния; 1 — 5 соответствуют экспериментальным значениям, полученным на лабораторной установке. Как видно из графика, имеется совпадение результатов численного моделирования и экспериментальных данных. Относительное среднеквадратичное отклонение температуры составляет 4,6 %, что доказывает адекватность математической модели реальному физико-химическому процессу дегидрирования бутенов в электродинамическом реакторе.

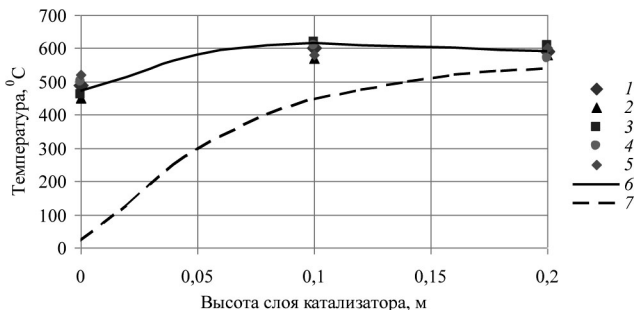


Рис. 4. Сравнение экспериментальных и расчетных значений температуры катализатора в электродинамическом реакторе для процесса дегидрирования бутенов при объемной скорости подачи сырья $W=600$ ч-1: 1—5 — экспериментальные данные по температуре катализатора; 6 — расчетная температура катализатора; 7 — расчетная температура газовой фазы

Представленная модель позволяет определять оптимальные значения параметров электродинамических реакторов при заданном значении выхода целевых продуктов, оценивать влияние различных технологических параметров реакционных устройств на тепловую эффективность процессов, протекающих в них с учетом подвода тепла в реакционную зону посредством СВЧ излучения.

Список литературы:

1. Сверхвысокочастотный каталитический реактор для эндотермических гетерофазных реакций: патент на изобретение No.2116826. БИ. 1998. № 22.
2. Моделирование процесса дегидрирования бутенов в электродинамическом каталитическом реакторе / Е. А. Шулаева [и др.] // Бутлеровские сообщения. 2011. Т. 24. № 1. С. 99—104.
3. Шулаева Е. А. Моделирование процессов дегидрирования бутенов и гидрирования пиперилена в электродинамических каталитических реакторах: дис. ... канд. техн. наук. — Уфа: УГНТУ, 2012. 133 с.

3.3. ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

О МЕХАНИЗМЕ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ДИОДОВ НА БАЗЕ Si:Er ПРИ ОБРАТНОМ СМЕЩЕНИИ

Зимовец Инна Анатольевна

аспирант, ННГУ, г. Нижний Новгород

E-mail: zim_inna@mail.ru

Филатов Дмитрий Олегович

канд. ф.-м. наук, доцент, НОЦ ФТНС ННГУ, г. Нижний Новгород

E-mail: dmitry_filatov@inbox.ru

Одной из наиболее актуальных задач современной оптоэлектроники является создание на базе традиционной кремниевой технологии твердотельных излучающих элементов и фотодетекторов, работающих в области длин волн 1,5 мкм. В самом кремнии отсутствуют свойства, требуемые для получения таких приборов. Кремний является непрямозонным полупроводником и эффективность межзонной рекомбинации в нем очень низка. Чтобы при рекомбинации электрона и дырки образовался фотон, должны одновременно выполняться закон сохранения энергии и импульса, то есть энергия фотона должна равняться ширине запрещенной зоны [1].

Есть три способа использовать кремний в электролюминесценции:

Если воспользоваться принципом неопределенности — система ограничена в координатном пространстве — растет неопределенность

в величине импульса: $\Delta x \times \Delta p \geq \hbar$

— начинают светиться наночастицы кремния в матрице из оксида кремния, мезопористый кремний (поры — 10 нм), квантовые ямы, проволоки.

1. При наличии оптической накачки, частота которой выше частоты, соответствующей частоте запрещенной зоны, часть энергии накачки передается кристаллической решетке — образуются фононы.

Это явление — Рамановское рассеяние (Раман, 1928), фононы, образующиеся при Рамановском рассеянии берут на себя тот импульс, который не может унести фотон.

2. Третий способ — легировать кремний люминесцентными атомами, которые будут светиться в среде кремния — одним из таких активным включением является Er., который формирует в кристаллической решетке эффективные центры излучательной рекомбинации с участием Si. В спектре люминесценции центра, содержащего трехзарядный ион эрбия, наблюдается узкая температурно-независимая линия на длине волны 1,54 мкм, соответствующий минимуму потерь и дисперсии в кварцевых волокнах. Это позволяет создавать оптоэлектронные приборы на основе Si:Er и использовать их в системах волоконно-оптических линий связи.

