ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
ПОВОЛЖСКИЙ РЕГИОН

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

№ 4 (8) 2014

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ

Семенова Е. Ф., Маркелова Н. Н., Шульга Е. Б., Шпичка А. И., Жученко Е. В., Марченко М. П. Влияние эфирных масел на микроорганизмы различной таксономической принадлежности в сравнении с современными антибиотиками. Сообщение II: Действие мятного масла различного компонентного состава на некоторые грамотрицательные бактерии 5

Митишев А. В., Преснякова Е. В., Семенова Е. Ф., Гурина М. А. Сравнительный анализ штаммов продуцента и инновационного продукта как основных элементов биотехнологии резиноида хлореллы 19

Малащенко Т. А., Комарова Е. В., Стойко Т. Г. Влияние рельефа на изменчивость раковины *Chondrula tridens* (Pulmonata, Enidae) 29

Вяль Ю. А., Мазей Н. Г. Становление анатомо-морфологической структуры *Iris domestica* Goldblatt et Mabb в онтогенезе в условиях интродукции в Пензенском ботаническом саду имени И. И. Спрыгина 36

ХИМИЯ

Тарасова В. А., Муковоз П. П., Козьминых В. О. Синтез и строение гидразонопроизводных диалкилкетипинатов 53

Перелыгин Ю. П., Кабанов С. В., Киреев С. Ю. Температурно-кинетический метод в гальванотехнике 62

ГЕОГРАФИЯ

Артемова С. Н., Уханова О. М. Географический аспект истории хозяйственного освоения Пензенской области 69

ЭКОЛОГИЯ

Соколов А. С. Экологическое состояние ландшафтов Гомельской области и особенности их охраны в системе ООПТ региона 83

Мазей Ю. А., Ембулаева Е. А. Структура сообществ почвообитающих простейших в лесах, находящихся на разных стадиях восстановительной сукцессии (Среднее Поволжье) 94

ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Чистякова А. А., Стойко Т. Г. К 60-летию Новиковой Любови Александровны 108

Козьминых В. О. Козьминых Олег Козьмич – педагог и ученый (к 95-летию со дня рождения) 133

UNIVERSITY PROCEEDINGS
VOLGA REGION

NATURAL SCIENCES

№ 4 (8) 2014

CONTENTS

BIOLOGY

Semenova E. F., Markelova N. N., Shulga E. B., Shpichka A. I., Zhuchenko E. V., Marchenko M. P. Influence of essential oils on microorganisms belonging to different taxons in comparison with modern antibiotics. Report II: Effects of mint oil with different component compositions on some gram-negative bacteria 5

Mitishev A. V., Presnyakova E. V., Semenova E. F., Gurina M. A. Comparative analysis of producer strains and innovative products as the main elements of the biotechnology of chlorella resinoid 19

Malashenko T. A., Komarova E. V., Stojko T. G. Effects of topography on the shell variability of *Chondrula tridens* (Pulmonata, Enidae) 29

Vyal Yu. A., Mazei N. G. Formation of anatomic and morphological structure of *Iris domestica* Goldblatt et Mabb in ontogenesis at introduction in the Penza botanical garden named after I. I. Sprygin 36

CHEMISTRY

Tarasova V. A., Mukovoz P. P., Koz'minykh V. O. Synthesis and structure of hydrazone-derivative dialkylketipinats 53

Perelygin Yu. P., Kabanov S. V., Kireev S. Yu. Temperature-kinetic method in electroplating 62

GEOGRAPHY

Artemova S. N., Ukhanova O. M. Geographical aspect of economic development history of Penza region 69

ECOLOGY

Sokolov A. S. Ecological state of landscapes of Gomel oblast and features of protection thereof in the system of regional protected natural areas 83

Mazei Yu. A., Embulaeva E. A. Soil-inhabited protozoa community structure in forests at different stages of recovering succession (Middle Volga region) 94

HISTORY OF NATURAL SCIENCES

Chistyakova A. A., Stojko T. G. Commemorating 60th jubilee of Novikova Lyubov Alexandrovna 108

Kozminykh V. O. Koz'minykh Oleg Koz'mich – the teacher and scientist (commemorating 95th jubilee) 133

УДК 579.222:(579.842+579.44):615.32:615.33

Е. Ф. Семенова, Н. Н. Маркелова, Е. Б. Шульга,
А. И. Шпичка, Е. В. Жученко, М. П. Марченко

ВЛИЯНИЕ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ НА МИКРООРГАНИЗМЫ РАЗЛИЧНОЙ ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ В СРАВНЕНИИ С СОВРЕМЕННЫМИ АНТИБИОТИКАМИ. СООБЩЕНИЕ II: ДЕЙСТВИЕ МЯТНОГО МАСЛА РАЗЛИЧНОГО КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА НА НЕКОТОРЫЕ ГРАМОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ БАКТЕРИИ

Аннотация.

Актуальность и цели. В последние годы в связи с появлением резистентных бактерий и медленным прогрессом в разработках новых антибиотиков ведется поиск эфирных масел (ЭМ), которые могут быть предложены для лечения инфекций человека. Целью нашего исследования является изучение антибактериальных эффектов мятного масла в сравнении с антибиотиками на некоторые условно-патогенные грамотрицательные бактерии.

Материалы и методы. Объектами изучения служили четыре вида условно-патогенных грамотрицательных бактерий. Определение чувствительности к антибиотикам (15 препаратов) и мятному маслу (5 сортов) проводилось диско-диффузионным методом.

Результаты. Проведенная сравнительная оценка показала преобладание бактерицидности эфирных масел мяты различного компонентного состава в отношении тестируемых госпитальных штаммов. Антибиотики оказывали бактериостатическое и бактерицидное действие на изученные культуры, в ряде случаев характеризовались отсутствием ингибирования изолятов. Определены *in vitro* синергетические и антагонистические эффекты сочетанного влияния мятного масла и антибиотиков, перспективных и рекомендованных для каждого изучаемого вида.

Выводы. Выявлена антимикробная активность эфирных масел мяты на тестируемые госпитальные штаммы *Stenotrophomonas maltophilia*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella pneumoniae*, превышающая и усиливающая, в ряде случаев, действие антибиотиков в концентрации 5…105 мкг.

Ключевые слова: эфирное масло мяты, условно-патогенные грамотрицательные микроорганизмы, антибактериальные эффекты, антибиотики, сочетанное действие.

E. F. Semenova, N. N. Markelova, E. B. Shulga,
A. I. Shpichka, E. V. Zhuchenko, M. P. Marchenko

INFLUENCE OF ESSENTIAL OILS ON MICROORGANISMS BELONGING TO DIFFERENT TAXONS IN COMPARISON WITH MODERN ANTIBIOTICS. REPORT II: EFFECTS OF MINT OIL WITH DIFFERENT COMPONENT COMPOSITIONS ON SOME GRAM-NEGATIVE BACTERIA

Abstract.

Background. In recent years the search of essential oils, which can be used to treat human infections, has been in progress mainly because of the appearance of resistant bacteria and the slow development of new antibiotics. The aim of the research is to study antibacterial effects of mint oil on some opportunistic Gram-negative bacteria in comparison with antibiotics.

Material and methods. The 4 species of the opportunistic Gram-negative bacteria were studied. The antibiotic susceptibility to the antibiotics (15 drugs) and the mint oil (5 breeds) was determined by the disk-diffusion method.

Results. The performed estimation has revealed the prevalence of bactericidal action of the mint oils with different component compositions on the tested hospital strains. The antibiotics showed the bacteriostatic and bactericidal effects on the studied cultures, in some cases there was an absence of isolates inhibition. The synergetic and antagonistic effects of complex action - perspective and recommended for each studied species – were determined *in vitro* for the mint oil and the antibiotics.

Conclusions. The authors revealed the antimicrobial activity of the mint oils on the tested hospital strains of *Stenotrophomonas maltophilia*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella pneumonia,* which exceeds and in some cases enhances the effect of antibiotics (concentrations 5...105 μg).

Key words: mint oil, opportunistic Gram-negative microorganisms, antibacterial effects, antibiotics, complex action.

Введение

В последние годы наблюдается растущий интерес к использованию различных природных веществ с антимикробным действием. Эфирные масла – продукты вторичного метаболизма, содержащие множество летучих соединений, таких как терпены и терпеноиды, фенольные производные, ароматические и алифатические компоненты. Антимикробные свойства эфирных масел (тимьяна, душицы, мяты, корицы, шалфея, гвоздики и др.) были известны на протяжении многих столетий. В настоящее время установлено, что большинство из них являются антиоксидантами и находят свое применение в фармацевтической, санитарной, косметической, сельскохозяйственной и пищевой промышленности [1, 2]. Показана эффективность ЭМ в отношении пищевых патогенов (*Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* O157:H7, *Shigella dysenteria, Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*), микроорганизмов кишечного (*Clostridium difficile*, *C. perfringens*, *Faecalibacterium prausnitzii*) и респираторного трактов (*S. pneumoniae*, *H. Influenza*, *M. catarrhalis*) [3–5]. В связи с усилением тенденции появления резистентных бактерий как во внутрибольничной, так и во внебольничной среде и медленным прогрессом в разработках новых антибиотиков ведется поиск ЭМ, которые могут быть предложены для борьбы с бактериальными инфекциями, включая ингибирование биопленок [3]. В настоящее время наиболее значимыми с точки зрения устойчивости к антибактериальным препаратам являются грамотрицательные условно-патогенные бактерии: *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinecobacter spp.*, *Klebsiella pneumoniae*, *Stenotrophomonas maltophilia*, в отношении которых ведется поиск альтернативных веществ с антимикробным действием, в том числе эфирных масел. Были описаны клинические изоляты *S. maltophilia*, устойчивые к фосфомицину, имипенему, пиперациллину

и азтреонаму, при этом проявляющие чувствительность к маслам корицы, тмина и гвоздики [6, 7]. Эти исследования свидетельствуют о широких потенциальных возможностях использования эфирных масел как антимикробных агентов.

Целью нашего исследования является изучение антибактериальных эффектов мятного масла в сравнении с антибиотиками на некоторые условно-патогенные грамотрицательные бактерии.

Материалы и методы

Объектами тестирования служили четыре госпитальных штамма условно-патогенных грамотрицательных бактерий: *Stenotrophomonas maltophilia*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella pneumoniae* – ведущих микроорганизмов в структуре биоценозов отделений реанимации и интенсивной терапии, устойчивых ко многим антибиотикам [8]. Выделение культур осуществляли традиционными методами на простых питательных средах с последующим определением морфологических и культуральных признаков [9]. Биохимическая идентификация бактерий проводилась на тест-системах производства BioMerieux.

Определение чувствительности к антибиотикам и эфирным маслам проводилось диско-диффузионным методом (диаметр диска 6 мм) на агаре Мюллера – Хинтона производства OXOID. Инокулюм микроорганизмов соответствовал 0,5 единицы мутности по Мак-Фарланду. Режим культивирования 35 ± 1 °С, 18 ± 2 ч. В исследование были включены различающиеся по компонентному составу эфирные масла мяты сортов Заграва (МЗ), Украинская перечная (МУП), Прилукская карвонная (МПК), Оксамитовая (МО), Бергамотная (МБ) с содержанием действующих веществ 10…100 мкг/диск и современные антибактериальные препараты. Использовались коммерческие диски производства OXOID: левофлоксацин 5 мкг, триметоприм/сульфометоксазол 25 мкг, хлорамфеникол 30 мкг, цефтазидим 10 мкг, меропенем 10 мкг, ципрофлоксацин 5 мкг, азтреонам 30 мкг, амикацин 30 мкг, имипенем 10 мкг, нетилмицин 10 мкг, эртапенем 10 мкг, цефепим 30 мкг, тикарциллин/клавуланат 85 мкг, тигециклин 15 мкг, цефоперазон/сульбактам 105 мкг.

Наборы антибиотиков для каждого вида микроорганизмов формировались в соответствии с рекомендациями *European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing* (*EUCAST*) и *Clinical and Laboratory Standards Institute* (*CLSI*) для каждого вида бактерий [10, 11].

Массовая доля компонентов в изучаемых эфирных маслах определялась методом газожидкостной хроматографии [12].

Экспериментальный материал был обработан статистически с применением пакета Statistica [13].

Результаты и обсуждение

Эфирные масла мяты сортов Заграва, Украинская перечная, Прилукская карвонная, Оксамитовая, Бергамотная различаются набором составляющих компонентов и их количественным соотношением (табл. 1).

Таблица 1

Компонентный состав исследуемых образцов эфирного масла мяты

Сорт	Массовая доля основных компонентов, %							
	в ментолсинтезирующих сортах				в нементольных сортах			
	Ментон	Изоментон	Свободный ментол	Общий ментол	Линалоол	Линалил-ацетат	Карвон	Лимонен
Заграва	7,0	5,3	64,9	72,9	–	–	–	2,2
Украинская перечная	22,0	7,0	25,2	31,7	–	–	–	3,3
Прилукская карвонная	–	–	–	–	–	–	51,5	23,5
Оксамитовая	–	–	–	–	81,6	5,1	–	0,5
Бергамотная	–	–	–	–	68,4	15,6	–	0,1

Проведенный сравнительный анализ антимикробных эффектов эфирных масел различных сортов мяты и антибактериальных препаратов в отношении госпитальных изолятов грамотрицательных бактерий выявил преобладание бактерицидного действия изученных масел, в ряде случаев сопоставимое со значениями ингибирования культур антибиотиками. В некоторых сочетаниях мятных масел с антибактериальными препаратами определены *in vitro* явления синергетического и антагонистического взаимодействия.

В отношении *S. maltophilia* эфирные масла сортов мяты, включенные в исследование, проявляли бактерицидное действие, либо антимикробный эффект отсутствовал (рис. 1). Средние значения зон ингибирования бактериальной культуры под влиянием ЭМ мяты возрастали в ряду МУП < МПК< < МБ < МЗ < МО (табл. 2).

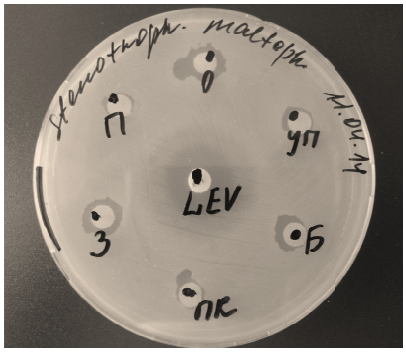


Рис. 1. Чувствительность *S. maltophilia* к эфирным маслам мяты сортов: Заграва (З), Украинская перечная (УП), Прилукская карвонная (ПК), Оксамитовая (О), Бергамотная (Б) и антибиотику левофлоксацину (LEV)

Бактерицидное действие ЭМ МУП определено в восьми случаях из 14 (57,14 %); МПК – в 13 из 14 (92,85 %); МБ – в 12 из 14 (85,71 %); МЗ – в 14 из 14 (100,0 %); МО – в 14 из 14 (100,0 %).