В результате исследований были найдены условия формирования эрбиевых центров в кремнии, обеспечивающих наличие фото- и электролюминесценции на длине волны 1,54 мкм, установлено, что при комнатной температуре интенсивность электролюминесценции (ЭЛ) в диодных структурах Si/Si:Er/Si в режиме пробоя р/п-перехода при обратном смещении заметно превосходит наблюдаемую при прямом смещении и сильно зависит от концентраций мелких доноров и акцепторов в активном слое Si:Er. Свойства Si:Er слоев зависят от технологии их получения.

В большинстве работ по эрбиевой электролюминесценции (ЭЛ) в структурах Si/Si:Er/Si с $p-n$ переходом в режиме пробоя при обратном смещении для объяснения наблюдаемых эффектов предполагается, что возбуждение ЭЛ на длине волны $\lambda \approx 1,54$ мкм в 4f-оболочке ионов эрбия обусловлено передачей им энергии горячими электронами зоны проводимости, представленные в [3]. Для модели [2] зонная диаграмма перехода $p^+ - Si/n - Si:Er$ рассчитывалась на базе решения уравнения Пуассона:

$$\frac{d^2 \varphi(z)}{dz^2} = \frac{eN(z)}{\epsilon \epsilon_0}, \quad (1)$$

где: $\varphi(z)$ — профиль потенциала для электронов,

ϵ — диэлектрическая проницаемость Si,

ϵ_0 — диэлектрическая постоянная,

e — элементарный заряд,

$$N(z) = p(z) - n(z) + N_{Er}^+(z) + N_P^+(z) - N_B^-(z), \quad (2)$$

где: $p(z) = N_v F_{1/2} \left[\frac{E_v(z) - F_p}{k_B T} \right]$ — концентрация дырок в валентной зоне, (3)

N_v — эффективная плотность состояний в валентной зоне Si,

F_p — квазиуровень Ферми для дырок,

k_B — постоянная Больцмана,

T — абсолютная температура,

$$F_{1/2}(\zeta) = \int_0^{\infty} \frac{\sqrt{\xi}}{\exp(\xi - \zeta) + 1} d\xi \quad (4)$$

— интеграл Ферми порядка $1/2$,

$$n(z) = N_c F_{1/2} \left(\frac{F_n - E_c(z)}{k_B T} \right) \quad (5)$$

— концентрация электронов в зоне проводимости,

N_c — эффективная плотность состояний в зоне проводимости Si,

F_n — квазиуровень Ферми для электронов. В этом случае

решение уравнения Пуассона: $\varphi(z) = -\frac{eN_A^-}{2\epsilon\epsilon_0} (z - l_p)^2 + \frac{E_{cp}}{e}, -l_p < z < 0$,

$$\text{где: } l_p = \sqrt{\frac{2\epsilon\epsilon_0 V_p}{eN_A^-}} \quad (6)$$

— толщина части ОПЗ, приходящаяся на слой p^+ -Si,

V_p — доля контактной разности потенциалов p^+ - n перехода φ_c ,

падающая на ОПЗ слоя p^+ -Si $\varphi_c = V_p + V_n = \frac{E_{cp} - E_{cn}}{e}$,

где: V_n — доля φ_c , падающая на части ОПЗ, лежащей в слое n -Si:Er,

E_{cp} и E_{cn} — энергии дна зоны проводимости в квазинейтральных областях слоёв p^+ -Si и n -Si:Er (области I и IV, соответственно). На границе квазинейтральной области слоя n -Si:Er ($z=l_n$) условие квазинейтральности записывалось в виде: $N = p - n + N_{Er}^+ + N_p^+ - N_B^- = 0$, что даёт

$$N_v F_{1/2} \left(\frac{E_v - E_{fn}}{k_B T} \right) - N_c F_{1/2} \left(\frac{E_{fn} - E_c}{k_B T} \right) + \frac{N_{Er}}{1 + 2 \exp \left(\frac{E_{fn} - E_d}{k_B T} \right)} + \frac{N_p}{1 + 2 \exp \left(\frac{E_{fn} - E_{fp}}{k_B T} \right)} = \frac{N_B}{1 + 4 \exp \left(\frac{E_{vb} - E_{fn}}{k_B T} \right)} \quad (7)$$

Рассматривался также процесс туннельной инжекции электрона из валентной зоны на глубокий центр с координатой z_d [4] Форма потенциальной ямы глубокого центра аппроксимировалась водородоподобной моделью:

$$\varphi_d(z) = -\frac{e}{4\pi\epsilon_{eff}\epsilon_0 |z - z_d|}, \quad (8),$$

где: $\epsilon_{eff} = (R_y/E_d)^{1/2}$ — эффективная диэлектрическая проницаемость,

$R_y \approx 13,6$ эВ — потенциал ионизации атома водорода постоянная Ридберга).

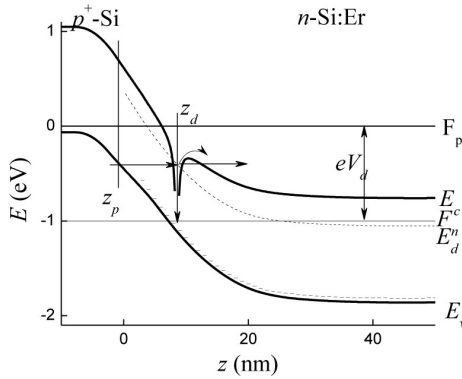


Рис. 1 Расчётная зонная диаграмма структуры $p^+ \text{-Si} / n\text{-Si:Er}$ (300 K) при приложении обратного смещения $V_d=1 \text{ В}$.
 $N_{Er}=3 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$, $E_d=0,3 \text{ эВ}$

При решении системы дифференциальных уравнений в частных производных (PDE) рекомендуется использовать расширение математического пакета Matlab — пакет femlab.

Программное обеспечение выполняет конечноэлементный анализ вместе с адаптивным построением сетки, используя целый ряд численных решателей. Большой интерес представляет реализация в среде Matlab(femlab) новый тип разностных схем — бикомпактные схемы. Решение задач в слоистых средах сложно тем, что трудно построить аппроксимацию, дающую высокий порядок точности на стыках сред. Если задавать сетку так, что граница сред лежит между узлами сетки, то построить аппроксимацию сложно — приходится выбирать сетку так, чтобы ее узлы попадали на границы слоев (такие сетки называются специальными). Если шаблон аппроксимации содержит три и более пространственных узла, то специальные сетки не спасают — если внутренний узел шаблона совпадает с границей, то аппроксимация производных идет через разрыв коэффициентов — ухудшается точность расчетов. Использование в расчете полуцелых узлов приводит к такому же эффекту. Использование бикомпактных схем (шаблон состоит из двух узлов сетки, полуцелые точки в расчетах не участвуют) позволяет достигнуть высокой точности расчета.

Список литературы:

1. Андреев А. А., Воронков В. Б., Голубев В. Г., Медведев А. В., Певцов А. Б. Влияние термического отжига на интенсивность полосы фотолуминесценции 1,54 мкм в легированном эрбием гидрогенизированной

- ванном аморфном кремнии. // Физика и техника полупроводников. — 1999. — том 33. — № 1. — С. 106—110.
2. Кудояров В. Х., Кузнецов А. Н., Теруков Е. И., Гусев О. Б., Кудрявцев Ю. А. и др. Влияние кислорода на интенсивность фотолюминесценции Eg (1.54 мкм) в пленках —Si:H, легированных эрбием. // Физика и техника полупроводников. — 1998. — том 32. — № 11. — С. 1384—1390.
 3. Соболев Н. А. Кремний, легированный эрбием — новый полупроводниковый материал для оптоэлектроники. // Рос. хим. Общ -ва им. Д. И. Менделеева. — 2001. — № 5—6. — С. 95—102.
 4. Шенгуров В.Г., Светлов С. П., Ччалков В. Ю., Максимов Г. А., Красильник З. Ф. и др. Солегирование эрбием и кислородом кремниевых слоев в процессе молекулярно-лучевой эпитаксии. // Физика и техника полупроводников, — 2001. — том 35. — вып. 8. — С. 954—960.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТОК ПОВЕРХНОСТИ СИЛИКАТНОГО СТЕКЛА

Волков Петр Вячеславович

аспирант, ЧГПУ, г. Челябинск

E-mail: peter-007@mail.ru

Брызгалов Александр Николаевич

д-р ф.-м. наук, профессор, ЧГПУ, г. Челябинск

E-mail: brizgalovan@cspu.ru

Живулин Дмитрий Евгеньевич

аспирант, ЧГПУ, г. Челябинск

E-mail: zhivulin-74@mail.ru

Кварцевое стекло — композиционный материал, обладающий уникальными свойствами. Он не растрескивается при резком перепаде температур, как кристаллический кварц, имеет чрезвычайно низкий коэффициент температурного расширения и теплопроводности, обладает широким спектром пропускания, малым поглощением света, низким коэффициентом температурного расширения, высокой рабочей температурой и т. д. Всё это обуславливает широкое применение кварцевого стекла во многих отраслях промышленности.

Целью работы является выявление некоторых возможных дефектов стекла и результатов его механической обработки, влияющих на оптические свойства изготавливаемых из него изделий.

Исследования совершенства кварцевых стекол марки КУ-1 проводились методами оптической микроскопии и химическим травлением для выявления газовых пузырей, макровключений, нарушений поверхности абразивным инструментом и т. п.