Таблица 2

Антибактериальная активность эфирных масел мяты
в отношении *Stenotrophomonas maltophilia*

Название субстанции или их сочетание	Зона задержки роста, мм		Коэффициент вариации, %
	lim	X ± Sx	V
Триметоприм/сульфометоксазол (SXT)	15,0…26,0	21,8 ± 3,0	14,0
Тигециклин (TGC)	21,0...28,0	24,0 ± 2,3	9,8
Левофлоксацин (LEV)	14,0...35,0	24,0 ± 7,7	32,1
Тикарциллин/клавуланат (TIM)	10,0...12,0	11,0 ± 0,6	5,7
Хлорамфеникол (C)	7,0...9,0	7,9 ± 0,8	10,7
ЭМ МПК	6,0...10,0	7,7 ± 1,8	23,7
ЭММЗ	7,0...11,0	8,4 ± 2,4	28,7
ЭМ МБ	6,0...11,0	7,8 ± 1,2	10,6
ЭММО	7,0...15,0	8,5 ± 1,8	21,7
ЭММУП	6,0...8,0	6,7 ± 0,6	8,9
SXT + МБ	7,0...18,0	12,0 ± 4,6	38,6
SXT + МО	15,0...19,0	17,0 ± 1,4	8,3
SXT + МУП	18,0...23,0	19,7 ± 2,0	10,4
TGC + МБ	15,0...26,0	21,7 ± 5,4	24,9
TGC + МО	17,0...27,0	22,0 ± 3,8	17,3
TGC + МУП	19,0...25,0	22,7 ± 2,3	10,0
МБ + LEV	15,0...17,0	15,7 ± 0,9	6,0
МО + LEV	13,0...19,0	16,2 ± 2,4	14,7
МУП + LEV	15,0...17,0	16,0 ± 1,0	6,2
TIM + МБ	9,0...11,0	10,0 ± 0,7	7,0
TIM + МО	11,0...14,0	12,25 ± 1,1	8,9
TIM + МУП	10,0...13,0	11,5 ± 1,1	9,7
C + МБ	9,0	9,0 ± 0,0	0,0
C + МО	10,0...11,0	10,7 ± 0,8	7,3
C + МУП	9,0...13,0	11,0 ± 2,0	18,2

Активность мятных масел была сопоставима с действием хлорамфеникола, диаметр ингибирования культуры *S. maltophilia* тикарциллином/клавуланатом всего в 1,3 раза превышал зону подавления, образованную маслом мяты Оксамитовой. Остальные антибактериальные препараты (триметоприм/сульфометоксазол, левофлоксацин, тигециклин) оказывали выраженное антимикробное действие на изолят.

Несмотря на неравномерное распределение масел в агаровой среде, коэффициенты вариации (< 30 %) зон ингибирования характеризовали бактерицидность масел мяты в отношении изолятов *S. maltophilia* как показатель с умеренным варьированием. Взаимодействие хлорамфеникола с маслами МУП, МБ, МО привело к усилению антибактериального эффекта против *S. maltophilia* на 28,2, 12,2, 26,2 % соответственно; также был выявлен синергизм в сочетаниях тикарциллин/клавуланат + МУП (увеличение зоны подавления на 4,3 %) и тикарциллин/клавуланат + МО (на 10,2 %). Между эфир-

ными маслами МУП, МБ, МО и триметопримом/сульфометоксазолом, левофлоксацином и тигециклином, напротив, взаимоотношения характеризовались как антагонистические, проявляющиеся сокращением зон ингибирования культуры (см. табл. 2).

Определение действия эфирных масел мяты на *Pseudomonas aeruginosa* выявило очень незначительный бактерицидный эффект, при этом среднее значение диаметра подавления роста микроорганизма, выявленное у МПК, превышало размер диска максимально на 1,1 мм (рис. 2). По сравнению с зонами ингибирования роста культуры антибиотиками средние значения зон, образованных маслами мяты, были меньше (табл. 3).

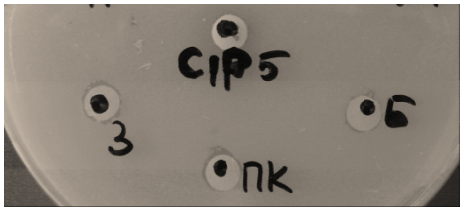


Рис. 2. Чувствительность *P. aeruginosa* к эфирным маслам мяты сорта: Заграва (З), Прилукская карвонная (ПК), Оксамитовая (О), Бергамотная (Б) и антибиотику ципрофлоксацину (CIP)

Таблица 3

Антибактериальная активность эфирных масел мяты в отношении *Pseudomonas aeruginosa*

Название субстанции или их сочетания	Зона задержки роста, мм		Коэффициент вариации, %
	lim	X ± Sx	V
1	2	3	4
Ципрофлоксацин (CIP)	7,0...9,0	8,0 ± 0,7	8,75
Цефепим (FEP)	14,0...15,0	14,5 ± 0,5	3,4
Меропенем (MEM)	6,0...17,0	12,0 ± 4,0	33,3
Амикацин (АК)	8,0...21,0	16,3 ± 5,2	31,9
Цефтазидим (CAZ)	6,0...15,0	11,3 ± 3,8	33,6
ЭМ МПК	6,0...15,0	7,1 ± 1,9	26,8
ЭМ МЗ	6,0...11,0	6,8 ± 1,5	22,0
ЭМ МБ	6,0...9,0	6,7 ± 0,8	12,3
ЭМ МО	6,0...8,0	6,3 ± 0,8	12,9
ЭМ МУП	6,0...9,0	6,6 ± 0,8	12,1
CIP + МУП	6,0	6,0 ± 0,0	0,0
CIP + МБ	7,0	7,0 ± 0,0	0,0
CIP + МО	6,0...7,0	7,7 ± 1,1	14,3
FEP + МУП	6,0	6,0 ± 0,0	0,0
FEP + МБ	14,0	14,0 ± 0,0	0,0
FEP + МО	14,0	14,0 ± 0,0	0,0
MEM + МУП	7,0	7,0 ± 0,0	0,0
MEM + МБ	6,0	6,0 ± 0,0	0,0
MEM + МО	6,0...17,0	14,4 ± 4,7	32,6

Окончание табл. 3

1	2	3	4
АК + МУП	8,0	8,0 ± 0,0	0,0
АК + МБ	8,0	8,0 ± 0,0	0,0
АК + МО	8,0...19,0	16,4 ± 4,4	26,8
CAZ МУП	6,0	6,0	0,0
CAZ МБ	6,0	6,0	0,0
CAZ + МО	6,0...14,0	16,5 ± 6,5	39,7

Бактерицидное действие ЭМ МПК на *P. aeruginosa* было выражено в 11 определениях из 18 (61,11 %), ЭМ МЗ – в 11 из 19 (57,89 %), ЭМ МБ – в 10 из 19 (52,63 %), ЭМ МО – в 10 из 19 (52,63 %); в остальных случаях мятные масла не проявили активности в отношении изолята, визуально роста культуры не наблюдалось.

Усиление антибактериального эффекта при действии комбинации антибиотик + МО на *P. aeruginosa* было выявлено у меропенема – на 16,6 %, цефтазидима – на 31,5 %. В этих сочетаниях отмечалось и сильное варьирование признака, возможно, сопряженное со значительным диапазоном значений зон ингибирования культуры этими антибиотиками. Масла МУП, МЗ способствовали снижению бактерицидного действия меропенема и цефтазидима на изолят. Также уменьшали свою антибактериальную активность ципрофлоксацин, амикацин и цефепим при взаимодействии с маслами МУП, МЗ, МО, за исключением комбинации АК + ММО, где средний диаметр ингибирования был сопоставим с соответствующим значением АК.

Результаты анализа чувствительности показали, что эфирные масла мяты проявили антимикробную активность в отношении *A. baumannii*, которая в 1,2–1,4 раза превысила действие большинства исследованных антибиотиков (табл. 4). Зоны подавления роста культуры образцами мятных масел характеризовались неправильной формой, неровными краями вследствие неравномерной диффузии в плотную среду, при этом границы бактерицидного действия были хорошо различимы (рис. 3).

Таблица 4

Антибактериальная активность антибиотиков и эфирных масел мяты в отношении *Acinetobacter baumannii*

Название субстанции или их сочетания	Зона задержки роста, мм		Коэффициент вариации, %
	lim	X ± Sx	V
1	2	3	4
Цефтазидим (CAZ)	6,0	6,0 ± 0	0,0
Цефепим (FEP)	6,0...11,0	7,5 ± 2,1	28,5
Цефоперазон/сульбактам (SCF)	12,0...21,0	15,1 ± 2,7	17,9
Азтреонам (ATM)	6,0	6,0 ± 0,0	0,0
Ципрофлоксацин (CIP)	6,0	6,0 ± 0,0	0,0
Тигециклин (TGC)	12,0...17,0	13,9 ± 1,6	11,7
Имипенем (IPM)	6,0	6,0 ± 0,0	0,0

Окончание табл. 4

1	2	3	4
Меропенем (MEM)	6,0	6,0 ± 0,0	0,0
Нетилмицин (NET)	6,0	6,0 ± 0,0	0,0
Амикацин (АК)	6,0	6,0 ± 0,0	0,0
ЭМ МПК	6,0...11,0	7,5 ± 1,4	18,7
ЭМ МЗ	6,0...14,0	8,6 ± 2,3	27,0
ЭМ МБ	6,0...10,0	7,3 ± 1,2	16,6
ЭМ МО	6,0...14,0	7,9 ± 2,0	25,9
ЭМ МУП	6,0...14,0	7,7 ± 1,9	24,2

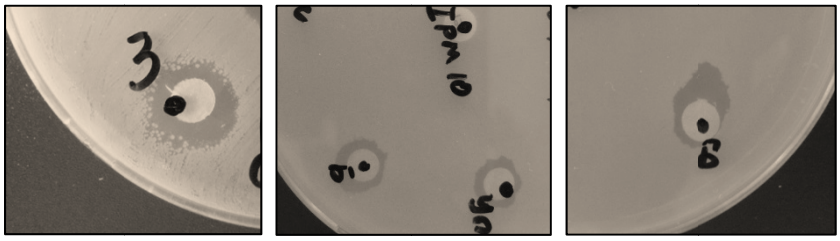


Рис. 3. Чувствительность *A. baumannii* к эфирным маслам мяты: Заграва (З), Украинская перечная (УП), Бергамотная (Б), антибиотику имипенему 10 мкг (IPM 10)

Масло мяты сорта Заграва более интенсивно, чем другие сорта, подавляло рост *A. baumannii*. Коэффициенты вариации зон ингибирования изолята не превысили 30 %, следовательно, полученные значения антибактериального действия масел мяты являются умеренно варьирующими показателями. При тестировании совместного действия антибиотиков и масел МЗ, МБ и МО методом двойных дисков отмечалось усиление действия цефтазидима, азтреонама, ципрофлоксацина, имипенема, меропенема, нетилмицина, амикацина (табл. 5).

Таблица 5

Антибактериальная активность эфирных масел мяты в сочетании с антибиотиками в отношении *Acinetobacter baumannii*

Название субстанции или их сочетания	Зона задержки роста, мм		Коэффициент вариации, %
	lim	X ± Sx	V
1	2	3	4
МЗ + CAZ	8,0...9,0	8,3 ± 0,5	5,7
МБ + CAZ	6,0...7,0	6,5 ± 0,4	6,3
МО + CAZ	6,0...9,0	7,6 ± 1,1	14,4
МЗ + FEP	9,0...10,0	9,3 ± 0,5	5,0
МБ + FEP	6,0...11,0	8,8 ± 1,9	21,9
МО + FEP	6,0...8,0	7,3 ± 0,9	12,9
МЗ + SCF	9,0...15,0	12,0 ± 2,2	18,6
МБ + SCF	12,0...17,0	15,0 ± 2,2	14,4
МО + SCF	8,0...15,0	12,3 ± 2,6	21,1

Окончание табл. 5

1	2	3	4
МЗ + ATM	7,0...13,0	9,0 ± 2,3	26,0
МБ + ATM	6,0...8,0	7,0 ± 0,7	10,1
МО + ATM	6,0...10,0	8,8 ± 1,5	16,7
МЗ + CIP	8,0...14,0	9,8 ± 2,5	25,5
МБ + CIP	6,0...7,0	6,6 ± 0,5	7,0
МО + CIP	6,0...9,0	7,0 ± 1,0	14,3
МЗ + TGC	9,0...11,0	10,2 ± 0,5	4,9
МБ + TGC	7,0...14,0	9,6 ± 3,0	32,0
МО + TGC	9,0...14,0	11,5 ± 2,0	17,9
МЗ + IPM	7,0...10,0	8.3 ± 1,2	15,0
МБ + IPM	6,0...7,0	6,6 ± 0,5	7,1
МО + IPM	6,0...13,0	8,8 ± 2,0	23,9
МЗ + MEM	10,0...18	13,25 ± 2,9	22,2
МБ + MEM	6,0...15,0	10,5 ± 4,0	38,4
МО + MEM	6,0...16,0	12,2 ± 3,5	29,0
МЗ + NET	9,0...17,0	15,25 ± 4,0	26,4
МБ + NET	6,0...17,0	11,25 ± 4,8	42,8
МО + NET	6,0...19,0	11,9 ± 4,7	39,1
МЗ + АК	8,0...14,0	10,6 ± 2,5	23,4
МБ + АК	6,0...7,0	6,6 ± 0,5	7,0
МО + АК	6,0...16,0	11,0 ± 3,8	34,6

Наибольшие синергетические эффекты с антибиотиками показало масло Загравы с максимальным проявлением в паре МЗ + NET, где диаметр зоны подавления в 2,5 раза превысил соответствующее значение у NET. Сочетание масел МЗ, МБ и МО с тигециклином, цефоперазоном/сульбактамом демонстрировало уменьшение зон ингибирования культуры по сравнению с субстанциями данных антибиотиков: максимально в парах МЗ + SCF – в 1,6 раз и МБ + TGC – в 1,4 раза (рис. 4).

Рис. 4. Чувствительность *A. baumannii* к эфирным маслам мяты и антибиотикам: нетилмицин 10 мкг (NET 10), NET 10 + Заграва (З) (NET + З), NET 10 + Оксамитовая (О) (NET + О), амикацин 30 мкг (АК 30), (АК 30) + (З), (АК 30) + (О), тигециклин 15 мкг (TGC 15), (TGC 15) + (З), (TGC 15) + (О)

Проявление бактерицидного действия мятного масла и его синергетические эффекты с препаратами антибиотиков в отношении полирезистентного изолята *A. baumannii* могут способствовать преодолению устойчивости микроорганизма, снижению максимальных доз антибактериальных препаратов.

Бактерицидное действие карвонного масла МПК на *K. pneumoniae* проявилось в 11 определениях из 17 (64,70 %) и отсутствие эффекта – в шести из 17 (35,29 %). Линалоольно-линалилацетатное масло сорта Бергамотная в 16 из 17 случаев (94,11 %) показало бактерицидный эффект и в одном из 17 (5,88 %) – отсутствие эффекта. Линалоольное масло сорта Оксамитовая в 13 из 16 образцов влияло бактерицидно (81,25 %), эффект отсутствовал в трех из 16 (18,75 %) проб. Для высокоментольного масла сорта Заграва соответствующие показатели: 16 из 17 (94,11 %) и один из 17 (5,88 %). Масло Украинской перечной с умеренным содержанием ментола в 15 из 17 случаев проявило бактерицидность (88,23 %), и в двух из 17 (11,76 %) эффект отсутствовал (рис. 5, табл. 6).