Основной задачей технологии формообразования деталей оптических приборов является получение окончательных геометрических параметров и качества поверхности, которая обеспечивает их функциональное назначение. Кварцевое стекло относится к хрупким материалам, и потому механическое удаление технологических припусков происходит в результате взаимодействия абразивных зерен с обрабатываемой поверхностью, которая сопровождается зарождением, развитием трещин и откалыванием микрочастиц обрабатываемого материала. Для уменьшения шероховатости обрабатываемой поверхности после каждой операции абразивной обработки последовательно необходимо уменьшать размер абразивных зерен (асимптотическая обработка). Таким образом, на каждой стадии обработки удаляется поверхностный слой, затронутый на предыдущей операции, и формируется слой, характерный для данной стадии обработки с меньшим размером абразивных зерен [4].

На рис.1 представлена примерная структура поверхностного слоя стекла [3]:

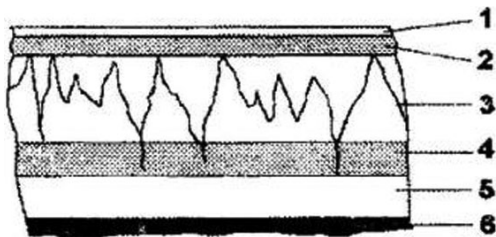


Рис.1. Структура поверхностного слоя кварцевого стекла:
1 — адсорбционный слой; 2 — вязкая зона, возникающая при полировке; 3 — микрорельеф; 4 — глубокие трещины;
5 — деформированная зона; 6 — ненарушенный материал.

Качество рельефа, геометрия изделий и шероховатость поверхности зависит от выбора инструмента (алмазные диски и трубки), подготовки поверхности режущего инструмента, количества снимаемого материала, очередности выполнения операций обработки, вибрации станка и т. д. (рис. 2)

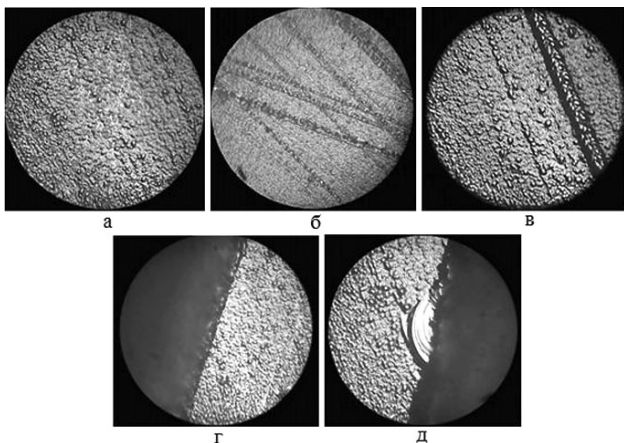


Рис.2. Результаты механической обработки силикатного стекла:
а — качественная асимптотическая обработка; б, в — следы абразивных зерен; г — качественная обработка торца; д — скол на торце от инструмента.

После механической обработки следует химическая, которая выявляет субструктуру кварцевого стекла. Травление проводилось 10 % фторидом аммония NH_4F при температуре $40\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 15 минут с применением ультразвуковой ванны для ускорения процесса и удаления продуктов травления. Результаты представлены на рис.3. Определяющим фактором качества стекла является субструктура, на фоне которой обнаружены дефекты поверхности [1]:

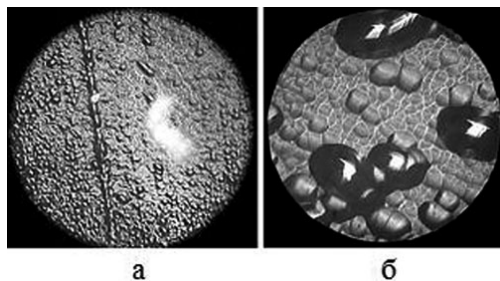


Рис.3. Дефекты стекла: *а — непролав, б — газовые пузыри.*

Субструктура образуется в результате распределения энергии, излучаемой в процессе стеклования расплава. Часть энергии (диссипативная) рассеивается на дефектах и в окружающую среду, а другая часть — в результате низкой теплопроводности материала, сохраняется и распределяется внутри расплава, образуя ячеистость.

Технология получения однородной мелкоячеистой субструктуры предлагает режим стеклования, исходя из начальной температуры (до 1000°C) и времени охлаждения расплава [2]:

Температура, °С	1160	1200	1500	1600
Время	6 дней	3 дня	2 часа	1 час

Таким образом, при повышении температуры увеличивается скорость стеклования и уменьшается диаметр ячеек, а, значит, качество стекла повышается.

На рис. 4 представлены начальная и конечная стадии химического травления. Критерием качества поверхности стекла является однородная мелкоячеистая субструктура (рис. 4б).

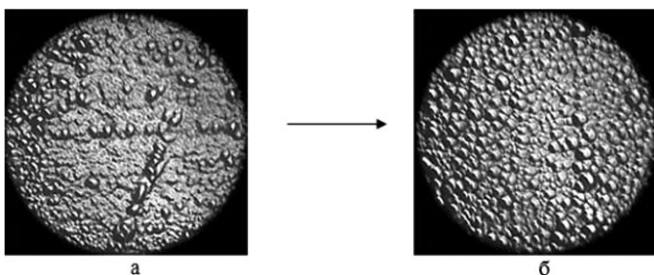


Рис.4. Процесс травления стекла в NH_4F для выявления субструктуры: а — начальная стадия, б — конечная стадия.

Выводы:

1. Механическая обработка изделий должна производиться асимптотически: сначала крупнозернистым абразивом, затем постепенно переходить к мелкозернистому.
2. В качестве травильного раствора должен выступать NH_4F с применением ультразвуковой ванны.
3. Отсутствие свилей, непроплавов, глубоких трещин и других дефектов.
4. Рекомендуется выбирать высокую температуру стеклования (~1600 °С) с быстрым охлаждением (~1 час) для получения однородной мелкоячеистой субструктуры, т.к. с уменьшением размера ячеек возрастает прочность поверхности материала.

Список литературы:

1. Волков П. В., Брызгалов А. Н. О совершенстве кварцевого стекла // Тезисы докладов Двенадцатой Всероссийской молодежной школы-семинара по проблемам

- физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-12) / Екатеринбург: Типограф. «Уральский центр академического обслуживания», 2011. С. 106.
2. Лео В. К., Мазурин О. В. Свойства кварцевого стекла. М.: Наука, 1985. 168 с.
 3. Лунин Б. С. Физико-химические основы разработки полусферических резонаторов волновых твердотельных гироскопов. М.: Изд-во МАИ, 2005. С. 111.
 4. Маслов В. П. Микро- и нанотехнологии соединения прецизионных деталей оптико-электронных приборов // Доклады участников V Международной конференции «Материалы и покрытия в экстремальных условиях: исследования, применение, экологически чистые технологии производства и утилизации изделий», Вісник УМТ № 1 (2). — респ. Крым, Украина. — 2009. — С. 18-35.

ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МИКРО- И НАНОСТРУКТУР МЕТОДОМ ИОННО-ЛУЧЕВОГО ТРАВЛЕНИЯ ЧЕРЕЗ САМООРГАНИЗУЮЩУЮСЯ МАСКУ

Кулешов Дмитрий Сергеевич

аспирант, Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
E-mail: Kule-Dmitry@yandex.ru

Лапин Вячеслав Анатольевич

аспирант, Северо-Кавказский государственный технический
университет, г. Ставрополь
E-mail: viacheslavlapin@yandex.ru

В настоящее время внимание специалистов в области физики конденсированного состояния и физики полупроводников приковано к изучению квантово-размерных эффектов, возникающих при уменьшении размеров структур. К таким структурам относятся квантовые ямы, нити и точки (КТ). Использование КТ привлекательно с точки зрения повышения эффективности современных полупроводниковых приборов. Например, использование КТ в солнечных элементах (СЭ), по разным оценкам, может привести к увеличению их КПД до 70 % и выше [4].

Существует два принципа формирования КТ: принцип «снизу — вверх» и «сверху — вниз». К способам, основанным на первом принципе, относится самоорганизация массива КТ отличного от подложки по параметру решетки при эпитаксиальном росте посредством молекулярно-лучевой (МЛЭ), жидкофазной (ЖФЭ) и газотранспортной (ГФЭ) эпитаксии. Недостатками таких методов являются: малая производительность процесса, дорогостоящее оборудование, использо-

вание сверхчистых материалов (для МЛЭ), использование ядовитых химических веществ (ГФЭ и МОС-гидридная эпитаксия), а также требование высококвалифицированного персонала [3].

Принцип «сверху — вниз» основан на получении КТ из сплошной структуры посредством травления через маскирующее покрытие, полученное, например, с помощью фотолитографии [1].

В связи с этим, целью данной исследовательской работы являлось исследование возможности получения микро- и наноструктур ионно-лучевым методом для их использования в полупроводниковой индустрии и солнечной энергетике.

С помощью установки ионно-лучевого распыления была отработана технология получения микро- и наноструктур полупроводников A_3B_5 , которая в дальнейшем может быть применена для получения массива КТ.

Суть эксперимента заключалась в получении само организованной маски и последующего травления полупроводниковой подложки потоком ионизированных частиц аргона.

Подложка GaAs протравленная химически, очищенная и обезжиренная, была термически обработана, в результате чего на поверхности подложки были получены капли галлия, образовавшиеся в связи с диссоциацией поверхностных молекул GaAs. В результате разогрева подложки атомы мышьяка десорбировались, а галлий скапливался на поверхности. Так как галлий плохо смачивал GaAs подложку, он собирался в капельки различной формы и размеров.