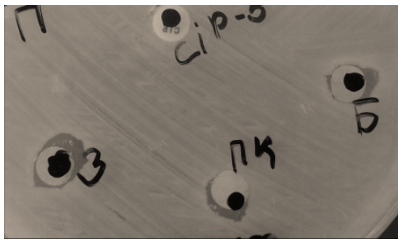


Рис. 5. Чувствительность *K. pneumoniae* к эфирным маслам мяты различных сортов и антибиотикам: Заграва (З), Прилукская карвонная (ПК), Бергамотная (Б), ципрофлоксацин 5 мкг (CIP 5)

Таблица 6

Антибактериальная активность эфирных масел мяты в отношении *Klebsiella pneumoniae*

Название субстанции или их сочетания	Зона задержки роста, мм		Коэффициент вариации, %
	lim	X ± Sx	V
1	2	3	4
Ципрофлоксацин (CIP)	6,0...7,0	6,1 ± 0,3	4,9
Тигециклин (TGC)	10,0...22,0	17,3 ± 3,2	18,5
Эртапенем (ETP)	20,0...25,0	22,4 ± 1,7	7,6
Цефепим (FEP)	9,0...11,0	10,0 ± 1,0	10,0
Амикацин (АК)	17,0	17,0 ± 0,0	0,0
ЭМ МПК	6,0...11,0	6,8 ± 1,2	17,6
ЭМ МЗ	6,0...15,0	7,8 ± 2,2	28,2
ЭМ МБ	6,0...11,0	7,2 ± 1,2	16,7
ЭМ МО	6,0...10,0	7,0 ± 1,0	14,3
ЭМ МУП	6,0...13,0	7,8 ± 2,8	35,9
МО + CIP	6,0...11,0	8,0 ± 1,9	23,7
МУП + TGC	13,0...15,0	14,0 ± 1,0	7,1
МБ + TGC	12,0...13,0	12,5 ± 0,5	4,0
МО + TGC	13,0...17,0	15,0 ± 1,6	10,7
МУП + ETP	22,0...23,0	22,5 ± 0,5	2,2
МБ + ETP	22,0	22,0 ± 0,0	0,0
МО + ETP	20,0...22,0	20,8 ± 0,7	3,4

Окончание табл. 6

1	2	3	4
МУП + FEP	11,0...12,0	11,5 ± 0,5	4,35
МБ + FEP	9,0...11,0	10,0 ± 1,0	10,0
МО + FEP	11,0	11,0 ± 0,0	0,0
МУП + АК	15,0...17,0	16,0 ± 1,0	6,2
МБ + АК	15,0...16,0	15,5 ± 0,5	3,2
МО + АК	16,0...17,0	16,5 ± 0,5	3,0

Масла МУП, МБ и МО способствовали незначительному снижению антимикробного действия тигециклина, эртапенема и амикацина на изолят с максимальным уменьшением на 27,7 % в паре МБ + TGC. Усиление антибактериального эффекта антибиотиков отмечалось в сочетаниях МО + CIP на 23,8 %, МУП + FEP – 13,0 %, МО + FEP – 9,0 %.

Данное исследование выявило бактерицидное действие мятных масел на *K. pneumoniae*, при этом зоны подавления роста микроорганизма различными сортами мяты незначительно различались в пределах от 6,8 до 7,8 мм и уступали в значениях большинству антибактериальных препаратов.

Заключение

Проведенное исследование продемонстрировало, что на все изученные штаммы микроорганизмов эфирные масла мяты оказывали бактерицидное действие, наибольшую активность они проявили в отношении *Stenotrophomonas maltophilia* и *Acinetobacter baumannii*, особенно масла мяты сортов Оксамитовой, Заградвы и Бергамотной. Минимальные антибактериальные эффекты мятных масел отмечались на изолятах *Klebsiella pneumoniae* и *Pseudomonas aeruginosa*. Против *Klebsiella pneumoniae* наиболее эффективное действие оказали Заграва и Прилукская карвонная, на *Pseudomonas aeruginosa* – Заграва и Оксамитовая.

Мятные масла исследованных сортов включают большое число компонентов, и вероятно, что последние, определяя механизм действия на бактериальные клетки, могут по-разному влиять на конкретные виды микроорганизмов. Высокоментольный сорт Заграва превосходил в ряде случаев антибактериальную активность нементольных сортов мяты Оксамитовая и Бергамотная, содержащих линалоол и линалилацетат, и Прилукская карвонная, главным компонентом эфирного масла которой является карвон.

Наиболее значительные антагонистические взаимодействия сочетания антибиотических препаратов и мятных масел выявлены на культурах *P. aeruginosa* и *K. pneumoniae.* Напротив, усиление антимикробных эффектов антибиотиков в присутствии масел мяты отмечали у *S. maltophilia* и *A. baumannii.* Тигециклин под влиянием субстанций мятных масел во всех определениях уменьшал зону ингибирования изолятов тестируемых бактерий. В большинстве случаев синергизм наблюдался между аминогликозидами, β-лактамными антибиотиками и эфирными маслами мяты. Вероятно, они усиливают проникновение антибиотиков в микробную клетку и тем самым могут рассматриваться как компоненты, способные уменьшить дозы антибиотиков. Полученные результаты исследования свидетельствуют о необходимости даль-

нейшего изучения мятных масел для разработки более эффективных антимикробных препаратов с новыми механизмами действия, включающих компоненты эфирных масел.

Список литературы

1. **Kalemba, D.** Antibacterial and Antifungal Properties of Essential Oils D. Kalmia, A. Kunicka / D. Kalemba // Current Medicinal Chemistry. – 2003. – Vol. 10. – P. 813–829.
2. **Bakkalia, F.** Biological effects of essential oils – A review / F. Bakkalia, S. Averbecka, D. Averbecka, M. Idaomar // Food and Chemical Toxicology. – 2008. – Vol. 46, is. 2. – P. 446–475.
3. **Khan, M. S. A.** Inhibition of quorum sensing regulated bacterial functions by plant essential oils with special reference to clove oil / M. S. A. Khan, M. Zahin, S. Hasan, F. M. Husain, I. Ahmad // Letters in Applied Microbiology. – 2009. – Vol. 49, is. 3. – P. 354–360.
4. **Thapa, D.** Sensitivity of pathogenic and commensal bacteria from the human colon to essential oils / D. Thapa, R. Losa, B. Zweifel, R. J. Wallace // Microbiology. – 2012. – Vol. 158, № 11. – P. 2870–2877.
5. Essential oils of aromatic plants with antibacterial, antifungal, antiviral, and cytotoxic properties an overview / eds. J. Reichling, P. Schnitzler, U. Suschke, R. Saller // Forschende Komplementär medizin [Research in Complementary Medicine]. – 2009. – № 16. – P. 79–90.
6. **Brooke, J. S.** *Stenotrophomonas maltophilia*: an Emerging Global Opportunistic Pathogen / J. S. Brooke // Clinical Microbiology Reviews. – 2012. – № 25 (1). – P. 2–41.
7. **Giamarellou, H.** Multidrug-resistant Gram-negative bacteria: how to treat and for how long / H. Giamarellou // International J. of Antimicrobial Agents. – 2010. – Vol. 36, suppl. 2. – P. 50–54.
8. **Маркелова, Н. Н.** Микробиологический мониторинг *Pseudomonas aeruginosa* в отделениях реанимации и интенсивной терапии / Н. Н. Маркелова, Е. Ф. Семенова // Материалы 78-й итоговой студ. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 95-летию со дня рождения проф. Ю. М. Лубенского (22–25 апреля 2014 г.). – Красноярск : Тип. КрасГМУ, Версо, 2014. – С. 391–393.
9. Определение грамотрицательных потенциально патогенных бактерий – возбудителей внутрибольничных инфекций : метод. рекомендации. – М., 1986. – 36 с.
10. Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters Version 4.0, valid from 2014-01-01 // European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST). – 2014.
11. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Twenty-Third Informational Supplement M100-S23 // Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). – 2013.
12. Биохимические методы анализа эфиромасличных растений и эфирных масел : сб. науч. тр. – Симферополь, 1972. – 108 с.
13. **Трухачева, Н. В.** Математическая статистика в медико-биологических исследованиях с применением пакета *Statistica* / Н. В. Трухачева. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 384 с.

References

1. Kalemba D. *Current Medicinal Chemistry*. 2003, vol. 10, p. 813–829.
2. Bakkalia F., Averbecka S., Averbecka D., Idaomar M. *Food and Chemical Toxicology*. 2008, vol. 46, is. 2, pp. 446–475.
3. Khan M. S. A., Zahin M., Hasan S., Husain F. M., Ahmad I. *Letters in Applied Microbiology*. 2009, vol. 49, is. 3, pp. 354–360.
4. Thapa D., Losa R., Zweifel B., Wallace R. J. *Microbiology*. 2012, vol. 158, no. 11, pp. 2870–2877.

5. Eds. J. Reichling, P. Schnitzler, U. Suschke, R. Saller *Forschende Komplementär medizin* [Research in Complementary Medicine]. 2009, no. 16, pp. 79–90.
6. Brooke J. S. *Clinical Microbiology Reviews*. 2012, no. 25 (1), pp. 2–41.
7. Giamarellou H. *International J. of Antimicrobial Agents*. 2010, vol. 36, suppl. 2, pp. 50–54.
8. Markelova N. N., Semenova E. F. *Materialy 78-y itogovoy stud. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem, posvyashch. 95-letiyu so dnya rozhdeniya prof. Yu. M. Lubenskogo (22–25 aprelya 2014 g.)* [Proceedings of 78th concluding student scientific and practical conference with international participation commemorating 95th jubilee of professor Yu. M. Lubensky (22–25 April, 2014)]. Krasnoyarsk: Tip. KrasGMU, Verso, 2014, pp. 391–393.
9. *Opredelenie gramotritsatel'nykh potentsial'no patogennykh bakteriy – vozbuditeley vnutribol'nichnykh infektsiy: metod. rekomendatsii* [Determination of gram-negative potentially pathogenic bacteria causing nosocomial infections: recommended practice]. Moscow, 1986, 36 p.
10. *European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST)*. 2014.
11. *Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI)*. 2013.
12. *Biokhimicheskie metody analiza efiromaslichnykh rasteniy i efirnykh masel: sb. nauch. tr.* [Biochemical methods of analyzing essential oil plants and essential oils: collected papers]. Simferopol, 1972, 108 p.
13. Trukhacheva N. V. *Matematicheskaya statistika v mediko-biologicheskikh issledovaniyakh s primeneniem paketa Statistica* [Mathematical statistics in biomedical research using Statistics package]. Moscow: GEOTAR-Media, 2012, 384 p.

Семенова Елена Федоровна
кандидат биологических наук, профессор, старший научный сотрудник, кафедра общей и клинической фармакологии, Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: sef1957@mail.ru

Semenova Elena Fedorovna
Candidate of biological sciences, professor, senior staff scientist, sub-department of general and clinical pharmacology, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Маркелова Наталья Николаевна
соискатель, кафедра общей и клинической фармакологии, Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: nataljamarkelova@yandex.ru

Markelova Natalia Nikolaevna
Applicant, sub-department of general and clinical pharmacology, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Шульга Елена Борисовна
кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, отдел селекции и семеноводства эфиромасличных и лекарственных культур, Институт сельского хозяйства Крыма
(Россия, г. Симферополь, ул. Киевская, 150)

Shulga Elena Borisovna
Candidate of agricultural sciences, senior staff scientist, department of selection and seed growing of essential oil and medicinal cultures, Crimea Institute of Agriculture
(150 Kievskaya street, Simferopol, Russia)

Шпичка Анастасия Иосифовна
кандидат биологических наук, доцент, кафедра общей и клинической фармакологии, Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: ana-shpichka@yandex.ru

Shpichka Anastasia Iosifovna
Candidate of biological sciences, associate professor, sub-department of general and clinical pharmacology, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Жученко Елена Владимировна
студентка, Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: lenochek_zhuchenko@mail.ru

Zhuchenko Elena Vladimirovna
Student, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Марченко Марина Прокофьевна
научный сотрудник, отдел селекции и семеноводства эфиромасличных и лекарственных культур, Институт сельского хозяйства Крыма
(Россия, г. Симферополь, ул. Киевская, 150)

Marchenko Maryna Prokofievna
Research, sub-department of selection and seed growing of essential oil and medicinal cultures, Crimea Institute of Agriculture
(150 Kievskaya street, Simferopol, Russia)

УДК 579.222:(579.842+579.44):615.32:615.33

Семенова, Е. Ф.

Влияние эфирных масел на микроорганизмы различной таксономической принадлежности в сравнении с современными антибиотиками. Сообщение II: Действие мятного масла различного компонентного состава на некоторые грамотрицательные бактерии / Е. Ф. Семенова, Н. Н. Маркелова, Е. Б. Шульга, А. И. Шпичка, Е. В. Жученко, М. П. Марченко // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 4 (8). – С. 5–18.

УДК 574:582.251.62:615.322:633.8

А. В. Митишев, Е. В. Преснякова, Е. Ф. Семенова, М. А. Гурина

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ШТАММОВ ПРОДУЦЕНТА И ИННОВАЦИОННОГО ПРОДУКТА КАК ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ БИОТЕХНОЛОГИИ РЕЗИНОИДА ХЛОРЕЛЛЫ

Аннотация.

Актуальность и цели. Цель – исследование перспективных в отношении накопления биомассы штаммов *Chlorella vulgaris* и анализ инновационного ароматического продукта в сравнении с существующими стандартами.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись суспензионные культуры *Chlorella vulgaris*: штаммы ИФР С-66, ИФР С-111 и BIN. Материалом служила биомасса трех изучаемых штаммов в динамике роста. Использованы общепринятые методики анализа микроводорослей и аромапродуктов.

Результаты. Исследования с культурами *Chlorella vulgaris* ИФР С-111, С-66 и BIN позволили выявить наиболее продуктивный штамм. Сравнительная характеристика резиноидов различного происхождения показала, что практически по всем нормативным показателям они сходны между собой и соответствуют критериям качества, приведенным в ОСТ 18-229-75, CAS No. 9000-50-4; 68606-93-9.

Выводы. Выявлено, что штамм *Chlorella vulgaris* BIN обладает наибольшей биосинтетической активностью: при культивировании в лабораторных условиях в 2–4 раза быстрее накапливает биомассу по сравнению со штаммами ИФР С-66, ИФР С-111. Комплексный анализ аромапродукта свидетельствует о возможности замены резиноида дубового мха резиноидом хлореллы по всем существующим в настоящее время направлениям его применения.

Ключевые слова: резиноид дубового мха, ароматический продукт, штаммы *Chlorella vulgaris*, суспензионная альгокультура, ВЭЖХ-анализ, спектрофотометрический метод.

A. V. Mitishev, E. V. Presnyakova, E. F. Semenova, M. A. Gurina

COMPARATIVE ANALYSIS OF PRODUCER STRAINS AND INNOVATIVE PRODUCTS AS THE MAIN ELEMENTS OF THE BIOTECHNOLOGY OF CHLORELLA RESINOID

Absract.

Background. The main aim of the research is to investigate *Chlorella vulgaris* strains, which are perspective for biomass accumulation, and to analyze an innovative fragrant product in comparison with functional standards.

Materials and methods. The suspension cultures of *Chlorella vulgaris* strains IPP S-66, IPP S-111 and BIN were studied. The biomasses of these 3 strains were studied in dynamics. The methods common for the analysis of suspension microalgal cultures and fragrant products were used.

Results. The study of *Chlorella vulgaris* cultures IPP S-66, IPP S-111 and BIN enables to select the most productive strain. The comparative characteristics of resinoids of different origins show that they are almost similar in accordance with all regulatory parameters, mentioned in OST 18-229-75, CAS No. 9000-50-4; 68606-93-9.

Conclusions. It was revealed that the *Chlorella vulgaris* strain BIN has the highest biosynthetical activity as in the process of its cultivation in laboratory conditions it accumulates the biomass 2–4 times quicker than strains IPP S-66, IPP S-111.

The complex analysis of fragrant products is the evidence of the possibility of the oakmoss resinoid replacement by the chlorella resinoid in all current directions of its application.

Key words: oakmoss resinoid, fragrant product, *Chlorella vulgaris* strains, suspension algal culture, HPLC-analysis, spectrophotometric method.