Была проведена серия экспериментов по отжигу GaAs подложки, в ходе которой была выявлена оптимальная температура $T=575\text{ }^\circ\text{C}$, при которой образовывались наноклапты различного размера. Большие капли имели размер порядка 250—350 нм, между которыми располагались маленькие капли размером около 80—100 нм (рис. 1).

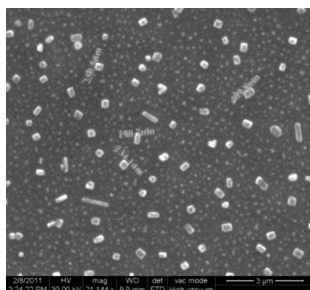


Рис. 1. РЭМ изображение поверхности подложки GaAs, после термической обработки

Затем, полупроводниковую подложку с маскирующим покрытием подвергали ионно-лучевому травлению при временах проведения данного процесса равных 4, 8, 12 минут. Под маскирующим покрытием материал подложки не стравливался, в результате чего образовывались определенные наноструктуры.

Полученные образцы были исследованы на растровом электронном микроскопе (РЭМ) Quanta 200 и атомно-силовом микроскопе (АСМ) Solver HV. Обработка полученных АСМ изображений произведена в программной среде Nova 1000.

На образце № 1, подвергшемся травлению 4 минуты, капли протравленной области уменьшились приблизительно на 10—15 %. Форма капель стала более округлая.

В результате проведения данного эксперимента можно сделать вывод о том, что время травления 4 минуты было не достаточно для полного вытравливания капель галлия.

При исследовании образца № 2 (время травления 8 минут), на РЭМ фотографиях было показано, что большие капли галлия уменьшились в размерах, а мелкие капли почти полностью стравлились (рис. 2).

На РЭМ изображениях поверхности подложки образца № 3 (время травления 12 минут) наблюдаются остатки стравленных больших капель галлия. Маленькие капельки галлия полностью стравлены.

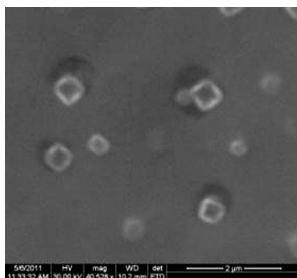


Рис. 2. РЭМ изображение поверхности подложки GaAs протравленной ионным пучком через само организованную маску, $t=8$ мин.

Лучшие результаты были достигнуты при максимальном времени травления $t=12$ мин.

На изображениях, полученных на атомно-силовом микроскопе (АСМ), видны нано структуры образовавшиеся под каплями галлия, которые были использованы в качестве маски при ионно-лучевом травлении (рис. 3).

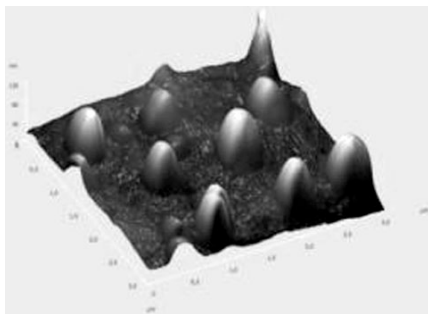


Рис. 3. АСМ изображение наноструктур на поверхности подложки GaAs, после ионно-лучевого травления через маску, $t=12$ мин.

Размеры наноструктур по высоте варьируется от 50 до 180 нм. Диаметр в основании составляет примерно 370 нм.

В результате проведения данных исследований можно сделать вывод о том, что получение наноструктур данным методом весьма перспективно.

Основной проблемой данного метода на данный момент остается проблема получения маски с заданными параметрами, для получения структур определенной формы и размеров.

При использовании комбинированного метода ионно-лучевого распыления и травления возможно получать гетероструктуры с квантовыми точками. Для этого необходимо: 1) напылить один полупроводниковый материал на подложку другого полупроводника; 2) нанести маскирующее покрытие, например, как в нашем случае, методом самоорганизации при термическом воздействии; 3) протравить осажденную полупроводниковую пленку через маскирующее покрытие ионным пучком до полного стравления осажденного материала. В результате получится массив квантовых точек одного полупроводникового материала на другом.

Список литературы:

1. Бериш Р., Витмак К., Легрейд Н. Распыление под действием бомбардировки частицами. Выпуск 3: Характеристики распыленных частиц, применения в технике., пер. с англ. СПб. : Мир, 1998. 551 с.
2. Ефремов А. М., Светцов В. И., Рыбкин В. В. Вакуумно-плазменные процессы и технологии: Учебное пособие, ГОУВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. Иваново, 2006. 260 с.
3. Оуэнс Ф., Пул-мл. Ч. Нанотехнологии. М.: Техносфера, 2007. 327 с.
4. Cuadra L, Marti A., Lopez N. II 3rd World Conf. on Photovoltaic Energy Conversion. Osaka, Japan, 2003. PCD IPL-B2-01.