Введение

Резиноиды – душистые фиксаторы, используемые в качестве отдушек и красителей для пищевых, парфюмерных, косметических продуктов и товаров бытовой химии. Традиционным источником резиноида является «дубовый мох» или виды рода *Evernia* из семейства *Usneaceae*, относящегося к лишайникам *Lichenes* [1]. «Дубовый мох» является малотоннажным видом эфиромасличного и лекарственного растительного сырья. Получение резиноида в мире, в частности в России, по сравнению с концом XX в. снизилось втрое. Причина в том, что ресурсы лишайника в доступных местах быстро исчерпались. В связи с растущим спросом на этот натуральный продукт увеличивается интерес к альтернативным источникам его получения, а именно с применением биотехнологий.

Сравнительная оценка биохимического состава лишайников и микроводорослей указывает на то, что фенольные соединения этих организмов близки по составу [2], и микроводоросли могут являться источником резиноидов. На основе проведенных исследований с культурами микроскопических водорослей представляются особо важными дальнейшее изучение и внедрение в производство видов рода *Chlorella* как экономически целесообразных продуцентов [3, 4].

Виды и формы водорослей, относящиеся к роду *Chlorella*, в основном одноклеточные, мелкие, шаровидные или эллипсоидные. В 1890 г. датским ученым М. У. Бейеринком (Beijerinck) была открыта и классифицирована хлорелла. Некоторые исследователи отмечают 18 видов и форм рода *Chlorella* [5]. В лабораторных условиях в культуре изучены почти все формы и виды, однако в массовой культуре в полупроизводственных и производственных установках испытаны штаммы в основном двух видов, а из них чаще используется вид *Chlorella vulgaris* [6]. Однако не всегда исследователи пользуются штаммами, полученными из той или иной коллекции, в отдельных случаях предпочитают использовать изоляты непосредственно из природы. В окружающей среде представители рода *Chlorella* широко распространены. Их можно обнаружить в водоемах, почве и на коре деревьев. Далеко не все выделенные из природы виды, разновидности или штаммы могут отвечать требованиям производственного культивирования [7]. Для массового культивирования выгодно использовать виды и штаммы с широким экологическим диапазоном и высоким уровнем биосинтетической активности. В связи с этим цель нашей работы: исследование перспективных в отношении накопления биомассы штаммов *Chlorella vulgaris* и анализ инновационного ароматического продукта в сравнении с существующими стандартами.

Материалы и методы

Объектом изучения являлись суспензионные культуры и альгомасса штаммов *Chlorella vulgaris* ИФР С-66, ИФР С-111 и BIN, предварительно высушенная и измельченная.

Особенности формирования альго- и цитоструктур изучали на временных препаратах в соответствии с общепринятыми методиками [8]. Количество клеток определяли в камере Горяева и нефелометрическим методом с использованием фотоколориметра КФК-3.01 (в качестве контроля служит прозрачная жидкая питательная среда для культивирования хлореллы). Мутность суспензии измеряли при длине волны 500 нм (зеленый светофильтр) в 11 последовательных разведениях. Морфологию поверхностных и глубинных культур исследовали под микроскопом БИОМЕД-3 (кратность увеличения 10, 40, 100). Заготовку и сушку сырья проводили в соответствии с общими требованиями Государственной фармакопеи и специальными требованиями для отдельного вида сырья. Его хранили при комнатной температуре (15…25 °С) в соответствии с требованиями ГФ XII [9]. Химический состав сырья и биотехнологические показатели альгокультуры на средах Тамия и Хогланда анализировали общепринятыми методиками [8, 10].

Получение резиноида осуществляли согласно а. с. 1638157 (СССР) [11]. Для количественной оценки аромапродукта использовали методику, изложенную в ГФ XI [12]. Стеролы, триацилглицеролы, жирные кислоты определяли на спектрофотометре СФ-201, хлорофилл – при длинах волн 662 и 642 нм, каротиноиды – при длине волны 452 нм. Глико- и фосфолипиды, витамины анализировали с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на приборе фирмы «Shimadzu» с УФ-фотометрической детекцией [13–16].

Математическая обработка данных проводилась по В. М. Шмидту (1984) и Г. Ф. Лакину (1990), уровень значимости $p = 0,95$ [17, 18].

Результаты и обсуждение

1. Скрининг штаммов *Chlorella vulgaris*, обладающих наибольшей биосинтетической активностью.

Штаммы хлореллы, выделенные из природы, постоянного цикла развития не имеют, в культуре клетки развиваются, как правило, асинхронно. Проведенное сравнительное исследование показало, что цикл развития клеток штамма ИФР № С-111 состоит из следующих фаз. В светлое время суток идет активный процесс фотосинтеза, в результате чего происходит увеличение размеров клеток от 1,7 до 9,2 мкм (с 6 ч утра до 21 ч). Накопление биомассы происходит интенсивно также в световую фазу, взрослые клетки хлореллы шаровидной формы диаметром 5…8 мкм составляют ее основу. Уровень синхронизации деления клеток высок в темновую фазу, как правило, с 22 ч до 4 ч утра. В основном клетки делятся на 2…8 автоспор, очень редко на 16. Утром молодые клетки шаровидной или слабоэллипсоидной формы, размером от 2 до 4 мкм, готовы к фотосинтезу. Указанный цикл развития достаточно стабильный. Развитие не зависит от сезона года или источника освещения. Визуально рост наблюдается на третьи сутки культивирования (рис. 1). Плотность культуры штамма в жидкой питательной среде Хогланда на десятые сутки при естественном освещении, 15-часовом фотопериоде и температуре 25 ± 2 °С составила 20 млн клеток/мл при плотности исходной суспензии in vitro после инокулирования 0,9 млн клеток/мл (табл. 1).

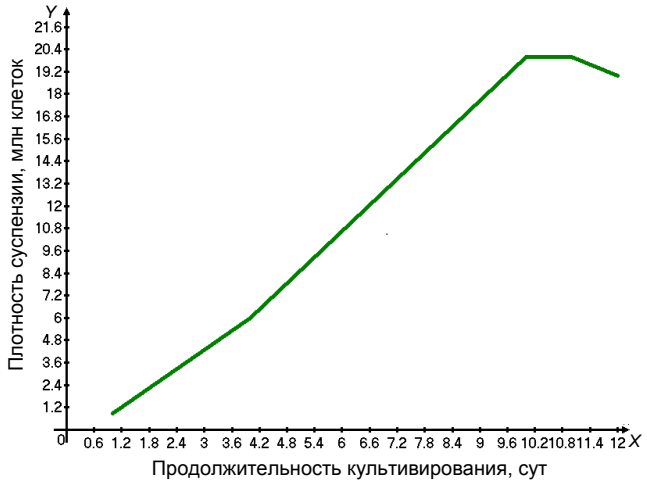


Рис. 1. Кривая роста суспензионной культуры штамма ИФР № С-111

Таблица 1

Плотность клеток штамма ИФР № С-111 в динамике роста и развития

Показатели	Исходная культура	4-суточная культура	10-суточная культура
Количество, 10^6 клеток /мл	0,9	6,1	20
Оптическая плотность, ед.	0,1	0,74	1,25

Штамм ИФР № С-66 также автотрофный. Клетки хлореллы меняют размеры в процессе онтогенеза: в начале фазы ускоренного роста они мелкие и плотные (1,5...2,0 мкм), в фазе М-концентрации они сильно увеличиваются в размерах и могут достигать 8 мкм. Клетка микроводоросли содержит широкий, поясковидный, незамкнутый хлоропласт, представляющий собой чашевидный хроматофор. На рис. 2 представлена кривая роста культуры в течение 12 сут. В условиях in vitro на четвертые сутки плотность клеток достигает 3 млн/мл при исходном количестве 2 млн/мл. На девятые сутки плотность клеток достигает 10 млн/мл (табл. 2).

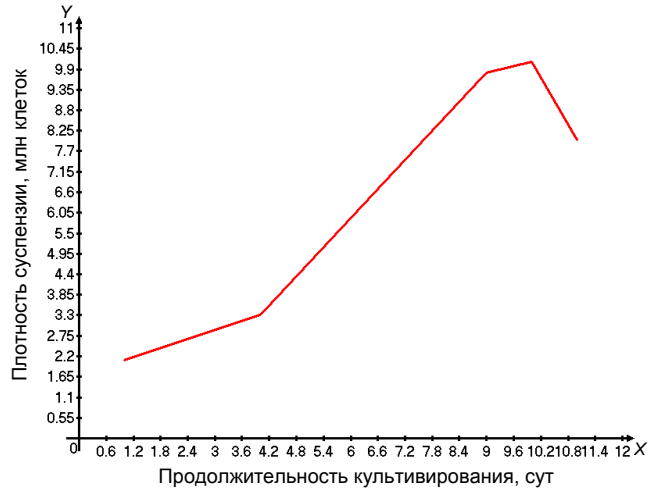


Рис. 2. Кривая роста суспензионной культуры штамма ИФР № С-66

Таблица 2

Плотность клеток штамма ИФР № С-66 в динамике роста и развития

Показатели	Исходная культура	4-суточная культура	10-суточная культура
Количество 10^6 клеток /мл	2,1	3,3	10,1
Оптическая плотность, ед.	0,23	0,36	1,25

Значительный рост штамма *Chlorella vulgaris* BIN при периодическом режиме накопительного выращивания наблюдается на вторые сутки (рис. 3). Штамм не имеет стойкого цикла развития, в культуре развивается асинхронно. Клетки штамма BIN делятся на 4…16, чаще на 4…8 автоспор. Устойчивое развитие не зависит от времени года или источника освещения. В стеклянных сосудах на четвертые сутки плотность клеток достигает 7 млн/мл при исходной плотности 2 млн/мл. На девятые сутки плотность клеток достигает 22 млн/мл (табл. 3).

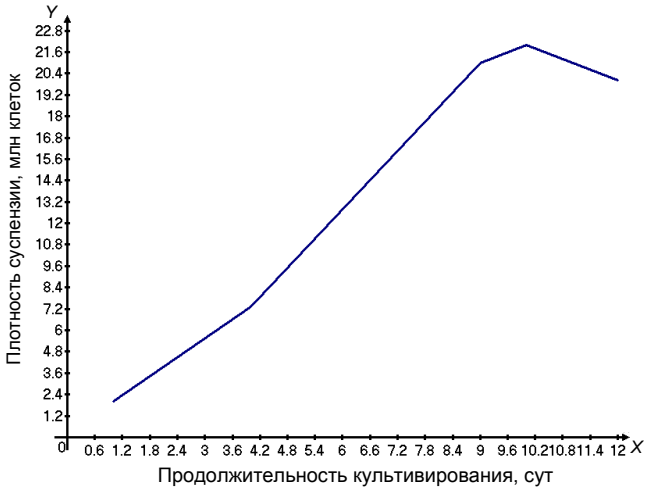


Рис. 3. Кривая роста суспензионной культуры штамма BIN

Таблица 3

Плотность клеток штамма BIN в динамике роста и развития

Показатели	Исходная культура	4-суточная культура	10-суточная культура
Количество 10^6 клеток /мл	2,0	7,3	22,0
Оптическая плотность, ед.	0,23	0,9	2,75

На основе данных нефелометрии суспензионных альгологически чистых культур и их серийных разведений с параллельным подсчетом клеток хлореллы в суспензии была построена калибровочная кривая для изученных штаммов (рис. 4). Данная калибровочная кривая может быть использована для экспресс-анализа количества клеток разных штаммов хлореллы, стандартизации суспензионных культур, полуколичественного определения биомассы с целью прогнозирования выхода ароматического продукта – резиноида хлореллы.

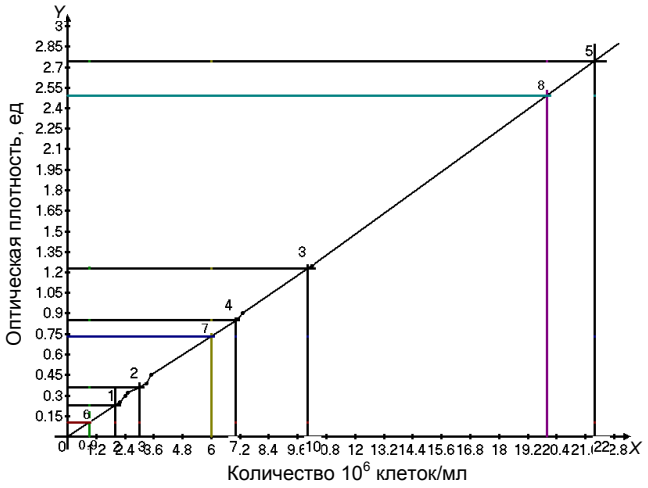


Рис. 4. Калибровочная кривая для определения плотности клеток хлореллы в суспензионной культуре:
1 – исходные культуры штаммов ИФР № С-66 и BIN; *2* – 4-суточная, *3* – 9-суточная культуры штамма ИФР № С-66; *4* – 4-суточная, *5* – 9-суточная культуры штамма BIN; *6* – исходная, *7* – 4-суточная, *8* – 10-суточная культуры штамма ИФР № С-111

2. Анализ инновационного ароматического продукта – резиноида хлореллы.

Как уже отмечалось, инновационный ароматический продукт – резиноид хлореллы – содержит биологически активные соединения. Проведенные исследования показали, что содержание липофильных соединений составляет около 60 %, в том числе глико- и фосфолипиды – 52,40 %, стеролы – 0,03 %, триацилглицеролы – 2,40 %, жирные кислоты – 2,10 %. Содержание витаминов относительно велико, в частности, водорастворимых группы В (B_1, B_2, B_6) – 0,2 %, каротиноидов – до 1,0 %. Содержание растительных пигментов – хлорофиллов *a* и *b* находится в пределах 0,9…2,4 %. Таким образом, впервые показано наличие в компонентном составе резиноида хлореллы комплекса биологически активных липофильных соединений, которое свидетельствует о ценности инновационного ароматического продукта как фармацевтической субстанции.

Ароматический продукт, полученный экстракцией биомассы водорослей, по основным показателям соответствует стандартам: ОСТ 18-229-75, Oakmoss-resinoid CAS No. 9000-50-4; 68606-93-9 (табл. 4).

Таблица 4

Сравнительная характеристика резиноидов различного происхождения

Наименование показателей	Данные анализа		
	резиноида хлореллы	резиноида «дубового мха» (Oakmoss-resinoid)	
		ОСТ 18-229-75	CAS No. 9000-50-4; 68606-93-9
1	2	3	4
1. Внешний вид, цвет	Густая, смолянистая жидкость от темно-зеленого до коричневого цвета	Густая жидкость темно-коричневого цвета	Твердая или вязкая масса темно-коричневого цвета

Окончание табл. 4

1	2	3	4
2. Запах	Приятный смолянистый запах с табачно-травянистой нотой	Сложный приятный смолянистый запах с древесной нотой	Глубокий, древесный, запах мха
3. Кислотное число, КОН мг/г	20…25	20…30	–
4. Эфирное число, КОН мг/г	14…15	15…20	–
5. Сухое вещество, %	30,95	–	–
6. Плотность, г/см^3	0,988	0,980…0,998	–
7. Содержание нерастворимого (в 96 %-м этиловом спирте) осадка, %, не более	6	8	–
8. Содержание смеси воды и этилового спирта, %, не более	17	20	–
9. Содержание летучей части, %, не менее	7	5	–

Заключение

Сравнительный анализ штаммов продуцента и аромапродукта как основных элементов инновационной биотехнологии выявил перспективы развития производства и переработки альгомассы для получения резиноида на основе хлореллы [19, 20].

Результаты исследования с культурами *Chlorella vulgaris* ИФР С-111, ИФР С-66 и BIN дают основание рекомендовать для разрабатываемой технологии наиболее продуктивный штамм в отношении накопления биомассы. Штамм *Chlorella vulgaris* BIN обладает наибольшей биосинтетической активностью, так как при культивировании в лабораторных условиях в 2–4 раза быстрее накапливал биомассу по сравнению со штаммами ИФР С-66, ИФР С-111. Растущие клетки зеленой микроводоросли характеризовались примитивными морфофизиологическими чертами и были лишены узкой функциональной специализации. В экспоненциальной фазе роста их биосинтетическая активность интенсифицировалась. В логарифмической фазе роста доминировали липофильные соединения, в частности, глико- и фосфолипиды. Этот факт заслуживает особого внимания, поскольку хлореллу можно использовать в качестве возобновляемого источника питательных веществ в замкнутой экологической системе [21].

Анализ ароматического продукта современными методами позволил определить количественный и качественный составы биологически активных компонентов резиноида хлореллы. Сравнительная характеристика резиноидов различного происхождения показывает, что практически по всем нормативным показателям они сходны между собой, т.е. резиноид хлореллы соответствует показателям качества, приведенным в ОСТ 18-229-75, и не противоречит данным Oakmoss-resinoid CAS No. 9000-50-4; 68606-93-9. Это свиде-

тельствует в пользу возможности замены резиноида дубового мха резиноидом хлореллы по всем существующим в настоящее время направлениям его применения.

Список литературы

1. Энциклопедический словарь лекарственных растений и продуктов животного происхождения / под ред. Г. П. Яковлева, К. Ф. Блиновой. – СПб. : СпецЛит, Изд-во СПХФА, 2002. – 407 с.
2. **Мельников, С. С.** Хлорелла: физиологически активные вещества и их использование / С. С. Мельников, Е. Е. Мананкина. – Киев : Наука і тэхніка, 1991. – 79 с.
3. **Семенова, Е. Ф.** Некоторые результаты биотехнологии ароматических продуктов / Е. Ф. Семенова, Н. И. Богданов // Инновационные технологии и продукты : сб. тр. – Новосибирск, 2000. – Вып. 4. – С. 9–13.
4. **Шпичка, А. И.** Сравнительная характеристика микроорганизмов, синтезирующих de novo летучие душистые вещества / А. И. Шпичка, Е. Ф. Семенова // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8 (часть 5). – С. 1113–1124.
5. **Андреева, В. М.** Род CLORELLA. Морфология, систематика, принципы классификации / В. М. Андреева. – Л. : Наука, Ленингр. отд., 1975. – 110 с.
6. **Музафаров, А. М.** Культивирование и применение микроводорослей / А. М. Музафаров, Т. Т. Таубаев. – Ташкент : Фан УзССР, 1984. – 136 с.
7. **Владимирова, М. Г.** Интенсивная культура одноклеточных водорослей / М. Г. Владимирова, В. Е. Семененко. – М. : АН СССР, 1962. – 59 с.
8. **Сиренко, Л. А.** Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике / Л. А. Сиренко, А. И. Сакевич, Л. Ф. Осипов [и др.]. – Киев : Наукова думка, 1975. – 247 с.
9. Государственная фармакопея Российской Федерации. Изд. XII. Вып. 1 / Министерство здравоохранения Российской Федерации. – М. : Научный центр экспертизы средств медицинского применения, 2008. – 704 с.
10. **Беляков, К. В.** Методологические подходы к определению биологически активных веществ в лекарственном растительном сырье спектрофотометрическим методом / К. В. Беляков. – М. : Медицина, 2004. – 186 с.
11. А. с. 1638157 СССР. Способ получения резиноида микроводорослей / Бугорский П. С., Родов В. С., Семенова Е. Ф., Клячко-Гурвич Г. Л. (СССР). – Заявл. 22.03.89 (заявка № 4665003 с датой приоритета изобретения 22.03.1989). Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР 01.12.1990. Опубл. 30.03.91, БИ № 12.
12. Государственная фармакопея СССР XI издания. – М. : Медицина, 1989. – Вып. 1. – 336 с.
13. Практикум по микробиологии / под ред. А. И. Нетрусова. – М. : Академия, 2005. – 608 с.
14. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов. – М., 1998. – С. 84–93.
15. **Сливкин, А. И.** Контроль качества экстемпоральных лекарственных форм / А. И. Сливкин, Н. П. Садчикова. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2003. – 264 с.
16. **Сливкин, А. И.** Физико-химические и биологические методы оценки качества лекарственных средств / А. И. Сливкин, В. Ф. Селеменев, Е. А. Суховерхова. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1999. – 368 с.
17. **Шмидт, В. М.** Математические методы в ботанике / В. М. Шмидт. – Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.
18. **Лакин, Г. Ф.** Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М. : Высш. шк., 1990. – 352 с.
19. **Богданов, Н. И.** Перспективы культивирования хлореллы в Таджикистане / Н. И. Богданов // Микробиология и генетика – теоретическая основа научно-технического прогресса : тез. докл. конф. – Душанбе : Дониш, 1984. – С. 5–6.

20. **Карпов, А. М.** Разработка промышленных линий для производства и переработки микроводорослей / А. М. Карпов, О. Н. Альбицкая // Биотехнология. – 1989. – Т. 5, № 3. – С. 376–380.
21. **Верещагин, А. Г.** Липиды в жизни растений (66-е Тимирязевские чтения) / А. Г. Верещагин. – М. : Наука, 2007. – 78 с.

References

1. *Entsiklopedicheskiy slovar' lekarstvennykh rasteniy i produktov zhivotnogo proiskhozhdeniya* [Encyclopedic dictionary of medicinal plants and products of natural origin]. Eds. by G. P. Yakovlev, K. F. Blinova. Saint Petersburg: SpetsLit, Izd-vo SPKhFA, 2002, 407 p.
2. Mel'nikov S. S., Manankina E. E. *Khlorella: fiziologicheski aktivnye veshchestva i ikh ispol'zovanie* [Chlorella: autacoids and application thereof]. Kiev: Nauka i tekhnika, 1991, 79 p.
3. Semenova E. F., Bogdanov N. I. *Innovatsionnye tekhnologii i produkty: sb. tr.* [Innovative technologies and products: collected papers]. Novosibirsk, 2000, iss. 4, pp. 9–13.
4. Shpichka A. I., Semenova E. F. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research]. 2013, no. 8 (part 5), pp. 1113–1124.
5. Andreeva V. M. *Rod CLORELLA. Morfologiya, sistematika, printsipy klassifikatsii* [Cholrella genus. Morphology, taxonomy, classification]. Leningrad: Nauka, Leningr. otd., 1975, 110 p.
6. Muzafarov A. M., Taubaev T. T. *Kul'tivirovanie i primenenie mikrovodorosley* [Cultivation and application of algae]. Tashkent: Fan UzSSR, 1984, 136 p.
7. Vladimirova M. G., Semenenko V. E. *Intensivnaya kul'tura odnokletochnykh vodorosley* [Intensive culture of monocelled algae]. Moscow: AN SSSR, 1962, 59 p.
8. Sirenko L. A., Sakevich A. I., Osipov L. F. et al. *Metody fiziologo-biokhimicheskogo issledovaniya vodorosley v gidrobiologicheskoy praktike* [Methods of physiological-biochemical research of algae in hydrobiological practice]. Kiev: Naukova dumka, 1975, 247 p.
9. *Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiyskoy Federatsii. Izd. XII. Vyp. 1* [State pharmacopoeia of the Russian Federation. XII edition. Issue 1]. Ministry of healthcare of the Russian Federation. Moscow: Nauchnyy tsentr ekspertizy sredstv meditsinskogo primeneniya, 2008, 704 p.
10. Belyakov K. V. *Metodologicheskie podkhody k opredeleniyu biologicheski aktivnykh veshchestv v lekarstvennom rastitel'nom syr'e spektrofotometricheskim metodom* [Methodological approaches to determining bioactive substances in medicinal raw plant materials by the spectrophotometric method]. Moscow: Meditsina, 2004, 186 p.
11. A. s. 1638157 SSSR. *Sposob polucheniya rezinoida mikrovodorosley* [Method of microalga resinoid obtainment]. Bugorskiy P. S., Rodov V. S., Semenova E. F., Klyachko-Gurvich G. L. (SSSR). Appl. 22 March 1989, publ. 30 March 1991, Bull. no. 12.
12. *Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR XI izdaniya* [State pharmacopoeia of USSR. XII edition.]. Moscow: Meditsina, 1989, iss. 1, 336 p.
13. *Praktikum po mikrobiologii* [Microbiology practical work]. Eds. by A. I. Netrusov. Moscow: Akademiya, 2005, 608 p.
14. *Rukovodstvo po metodam analiza kachestva i bezopasnosti pishchevykh produktov* [Guide on methods of quality and safety analysis of food products]. Moscow, 1998, pp. 84–93.
15. Slivkin A. I., Sadchikova N. P. *Kontrol' kachestva ekstemporal'nykh lekarstvennykh form* [Extemporary medicinal forms' quality control]. Voronezh: Izd-vo Voronezh. gos. un-ta, 2003, 264 p.
16. Slivkin A. I., Selemenev V. F., Sukhoverkhova E. A. *Fiziko-khimicheskie i biologicheskie metody otsenki kachestva lekarstvennykh sredstv* [Physical-chemical and biological methods of drugs' quality assessment]. Voronezh: Izd-vo Voronezh. gos. un-ta, 1999, 368 p.

17. Shmidt V. M. *Matematicheskie metody v botanike* [Mathematical methods in botany]. Leningrad: Izd-vo Leningr. un-ta, 1984, 288 p.
18. Lakin G. F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow: Vyssh. shk., 1990, 352 p.
19. Bogdanov N. I. *Mikrobiologiya i genetika – teoreticheskaya osnova nauchno-tekhnicheskogo progressa: tez. dokl. konf.* [Microbiology and genetics – theoretical basis of scientific and technological progress: conference reports' theses]. Dushanbe: Donish, 1984, pp. 5–6.
20. Karpov A. M., Al'bitskaya O. N. *Biotekhnologiya* [Biotechnology]. 1989, vol. 5, no. 3, pp. 376–380.
21. Vereshchagin A. G. *Lipidy v zhizni rasteniy (66-e Timiryazevskie chteniya)* [Lipids in plant life (66th Timiryazevsky readings)]. Moscow: Nauka, 2007, 78 p.

Митишев Александр Владимирович
студент, Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: span2361@rambler.ru

Mitishev Alexandr Vladimirovich
Student, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Преснякова Елена Викторовна
кандидат биологических наук, доцент, кафедра медицинских информационных систем и технологий, Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: spl7@mail.ru

Presnyakova Elena Viktorovna
Candidate of biological sciences, associate professor, sub-department of medical information systems and technologies, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Семенова Елена Федоровна
кандидат биологических наук, профессор, старший научный сотрудник, кафедра общей и клинической фармакологии, Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: sef1957@mail.ru

Semenova Elena Fedorovna
Candidate of biological sciences, professor, senior staff scientist, sub-department of general and clinical pharmacology, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Гурина Марина Анатольевна
студентка, Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: besyakina.marina@yandex.ru

Gurina Marina Anatoljevna
Student, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

УДК 574:582.251.62:615.322:633.8

Митишев, А. В.

Сравнительный анализ штаммов продуцента и инновационного продукта как основных элементов биотехнологии резиноида хлореллы / А. В. Митишев, Е. В. Преснякова, Е. Ф. Семенова, М. А. Гурина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 4 (8). – С. 19–28.

УДК 594.38

Т. А. Малащенко, Е. В. Комарова, Т. Г. Стойко

ВЛИЯНИЕ РЕЛЬЕФА НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАКОВИНЫ *CHONDRULA TRIDENS* (PULMONATA, ENIDAE)

Аннотация.

Актуальность и цели. Исследования изменчивости раковин в микроградиенте параметров среды в условиях изрезанной оврагами местности могут пролить свет на появление морфологических изменений и объяснить эволюционные новоприобретения.

Материалы и методы. Мы изучили конхиологические параметры хондрулы в локальном масштабе (дно оврага, склон, плакор) в Ухтинке, а также видовой состав и пространственную структуру сообщества наземных моллюсков в трех близко расположенных, но отличающихся микробиотопах степи.

Результаты. Установлены видовой состав наземных моллюсков в степном биоценозе, а также показатели раковины вида *Ch. tridens* в локальном масштабе (овраг, склон, плакор).

Выводы. Ксерофильный вид *Ch. tridens* – один из доминантов в сообществе наземных моллюсков. В овраге, где выше гумификация из-за более высокой влажности и развития луговой растительности, *Ch. tridens* крупнее, с более открытым устьем и редукцией самых изменчивых зубов. Обсуждаются возможные причины изменчивости *Ch. tridens* на северо-западе Пензенской области.

Ключевые слова: наземные моллюски, *Chondrula tridens*, изменчивость, конхиологические признаки, рельеф.

T. A. Malashenko, E. V. Komarova, T. G. Stojko

EFFECTS OF TOPOGRAPHY ON THE SHELL VARIABILITY OF *CHONDRULA TRIDENS* (PULMONATA, ENIDAE)

Abstract.

Background. Studies of the variability of shells in micro gradient parameters of the environment in the rugged ravines area can explain appearance of the morphological changes and evolutionary developments.

Materials and methods. The authors studied the conhiological parameters in local scale (the bottom of the ravine, the slope, the placer) in Ukhtinka, and species composition and spatial structure of the community of terrestrial mollusks in three closely spaced, but different habitat of steppe.

Results. The authors determined a species composition of the terrestrial mollusks in steppe biocoenosis and indicators of the shell species *Ch. tridens* in local scale (the bottom of the ravine, the slope, the placer).

Conclusions. Xerophilious species *Ch. tridens* is one of the dominates in the community of the terrestrial mollusks. In the ravines, where humification is higher due to high humidity and development of meadow vegetation, *Ch. tridens* are larger with a more open mouth and reduction of the most variable teeth. The article dis-

cusses the possible causes of variability of *Ch. tridens* in the north-west of Penza region.

Key words: terrestrial mollusks, *Chondrula tridens*, variability, conchological signs, topography.

Воздействие мезорельефа (в том числе и оврагов) на распространение наземных моллюсков изучено для Русской равнины [1] и Каневской возвышенности в Украине [2]. Их влияние на моллюсков не прямое, а опосредованное через микроклимат, почву и растительность. Высказано предположение, что некоторые виды моллюсков под антропогенным воздействием переходят на существование в овраги и сохраняются именно за счет этой формы рельефа [2]. В то же время нам не известны специальные исследования изменчивости раковины ксеротермного вида *Ch. tridens* в микроградиенте параметров среды в изрезанной оврагами местности. Такие данные могут пролить свет на появление изменений морфологии популяции в пространственном микромасштабе и объяснить эволюционные новоприобретения.

Цель работы – изучить конхиологические параметры хондрулы в локальном масштабе (дно оврага, склон, плакор), а также видовой состав и пространственную структуру сообщества наземных моллюсков в трех близко расположенных, но отличающихся микробиотопах.

Материал и методы

Для изучения сообщества наземных моллюсков и изменчивости хондрулы осенью 2014 г. взяты пробы (25 × 25 см) на дне оврага, южном и северном склонах. При камеральной обработке учитывали все раковины улиток. Плотность моллюсков рассчитывали на 1 м^2. Доминантными видами считали те, плотность которых выше 10 %.

На участке проанализированы следующие параметры почвы: механический состав, содержание кальция и гумуса. Механический состав определяли методом отмучивания; содержание кальция – атомно-абсорбционным с использованием спектрометра Квант-2а; гумуса – фотометрическим, ГОСТ 26213–91, с помощью колориметра КФК-2.