3.4. ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРОВ РАМАНОВСКОГО РАССЕЯНИЯ ПЛЕНОК СПЛАВА $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}$ /SI(100) С РАЗЛИЧНОЙ ДОЛЕЙ ГЕРМАНИЯ

Лапин Вячеслав Анатольевич

*аспирант, Северо-Кавказский государственный технический
университет, г. Ставрополь
E-mail: viacheslavlapin@yandex.ru*

Кулешов Дмитрий Сергеевич

*аспирант, Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
E-mail: Kule-Dmitry@yandex.ru*

В последние десятилетия физика полупроводников интенсивно развивается. С этой наукой связаны успехи в развитии микроэлектроники, оптики, приборостроения и других областей. Несмотря на большой объем исследований в этой области, остается ряд нерешенных вопросов, в том числе и проблема согласования различных материалов при гетероэпитаксии.

Гетероструктуры SiGe/Si вызывают повышенный интерес благодаря как своим электрическим и оптоэлектрическим свойствам, так и их совместимостью с существующей кремниевой технологией [4]. Особое внимание уделяют получению бездислокационных эпитаксиальных пленок германия на кремнии, которые также называют искусственными подложками германия. Существующие SiGe подложки, выращенные на основе буферного слоя, имеют ряд недостатков, таких как большие толщины буферных слоев, высокие значения среднеквадратичной шероховатости слоев. Так, при толщине слоя 3—10 мкм типичная амплитуда рельефа может принимать значения 10—15 нм. За последние два десятилетия были предприняты многочисленные попытки уменьшить толщину буферного слоя $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}$, сохранив на приемлемом уровне или даже уменьшив плотность пронизывающих дислокаций [6].

Критическими параметрами эпитаксиальных пленок сплавов $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}$ при их применении в гетеропереходных устройствах являются напряженность, плотность дефектов, подвижность носителей, ширина запрещенной зоны. Существует зависимость этих параметров от состава

ва сплава $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}$, толщины слоя и степени релаксации. Эти величины можно измерить количественно с помощью Рамановской спектроскопии, быстрым и неразрушающим бесконтактным методом, который не требует предварительной подготовки образца и обеспечивает высокую глубину и пространственное разрешение. Этот метод предусматривает определение состава сплава (x) и напряжение гетерослоя от x -зависимого сдвига частоты и интенсивности пиков, соответствующих связям Ge-Ge, Si-Ge и Si-Si.

В данной работе методом молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ) на установке «ЦНА» были получены образцы структур $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}/\text{Si}(100)$. Предельное значение остаточных газов при росте составляло $3 \cdot 10^{-6}$ Па. Подготовка пластин кремния перед эпитаксии состояла из 2 этапов: 1) удаление оксидного слоя SiO_2 плавиковой кислотой HF с последующей промывкой в деионизованной воде; 2) отжиг в условиях сверхвысокого вакуума при температуре 850°C на протяжении 10 минут; 3) выход на заданную температуру роста в течение 10—15 минут.

Напыление слоя $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}$ происходило при суммарном потоке Ge и Si, соответствующем эффективной скорости роста $v=8$ нм/мин. При этом эффективные скорости роста каждого компонента сплава рассчитывались таким образом: $v_{\text{Ge}}=v \cdot x$ для германия и $v_{\text{Si}}=v(1-x)$ для кремния. Температура подложки в процессе роста составляла 570°C . Были получены пленки сплавов состава $\text{Ge}_{0,4}\text{Si}_{0,6}$, $\text{Ge}_{0,55}\text{Si}_{0,45}$, $\text{Ge}_{0,7}\text{Si}_{0,3}$. Полученные образцы были исследованы с помощью метода Рамановской спектроскопии. Целью данного исследования являлся анализ характерных для данных материалов спектров рамановского рассеяния, выявление зависимостей положения пиков Ge-Ge и Si-Ge от массовой доли Ge (x) в сплаве.



Рис. 1 Спектры рамановского рассеяния образцов структур $Ge_xSi_{1-x}/Si(100)$

На рисунке 1 приведены спектры КРС для полученных образцов. Пик на частотах $291\text{—}298\text{ см}^{-1}$ соответствует связи Ge-Ge. Он присутствует на спектрах всех образцов, указывая на наличие кристаллитов германия в объеме пленки. Пик, соответствующий связи Si-Si невыражен, не проявляется в спектре сплава $Ge_{0.7}Si_{0.3}$, а для сплавов $Ge_{0.4}Si_{0.6}$, $Ge_{0.55}Si_{0.45}$ лежит в диапазоне $467\text{—}480\text{ см}^{-1}$. Также на всех трех спектрах присутствует пик в диапазоне частот $397\text{—}406\text{ см}^{-1}$. Это говорит о наличии связи Si-Ge, при этом при увеличении массовой доли Ge в сплаве, пик смещается влево (рис. 1). На рисунке 2 приведены графики зависимости положения пиков Ge-Ge и Si-Ge от массовой доли Ge (x) в сплаве.