В каждом микробиотопе (дно оврага, южный склон и плакор) в ноябре 2014 г. собирали не менее 30 раковин. Под бинокуляром МБС-9 измеряли шесть основных параметров: количество оборотов (КО), высоту раковины (ВР), ее ширину (ШР), высоту завитка (ВЗ), высоту и ширину устья (ВУ, ШУ), – и определяли индексы: ВР/ШР, ШР/ВР, ВУ/ВР, ШУ/ШР, ВУ/ШУ, И1 = ВУ + ШУ)/(а + в + с); И2 = (angular + suprapal + colum)/3 (рис. 1). Степень развития устьевой арматуры характеризовали в баллах (0 – зуб не развит; 1 – зуб развит плохо; 2 – зуб развит нормально).

Для каждого параметра вычисляли статистические показания: среднюю арифметическую (M), стандартное отклонение (SD) и коэффициент вариации (CV). Все расчеты производили с помощью пакета программ MS Excel 2002. Достоверность различий определяли по *t*-критерию Стьюдента, при пороговом уровне значимости $p < 0{,}05$.

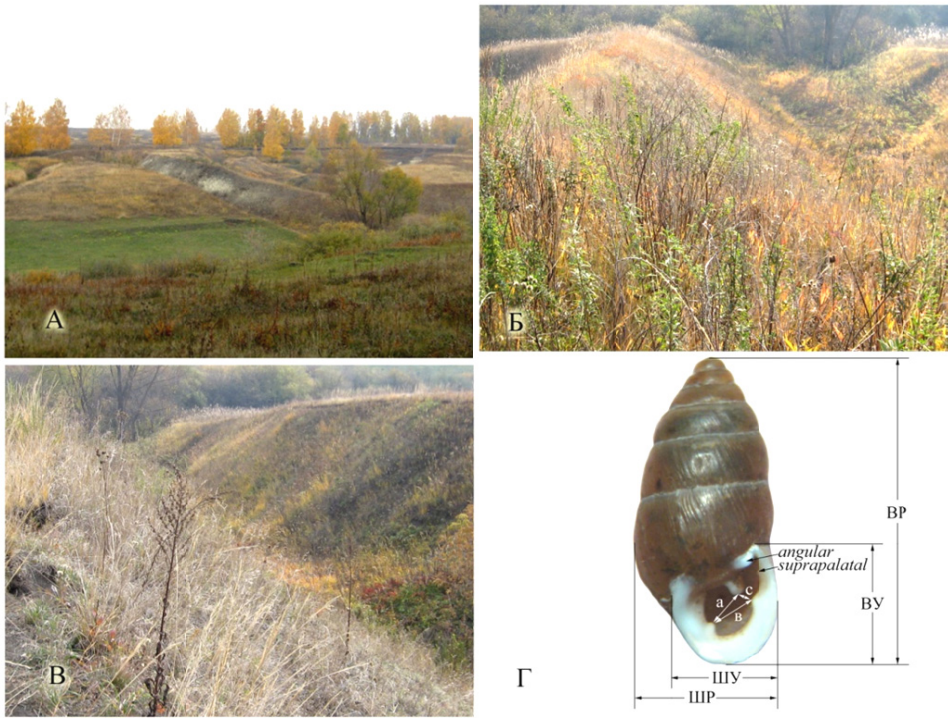


Рис. 1. Общий вид степи и исследуемого оврага в Ухтинке (А);
плакор, южный склон и дно оврага (Б); дно и северный склон оврага (В);
схема измерения раковины *Ch. tridens* (Г): ВР, ШР – высота и ширина раковины;
ВУ, ШУ – высота и ширина устья; *а* – между колумеллярным и париетальным;
в – между колумеллярным и палатальным; *с* – между париетальным
и палатальным зубами

Результаты и обсуждение

В Ухтинке (северная окраина г. Пензы) почвы представлены легкими суглинками – самым сбалансированным типом почвы, надлежащим образом удерживающим воду и питательные вещества. Содержание кальция в почве 1710,87 ± 378,05 мг/кг, а гумуса – 9,83 ± 1,26 %. Улитки обитают на типчаково-разнотравном участке черноземной степи, изрезанном балками и оврагами. Почти ежегодно осенью или весной травянистую растительность жгли. В верховьях оврага на плакоре сохранилась степная растительность, по бровкам – ветреница лесная, спаржа лекарственная, шалфей степной и другие растения. В последние годы многочисленными стали некоторые кальцефильные растения, как желтый лен и др. На южных склонах оврагов и балок много обнажений. На дне развивается мезофильная растительность.

В сообществе наземных моллюсков одной небольшой балки и плакора обнаружено 10 видов из следующих семейств: *Succinella oblonga* (Draparnaud, 1801), *Cochlicopa lubrica* (Müller, 1774), *Vallonia costata* (Müller, 1774), *V. pulchella* (Müller, 1774), *Vertigo pygmaea* (Draparnaud, 1801), *Chondrula tridens* (Müller, 1774), *Vitrina pellucida pellucida* (Müller, 1774), *Pseudotrichia rubiginosa* (A. Schmidt, 1853), *Deroceras agreste* (Linnaeus, 1758).

Ранее в этой степи были отмечены и другие виды: *Cochlicopa lubricella* (Ziegler in Porro, 1838), *Pupilla muscorum* (Linnaeus, 1758), *Euomphalia strigella*

(Draparnaud, 1801) [3]. Улитки *S. oblonga*, *P. rubiginosa* приурочены к увлажненным условиям на дне балки или оврага, *V. costata*, *V. pulchella*, *P. pygmaeum*, *V. pellucida*, *E. strigella* – эврибионты открытых биоценозов, некоторые из них живут и в лесу. Из степных обитателей в Ухтинке найден не широко представленный в области вид *P. muscorum*, который обнаружен только в тех местах, где в почве высокое содержание кальция. Возможно, когда-то здесь встречался еще один степной вид *Truncatellina cylindrica* (Férussac, 1807). На севере области ближайшее его местонахождение на склонах степного участка в окрестностях п. Лунино, а южнее – на окраине Арбековского леса г. Пензы. Часть этого леса и степь на север почти до Ухтинки в 1920 г. входили в лесостепной заповедник [4]. Следовательно, каких-то 100 лет назад Ухтинская степь подвергалась меньшему антропогенному влиянию, и, если учесть, что в почве высокое содержание кальция, условия для жизни моллюсков были благоприятными.

В балке, как и во всей Ухтинской степи, многочислен также ксерофильный вид *Ch. tridens* – один из доминантов в сообществе (рис. 2). Плотность улиток в микробиотопах распределена следующим образом: на дне оврага – 3604 особи/ м^2, на южном склоне – 2288, а на северном – 1424.

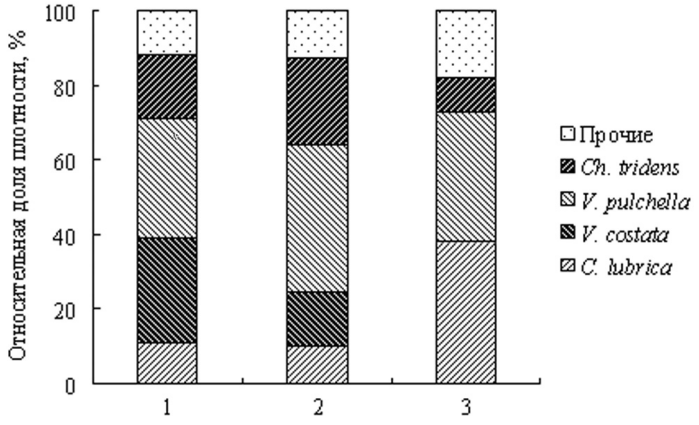


Рис. 2. Доминантный состав в сообществе наземных моллюсков:
1 – южный склон балки; *2* – дно; *3* – северный склон

Ранее в наших исследованиях было установлено, что у наземного моллюска *Ch. tridens* из Ухтинки раковины мельче, чем с территорий, расположенных южнее в Пензенской области, и зубы развиваются хуже, некоторые из них отсутствуют вовсе [5].

На рис. 3 представлены средние значения основных промеров и индексов раковины хондрулы, а также индексов, характеризующих открытость устья и редукцию наиболее изменчивых зубов вида. Улитки на плакоре мельче, чем на склоне и дне оврага, а также у них выше индексы И1 и И2, т.е. лучше развиты устьевые зубы. Все основные размеры различаются достоверно (уровень значимости $p < 0{,}0001$). В то же время отношение ВР/ШР почти одинаково, т.е. пропорции раковины сохраняются, несмотря на изменчивость основных параметров. С меньшим уровнем значимости отличаются индексы И1 ($p < 0{,}05$) и И2 ($p < 0{,}002$). Известно, что усиление устьевой арматуры у данного вида – адаптация к засушливому климату [6].

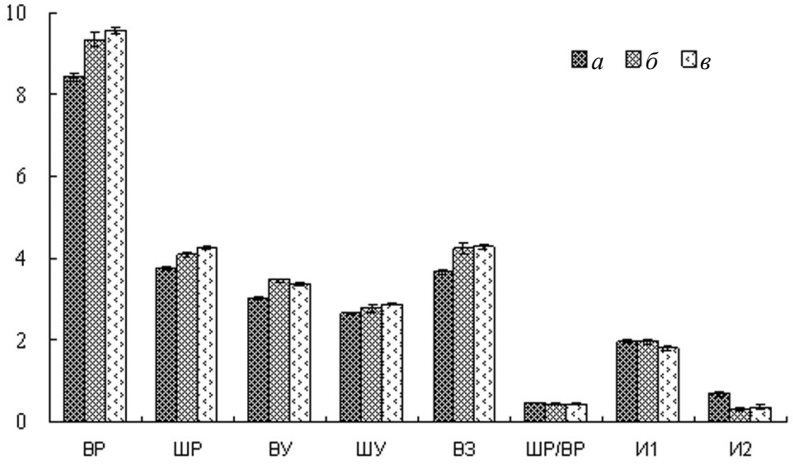


Рис. 3. Средние значения (M ± SE) основных промеров раковины *Ch. tridens*: *а* – плакор; *б* – южный склон; *в* – дно оврага

Подробный анализ развитости отдельных зубов в устье хондрулы показал, что во всех микробиотопах сильно редуцированы два бугорка (ангулярный и супрапалатальный) и в меньшей мере колумеллярный зуб (рис. 4). Именно эти зубы в первую очередь исчезают у *Ch. tridens* при редукции устьевого вооружения [7]. Почти все зубы хуже развиты на дне оврага и на склоне.

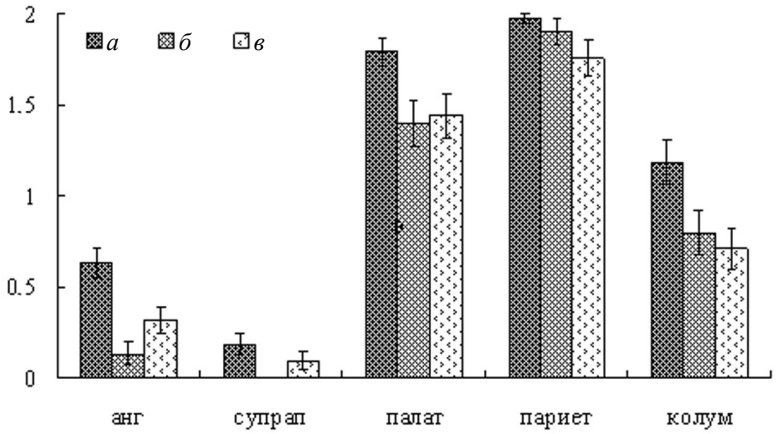


Рис. 4. Средние значения (M ± SE) развития зубов разных микропопуляций *Ch. tridens*: *а* – плакор; *б* – южный склон; *в* – дно оврага

Таким образом, в балке, где выше гумификация из-за более высокой влажности и развития луговой растительности, *Ch. tridens* крупнее, с более открытым устьем и редукцией самых изменчивых зубов. Наличие в Ухтинке значительного количества оврагов и балок служит причиной выявленной изменчивости хондрулы трехзубой.

Анализ полученных данных позволяет предположить, как вид в конкретных условиях приспосабливается к условиям обитания. На северо-западе возвышенности ксерофильному виду *Ch. tridens* не хватает тепла для одновременного роста и развития зубов, поэтому он мельче, чем в микропопуля-

циях из южных и восточных частей Пензенской области. В том случае, когда условия благоприятствуют продолжительному росту (на дне балки), некоторые зубы развиваются хуже. Если условия изменчивы (плакор) и улитке необходимы зубы для быстрого формирования эпифрагмы, создающей микроклимат мягкому телу моллюска, ограничен рост.

Список литературы

1. **Шиков, Е. В.** Влияние рельефа и озерно-речной сети на современное распространение наземных моллюсков в центре Русской равнины / Е. В. Шиков // Новые данные по систематике и экологии моллюсков. Труды Зоологического института АН СССР. – Л., 1985. – Т. 135. – С. 67–75.
2. **Балашёв, И. А.** Значение лесных оврагов в распространении наземных моллюсков (Mollusca: Gastropoda) Каневской возвышенности / И. А. Балашёв // Еколого-функціональні та фауністичні аспекты дослідження молюсків, їх роль у біоіндікації стану навколишнього середовища. – Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2006. – Вип. 2. – С. 19–22.
3. **Стойко, Т. Г.** Структура малакоценозов в двух степных участках лесостепи Пензенской области / Т. Г. Стойко, Е. В. Комарова // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. – 2011. – № 25, ч. 2. – С. 441–444.
4. **Спрыгин, И. И.** Из области Пензенской лесостепи. Травяные степи Пензенской губернии / И. И. Спрыгин // Труды по изучению заповедников. Отдел охраны природы Главнауки НКП. – М. : Типография «Красной газеты» имени Володарского, 1925. – Вып. 4. – 242 с.
5. **Комарова, Е. В.** Изменчивость раковины наземного моллюска *Chondrula tridens* в Среднем Поволжье / Е. В. Комарова, Т. Г. Стойко // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. – 2012. – № 29. – С. 222–226.
6. **Матекин, П. В.** Фауна наземных моллюсков Нижнего Поволжья и ее значение для представления об истории современных лесов района / П. В. Матекин // Зоол. журн. – 1950. – Т. 29, вып. 3. – С. 193–205.
7. **Шилейко, А. А.** Наземные моллюски надсемейства Pupillina фауны СССР (Gastropoda, Pulmonata, Geophila) / А. А. Шилейко // Фауна СССР. Моллюски. – Л. : Наука, 1984. – Т. 3, вып. 3, № 130. – 399 с.

References

1. Shikov E. V. *Novye dannye po sistematike i ekologii mollyuskov. Trudy Zoologicheskogo instituta AN SSSR* [New data on taxonomy and ecology of mollusks. Proceedings of zoological institute of the USSR Academy of Sciences]. Leningrad, 1985, vol. 135, pp. 67–75.
2. Balashev I. A. *Ekologo-funktsional'ni ta faunistichni aspekty doslidzhennya molyuskiv, ikh rol' u bioindikatsii stanu navkolishn'ogo seredovishcha* [Ecological-functional and faunistic aspects of research of mollusks, their role in bioindication of environment condition]. Zhitomir: Vid-vo ZhDU im. I. Franka, 2006, iss. 2, pp. 19–22.
3. Stojko T. G., Komarova E. V. *Izvestiya PGPU im. V. G. Belinskogo* [Proceedings of PSPU named after V. G. Belinsky]. 2011, no. 25, part 2, pp. 441–444.
4. Sprygin I. I. *Trudy po izucheniyu zapovednikov. Otdel okhrany prirody Glavnauki NKP* [Nature reserves research proceedings. Environmental protection department of the Chief directorate of science under the People's Commissariat of Education]. Moscow: Tipografiya «Krasnoy gazety» imeni Volodarskogo, 1925, iss. 4, 242 p.
5. Komarova E. V., Stojko T. G. *Izvestiya PGPU im. V. G. Belinskogo* [Proceedings of PSPU named after V. G. Belinsky]. 2012, no. 29, pp. 222–226.
6. Matekin P. V. *Zool. zhurn.* [Zoological journal]. 1950, vol. 29, iss. 3, pp. 193–205.
7. Shileyko A. A. *Fauna SSSR. Mollyuski* [Fauna of USSR. Mollusks]. Leningrad: Nauka, 1984, vol. 3, iss. 3, no. 130, 399 p.

Малащенко Татьяна Андреевна
студентка, Пензенский государственный университет (Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: tanya.malashchenko@mail.ru

Malashenko Tatjana Andreevna
Student, Penza State University (40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Комарова Екатерина Валентиновна
аспирант, Пензенский государственный университет (Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: ekaterina-log@inbox.ru

Komarova Ekaterina Valentinovna
Postgraduate student, Penza State University (40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Стойко Тамара Григорьевна
кандидат биологических наук, профессор, кафедра зоологии и экологии, Пензенский государственный университет (Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: tgsojko@mail.ru

Stojko Tamara Grigorievna
Candidate of biological sciences, professor, sub-department of zoology and ecology, Penza State University (40 Krasnaya street, Penza, Russia)

УДК 594.38
Малащенко, Т. А.

Влияние рельефа на изменчивость раковины *Chondrula tridens* (Pulmonata, Enidae) / Т. А. Малащенко, Е. В. Комарова, Т. Г. Стойко // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 4 (8). – С. 29–35.

УДК 581.4+581.8

Ю. А. Вяль, Н. Г. Мазей

СТАНОВЛЕНИЕ АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ *IRIS DOMESTICA* GOLDBLATT ET MABB В ОНТОГЕНЕЗЕ В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ В ПЕНЗЕНСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ИМЕНИ И. И. СПРЫГИНА

Аннотация.

Актуальность и цели. Цель работы – изучение становления анатомо-морфологической структуры в онтогенезе у *Iris domestica* Goldblatt et Mabb при интродукции в Пензенском ботаническом саду им. И. И. Спрыгина.

Материалы и методы. Исследования проводились на базе Пензенского ботанического сада им. И. И. Спрыгина. Семена беламканды китайской были получены в 2009 г. из Саратовского ботанического сада. Всего изучено 40 растений разных возрастных состояний. Изучение онтогенеза и описание возрастных состояний проводились на основе метода, разработанного Т. А. Работновым (1947, 1950), дополненного А. А. Урановым (1975). Срезы стеблей, корневищ, корней, листьев выполняли лезвием от руки с использованием сердцевины бузины.

Результаты. В условиях интродукции в Пензенском ботаническом саду им. И. И. Спрыгина у *Iris domestica* описаны следующие стадии и возрастные состояния: 1) латентный; 2) прегенеративный (ювенильные, имматурные, вегетативные особи); 3) генеративный периоды. Каждому этапу онтогенеза свойственны определенные особенности внутреннего строения вегетативных органов, которые отражают усложнение уровня организации при переходе в новое возрастное состояние и адаптации к условиям обитания.

Выводы. Многолетнее корневищное растение *Iris domestica* ведет себя, как малолетник (2–3-летник), на территории Пензенской области. Более быстрое прохождение жизненного цикла в условиях интродукции, отличающихся от экологического оптимума, – одна из приспособительных реакций вида на уровне онтогенеза особи, связанная с сокращением вегетационного периода.

Ключевые слова: *Iris domestica*, интродукция, анатомия растений, морфология растений, Пензенский ботанический сад им. И. И. Спрыгина.

Yu. A. Vyal, N. G. Mazei

FORMATION OF ANATOMIC AND MORPHOLOGICAL STRUCTURE OF *IRIS DOMESTICA* GOLDBLATT ET MABB IN ONTOGENESIS AT INTRODUCTION IN THE PENZA BOTANICAL GARDEN NAMED AFTER I. I. SPRYGIN

Abstract.

Background. The aim of the study is to investigate the process of formation of the anatomical and morphological structure in ontogenesis of *Iris domestica* Goldblatt et Mabb introduced in the Penza Botanical Garden.

Materials and methods. The studies were conducted on the basis of the Penza Botanical Garden named after I. I. Sprygin. *Iris domestica* seeds were obtained in 2009 from the Saratov Botanical Garden. A total of 40 plants of different age were analysed. The study of ontogeny and description of age stages was performed on the basis of the method developed by T. A. Rabotnov (1947, 1950) and supplemented

by A. A. Uranov (1975). The sections of stems, rhizomes, roots, leaves were hand-prepared using elderberry core.

Results. The following age stages of *Iris domestica* were distinguished within the populations introduced at the Penza Botanical Garden: 1) the latency; 2) the pregenerative (juvenile, immature, vegetative); 3) the generative periods. Each stage of ontogeny was characterized by certain features of the internal structure of vegetative organs that reflect the complexity level of the organization in the transition to a new age status and adaptation to environmental conditions.

Conclusions. Iris domestica being a typical multiannual rhizome plant behaves as a 2–3-annual plant in the Penza region. More rapid passage of the life cycle in the environmental conditions, highly differing from the ecological optimum, is one of the adaptive reactions of the species at the level of individual ontogenesis, caused by the growing season reduction.

Key words: *Iris domestica*, introduction, plant anatomy, plant morphology, Penza botanical garden named after I. I. Sprygin.

Беламканда китайская *Iris domestica* Goldblatt et Mabb – корневищное растение семейства Ирисовые (Iridaceae). Ареал *Iris domestica* Goldblatt et Mabb охватывает Юго-Восточную и Восточную Азию. В России проходит северо-восточная граница ареала данного вида – на крайнем юго-западе Приморского края.

Беламканда китайская – редкое растение России. Начиная с 1860 г., когда она стала известной для флоры нашей страны благодаря работе И. К. Максимовича, было обнаружено в общей сложности пять местообитаний, причем в XXI в. подтверждены только два из них, и обе ценопопуляции чрезвычайно малочисленны – не более 60–100 особей. Вид был включен в Красные книги СССР (1978, 1984), РСФСР (1988) и России (2008) с наивысшим статусом – 1 (вид, находящийся под угрозой исчезновения). Ценопопуляциям угрожают как природные процессы – беламканда обитает по скалистым морским берегам и страдает от тайфунов, так и антропогенные – активная хозяйственная деятельность в прибрежной зоне. Интродукция и реинтродукция являются важнейшими мерами по сохранению этого вида для флоры нашей страны.

Iris domestica Goldblatt et Mabb с давних пор культивируется в азиатских странах как ценное декоративное и лекарственное растение. Несмотря на то, что вид довольно давно введен в культуру и считается испытанным, рекомендован для возделывания в качестве декоративного растения открытого грунта для районов средней полосы нашей страны [1], практика выращивания *Iris domestica* Goldblatt et Mabb в Пензенском ботаническом саду им. И. И. Спрыгина показывает, что особенности его биологии в условиях, далеких от экологического оптимума, изучены еще совершенно недостаточно. Это может создавать определенные трудности при возделывании этого вида.

В связи с этим целью нашей работы является изучение становления анатомо-морфологической структуры в онтогенезе у *Iris domestica* Goldblatt et Mabb при интродукции в Пензенском ботаническом саду им. И. И. Спрыгина.

Материал и методика

Исследования проводились на базе Пензенского ботанического сада им. И. И. Спрыгина. Семена беламканды китайской были получены в 2009 г. из Саратовского ботанического сада. Всего изучено 40 растений разных воз-

растных состояний. Изучение онтогенеза и описание возрастных состояний проводились на основе метода, разработанного Т. А. Работновым [2, 3], дополненного А. А. Урановым [4]. Фенологические наблюдения выполнены по общепринятым методикам [5]. Для анатомических исследований материал фиксировали в 96 %-м и хранили в 70 %-м этиловом спирте. Срезы стеблей, корневищ, корней, листьев выполняли лезвием от руки с использованием сердцевины бузины [6].

Вероятно, в Пензенском ботаническом саду им. И. И. Спрыгина беламканда китайская выращивалась ранее – предположительно в 1970–1980-е гг., так как в Красной книге СССР (1984) указывается, что «…культура испытана в Москве, Пензе, Минске, Кишиневе и других городах…». Позднее, видимо, популяция была утрачена и возобновлена с 2009 г.

Результаты и обсуждение

Онтогенез беламканды китайской в условиях культуры исследован на территории Центрального Черноземья [7], в условиях Поволжья не изучен. Согласно классификации Т. А. Работнова [3], А. А. Уранова в онтогенезе *Iris domestica* выделяют латентный (семена), прегенеративный (проростки, ювенильное, имматурное-1, имматурное-2, виргинильное возрастные состояния), генеративный периоды. Их биометрические показатели представлены в табл. 1.

Таблица 1

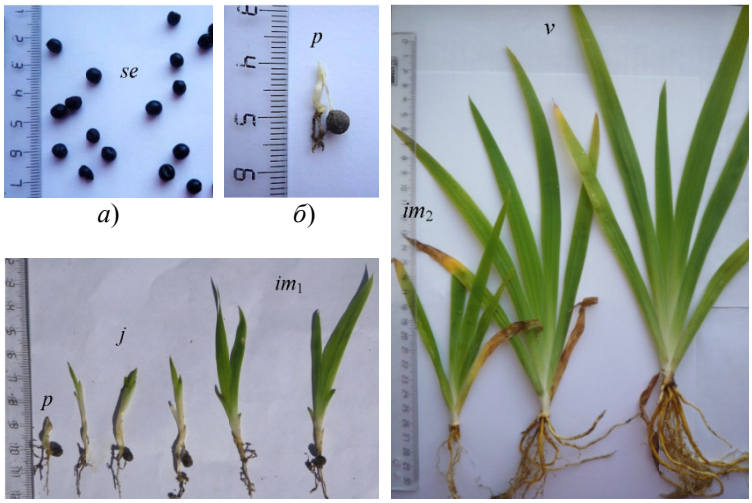
Биометрические показатели возрастных состояний *Iris domestica* в Пензенском ботаническом саду им. И. И. Спрыгина

Возрастное состояние	Диаметр гипокотиля, мм	Диаметр корня, мм	Тип к/с*	Число листьев	Число жилок в листе	Длина листа**, мм	Ширина листа**, мм
P	**1,2** ± 0,1	**0,8** ± 0,1	Ст	–	–	–	–
J	**1,4** ± 0,2	**0,9** ± 0,1	См	**3,2** ± 0,3	**3,9** ± 0,4	**30** ± 4	**2,0** ± 0,1
im_1	**1,6** ± 0,2	**1,1** ± 0,1	См	**5,6** ± 0,3	**10,3** ± 1,1	**94** ± 12	**6,6** ± 0,8
im_2	Гипокотиль не выражен	**1,3** ± 0,1	М	**6,1** ± 0,3	**20,0** ± 2,0	**160** ± 20	**12,0** ± 1,4
V		**2,9** ± 0,3	М	**7,5** ± 0,7	**32,0** ± 3,9	**315** ± 14	**20,5** ± 2,1
G		**3,0** ± 0,3	М	**8,6** ± 0,3***	**33,1** ± 4,5	**310** ± 15	**25,0** ± 1,5

Примечание. * к/с – корневая система: «Ст» – стержневая, «См» – смешанная, «М» – мочковатая; ** – приводятся усредненные данные для последнего, максимально развитого листа; *** – без учета листьев флоральной зоны.

Латентный период представлен покоящимися семенами. Семена беламканды китайской (рис. 1), полученные в Пензенском ботаническом саду им. И. И. Спрыгина, округлые, относительно крупные (диаметр в среднем 5 мм). По сравнению с семенами, полученными с растений, выращенных в условиях культуры в Центральном Черноземье (Ботанический сад Воронежского государственного университета), они более легкие (масса 1000 семян составляет 34,5 ± 0,9 г, тогда как в ботаническом саду ВГУ 51,0 г). Семенная продуктивность растений как в условиях Воронежа, так и в Пензенском ботаническом саду им. И. И. Спрыгина зависит от метеорологических условий года и может колебаться от 48,3 до 234 г с одного растения [7]. Семена прорастают долго, в благоприятных условиях при обильном увлаж-

нении – один, иногда два месяца. Всхожесть высокая – свыше 90 %. Во второй половине вегетационного периода всхожесть выше, чем весной.



а) *б*) *в*) *г*)

Рис. 1. Начальные этапы онтогенеза *Iris domestica* в Пензенском ботаническом саду им. И. И. Спрыгина: *а* – латентный период (семена); *б*, *в*, *г* – прегенеративный период (*б* – проросток; *в* – проросток, ювенильные, имматурные особи; *г* – имматурные и виргинильные особи); *se* – семена; *p* – проростки; *j* – ювенильное состояние; im_1 – имматурное-1 состояние; im_2 – имматурное-2 состояние; *v* – виргинильное состояние

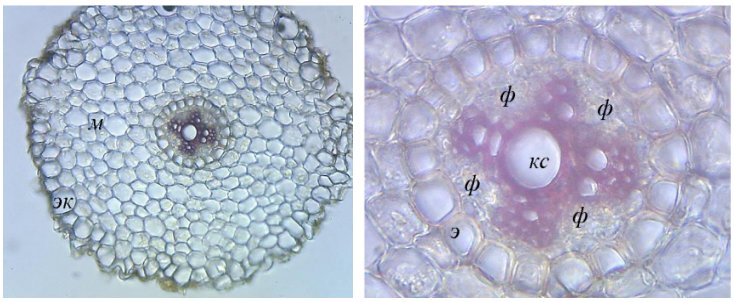
Прегенеративный период. Прорастание подземное. Проростки – подземные бесхлорофилльные растеньица. Они состоят из гипокотиля длиной 6–8 мм, диаметром до 1,5 мм, короткого эпикотиля с верхушечной почкой, еще не дифференцированной на листья, и главного корня длиной 12–17 мм с 2–3 боковыми корешками. Семядоля остается внутри семенной кожуры и соединена с гипокотилем тонким «черешком» длиной до 1 см.

Похожие проростки характерны и для других родов семейства ирисовых, например, для *Aristeaeckloni* (рис. 2).

Рис. 2. Проросток *Aristeaeckloni* [8]

Строение главного корня проростка беламканды китайской (рис. 3) типично для большинства представителей семейства ирисовых и в целом для класса однодольных. Корень покрыт ризодермой с корневыми волосками, которая, постепенно слущиваясь, в зоне проведения заменяется однослойной крупноклетной эктодермой с опробковевшими стенками. Мезодерма образована 7–8 слоями паренхимных клеток с межклетниками. Клетки мезодермы

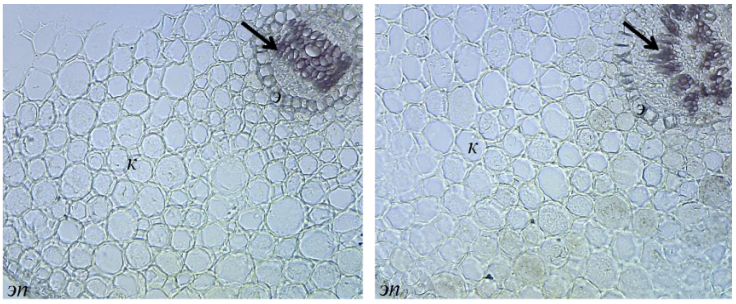
содержат лейкопласты. Хорошо выражены эндодерма с немногочисленными тонкостенными пропускными клетками и однослойный перицикл. Центральный осевой цилиндр образован четырьмя сходящимися в центре лучами ксилемы и четырьмя тяжами флоэмы; корень тетраархный.