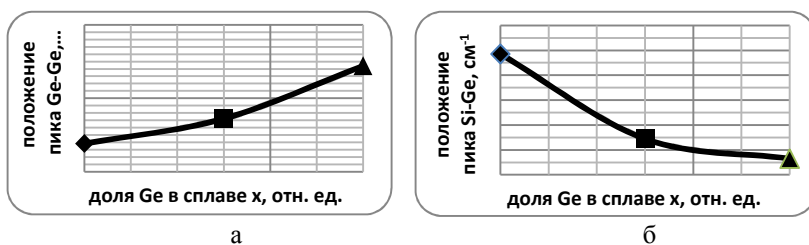


Рис. 2 Графики зависимостей положения пиков Ge-Ge (а) и Si-Ge (б) от массовой доли Ge (x) в сплаве

При увеличении x пик Ge-Ge на спектре проявляется при большей частоте, т. е. стремится к значению, соответствующему монокристаллическому германию (301 см^{-1}) [2]. Это говорит об увеличении степени релаксации в германиевых кристаллитах.

Пленки сплавов Ge_xSi_{1-x} были описаны в ряде докладов [3, 5, 7] и свойства гетероструктур Ge_xSi_{1-x}/Si широко исследованы. Однако, существует необходимость в контроле приборных структур на основе таких материалов неразрушающим бесконтактным методом, каковым и является Рамановская спектроскопия. Данная работа была направлена на выявление общих закономерностей изменения спектров КРС в зависимости от состава пленок Ge_xSi_{1-x}/Si .

Создание искусственных подложек германия является актуальной задачей современной полупроводниковой промышленности. В разных научных центрах продолжают исследования германиевых структур, выращенных на кремниевых подложках, с целью применения их в солнечных элементах и оптоэлектронных приборах.

Ключевой особенностью совмещения кремниевой и германиевой технологии является использование буферных слоев переменного

состава $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}$, позволяющих создавать на поверхности гетероструктуры слои твердого раствора сплава германий-кремний с долей вплоть до $x=1$. При этом совершенные пленки $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}/\text{Si}$ с плотностью пронизывающих дислокаций не более 10^6 см^{-2} можно вырастить до $x \approx 0,15$ [1]. Проблема пластической релаксации пленок с большей долей x по-прежнему актуальна и находится на стадии поиска новых методик.

Список литературы:

1. Искусственные подложки GeSi для гетероэпитаксии — достижения и проблемы / Ю. Б. Болховитянов, О. П. Пчеляков, Л. В. Соколов, С. И. Чикичев // ФТП. 2003. № 37. С. 513—538.
2. Alloy effects on the Raman spectra of Si $_{1-x}$ Ge $_x$ and calibration protocols for alloy compositions based on polarization measurements / S. Rath, M. L. Hsieh, P. Etchegoin, R. A. Stradling // Semicond. Sci. Technol. 2003. № 18. PP. 566—575.
3. Alonso, M. I., Winer K. Raman spectra of c-Si $_{1-x}$ Ge $_x$ alloys // Phys. Rev. B. 1989. № 39. PP. 10056—10062.
4. Electron transport properties of Si/SiGe heterostructures: measurements and device implications / K. Ismail, S. F. Nelson, J. O. Chu, B. S. Meyerson // Appl. Phys. Lett. 1993. Vol. 63. PP. 660—662.
5. Lockwood, D. J., Baribeau J.-M. Strain-shift coefficients for phonons in Si $_{1-x}$ Ge $_x$ epilayers on silicon // Phys. Rev. B. 1992. № 45. PP. 8565—8571.
6. Low-temperature buffer layer for growth of a low-dislocation-density SiGe layer on Si by molecular-beam epitaxy / H. Chen, L. W. Guo, Q. Cui, Q. Hu, Q. Huang, J. M. Zhou // J. Appl. Phys. 1996. Vol. 79. № 2. С. 1167—1169.
7. Phonons in Ge $_{1-x}$ Si $_x$ bulk crystals / M. Franz, K. F. Dombrowski, H. Ruecker, B. Dietrich, K. Pressel, A. Barz, U. Kerat, P. Dold, K. W. Benz // Phys. Rev. B. 1999. № 59. PP. 10614—10621.

**ВОПРОСЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК:
БИОЛОГИЯ, ХИМИЯ, ФИЗИКА**

Материалы международной заочной научно-практической
конференции

04 апреля 2012 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 11.04.12. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 9,125. Тираж 550 экз.

Издательство «Сибирская ассоциация консультантов»
630075, г. Новосибирск, Залесского 5/1, оф. 605
E-mail: mail@sibac.info

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3