а) *б*)

Рис. 3. Строение главного корня проростка *Iris domestica* на поперечном срезе в зоне проведения: *а* – общий план строения (ув. 10 × 15); *б* – стель (ув. 40 × 15); *эк* – эктодерма; *м* – мезодерма; *э* – эндодерма; *кс* – ксилема; *ф* – флоэма

Гипокотиль проростка (рис. 4) покрыт эпидермой, под которой залегает первичная кора – кортекс, которая напоминает уголковую колленхиму и содержит пластиды. Эндодерма сохраняется. Начинается дифференциация ксилемы и флоэмы на пучки.

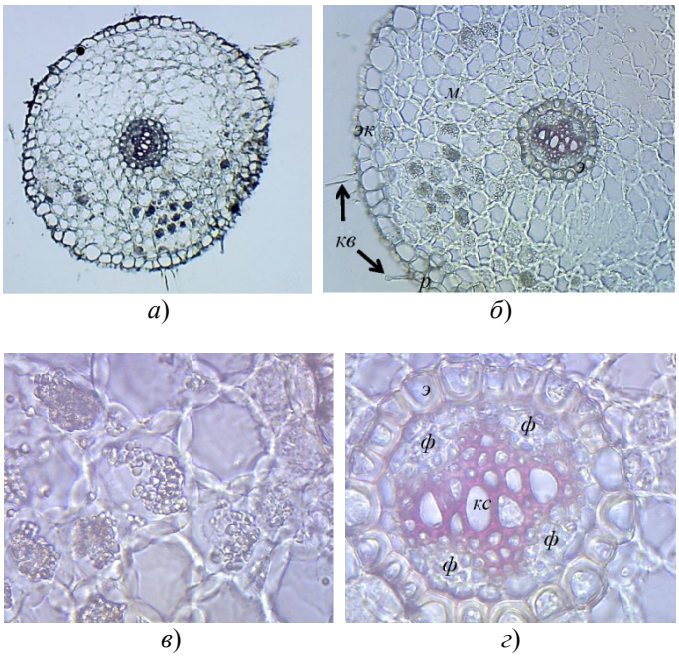


а) *б*)

Рис. 4. Строение гипокотиля проростка *Iris domestica* на поперечном срезе: *а* – рядом корневой шейки; *б* – в месте перехода в эпикотиль (ув. 10 × 15); *эп* – эпидерма; *э* – эндодерма; *к* – кортекс; ксилема показана стрелкой

Формообразовательные процессы верхушечной почки проростка приводят к появлению одной-двух чешуевидных, а затем и зеленых настоящих листьев. Появление их сигнализирует о переходе растения в следующее возрастное состояние – ювенильное, о переходе к автономному питанию.

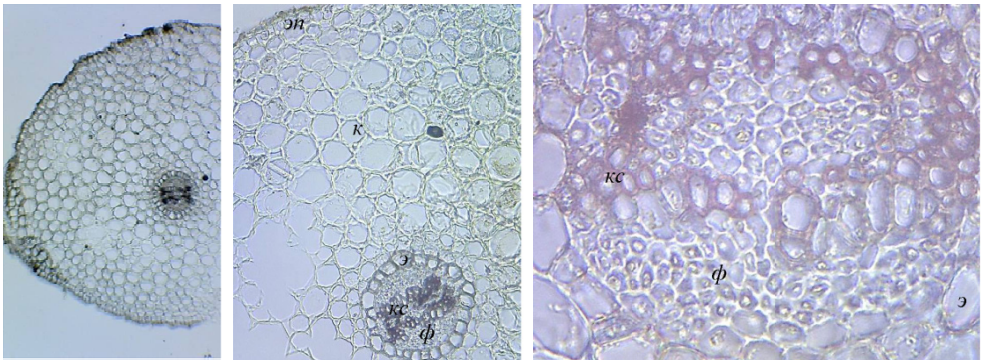
У **ювенильных растений** увеличиваются длина главного корня (до 25–40 мм) и количество боковых корешков, несколько увеличивается диаметр корня в области прикорневой шейки (табл. 1). В анатомическом строении главного корня (рис. 5) основные изменения у ювенильного растения происходят в эндодерме, где идет процесс опробковения поверхности поперечных радиальных и внутренних тангентальных стенок.



а) *б*) *в*) *г*)

Рис. 5. Строение главного корня ювенильной особи *Iris domestica* на поперечном срезе в зоне всасывания: *а*, *б* – общий план строения (*а* – ув. 4 × 15; *б* – ув. 10 × 15); *в* – мезодерма; *г* – стель (ув. 40 × 15); *р* – ризодерма; *кв* – корневые волоски; *эк* – эктодерма; *м* – мезодерма; *э* – эндодерма; *кс* – ксилема; *ф* – флоэма

У ювенильного растения увеличиваются длина (до 12–15 мм) и диаметр гипокотиля (рис. 6, табл. 1), на нем начинается образование придаточных корней. Корневая система, таким образом, приобретает характер смешанной.



а) *б*) *в*)

Рис. 6. Строение гипокотиля *j*-особи *Iris domestica* на поперечном срезе: *а*, *б* – общий план строения (*а* – ув. 4 × 15; *б* – (ув. 10 × 15), *в* – стель (ув. 40 × 15); *эп* – эпидерма; *э* – эндодерма; *к* – кортекс; *кс* – ксилема

Наземные органы ювенильных особей представлены одним-двумя чешуевидными и двумя-тремя зеленеющими ланцетными листьями длиной от 5–10 до 25–40 мм соответственно, с 3–5 жилками (табл. 2). Особенность листьев *j*-растений беламканды китайской заключается в том, что они на всем протяжении сложены пополам вдоль одной из крупных срединных жилок

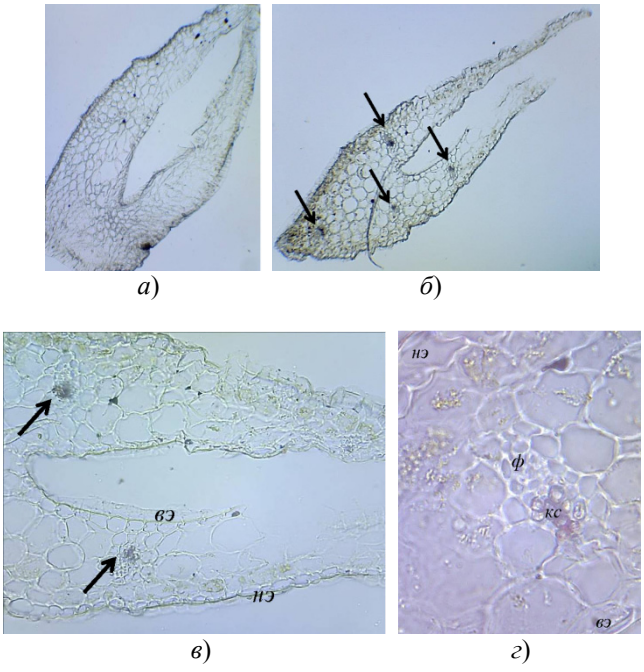
и плотно прилегают друг к другу. Первые один-два листа ювенильных особей чешуевидные, лишены хлорофилла и жилок, сложены пополам галочкой и охватывают укороченный эпикотиль (рис. 7). Третий и последующие (четвертый, пятый) листья зеленеющие, в них постепенно дифференцируются 3–5 жилок. Они на всем протяжении сложены пополам, половинки листа плотно прилегают друг к другу. Каждая половинка состоит из 5–6 слоев паренхимных клеток, из которых 2–3 наружных, залегающих под наружной эпидермой, наиболее освещенной, содержат хлоропласты; остальные – почти бесцветные.

Таблица 2

Некоторые характеристики анатомического строения листьев *Iris domestica* в условиях интродукции в Пензенском ботаническом саду им. И. И. Спрыгина

Возрастное состояние	Число устьиц в 1 мм^2	Длина устьица, мкм	Ширина устьица, мкм	Толщина, мкм			
				эпидермы	мезофилла	эпидермы	листа
P	–	–	–	–	–	–	–
J	**10,0** ± 0,5	**42,6** ± 1,7	**36,5** ± 0,5	**30** ± 2	**150** ± 10	**20** ± 1	**200** ± 13*
im_1	**28,0** ± 2,4	**36,1** ± 0,8	**31,7** ± 0,6	**31** ± 3	**121** ± 14	**27** ± 3	**179** ± 16
im_2	**30,6** ± 1,4	**32,1** ± 0,2	**31,5** ± 0,2	**40** ± 2	**130** ± 8	**34** ± 2	**204** ± 11
V	**27,5** ± 1,4	**38,3** ± 1,1	**34,6** ± 0,6	**48** ± 4	**240** ± 12	**38** ± 3	**325** ± 18
G	**29,6** ± 2,3	**36,0** ± 1,3	**33,3** ± 0,5	**50** ± 5	**250** ± 17	**40** ± 3	**340** ± 22

Примечание. * – приводятся значения для половинки сложенного пополам на всем протяжении листа.



а) *б*) *в*) *г*)

Рис. 7. Внутреннее строение листьев ювенильной особи *Iris domestica* на поперечном срезе: *а* – первый чешуевидный лист (ув. 4 × 15); *б*, *в*, *г* – зеленеющий лист (ув. 4 × 15; ув. 10 × 15; ув. 40 × 15 соответственно); *вэ* – внутренний эпидермис; *нэ* – наружный эпидермис; *кс* – ксилема; *ф* – флоэма; стрелками показаны жилки

Переход в **имматурное возрастное состояние** в надземной сфере сопровождается развитием листового аппарата: листовые пластинки, ранее сложенные пополам по всей длине, расправляются и приобретают мечевидный облик, с небольшим «кармашком» (влагалищем) в основании листа, защищающим почку.

Начинает формироваться веерообразный габитус, характерный для взрослых растений, обусловленный двурядным листорасположением и вертикальной ориентацией листьев (ребром к солнцу). Число листьев возрастает до 5–7, увеличиваются их размеры (см. табл. 1), количество жилок в листе (в среднем до 10 и 20 у последнего, наиболее развитого листа у im_1-особей и im_2-особей соответственно). У im_1-растений гипокотиль еще сохраняется; как правило, все еще хорошо заметен главный корень. У im_2-особей гипокотиль утолщается и укорачивается, на нем образуются 6–8 придаточных корней, продолжается замена системы главного корня на комбинированную, а затем на придаточную.

Внутреннее строение осевых органов у im_1-особей по сравнению с *j*-особями существенных изменений не претерпевает, несколько увеличивается их диаметр (см. табл. 1; рис. 8, 9). Анатомическое строение главного и придаточных корней в зоне проведения у im_2-особей представлено на рис. 9. Придаточные корни имеют больший диаметр по сравнению с главным корнем, покрыты многослойной опробковевшей эктодермой, под которой залегает мощная мезодерма, хорошо развита эндодерма. В отличие от главного корня, стель которого имеет тетраархное строение, стель придаточного корня образована 6–8 (до 11) лучами ксилемы, между которыми залегает соответствующее число тяжей флоэмы. Таким образом, корни можно дифференцировать не только по расположению на растении, но и по анатомическому строению. Стель сильно паренхиматизирована, присутствуют крупные межклетники. У зрелых корней паренхима стели одревеснеет, соединяя лучи ксилемы в многолучевую звездочку.

Анатомическое строение листа характеризуется рядом особенностей (рис. 10, 11). Лист относительно тонкий – около 200 мкм (см. табл. 2), покрыт довольно мощной эпидермой, на долю которой приходится 32,4–36,3 % от толщины листа (у im_1- и im_2-особей соответственно). Эпидермис покрыт хорошо развитой кутикулой. Устьичный аппарат аномоцитный – каждое устьице окружено четырьмя клетками, не отличающимися от основных клеток эпидермы. Замыкающие клетки бобовидной формы. Устьица расположены по обеим сторонам листа (амфистоматический лист). Плотность устьиц «верхнего» и «нижнего» эпидермиса составляет в среднем 28–30 шт./мм^2 и относительно постоянна у особей всех возрастных состояний. Аналогичными показателями, по данным симферопольских ботаников, характеризуется эпидермис листьев большинства средне- и высокорослых сортов *Iris hybrida* Hort [9].

Мезофилл образован шестью слоями клеток (в центральной части листовой пластинки число слоев мезофилла может достигать 8). Мезофилл слабо дифференцирован: под каждым эпидермисом залегают три слоя клеток, содержащих множество мелких хлоропластов. Эти клетки плотно прилегают друг к другу и вытянуты в плоскости, перпендикулярной к длине листа. Только в центральной части листовой пластинки появляются 1–2 слоя более

крупных и более рыхло расположенных клеток мезофилла с немногочисленными хлоропластами. Анатомическое строение листа, таким образом, приближается к изолатеральному и обусловлено вертикальным расположением листовой пластинки по отношению к источнику света.

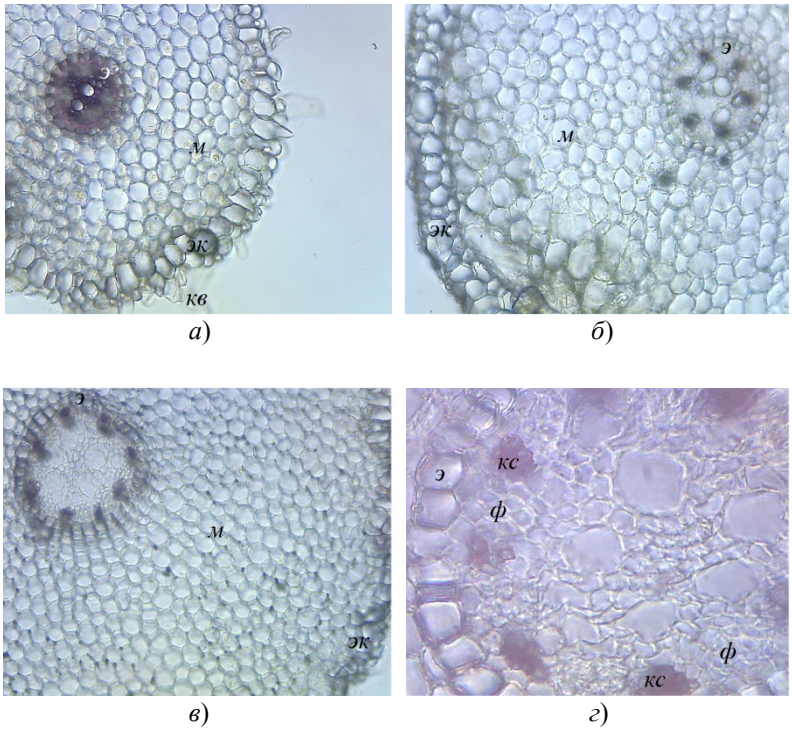


Рис. 8. Строение корней имматурных особей *Iris domestica* на поперечном срезе:
а – главный корень (тетраархный) im_1-особи в зоне всасывания (ув. 10 × 15);
б – придаточный корень (гексаархный) im_2-особи в зоне проведения (ув. 10 × 15);
в – придаточный корень (полиархный) im_2-особи в зоне проведения (ув. 10 × 15);
г – то же, стель (ув. 40 × 15); *эк* – эктодерма; *м* – мезодерма; *э* – эндодерма;
кв – корневой волосок; *кс* – ксилема; *ф* – флоэма

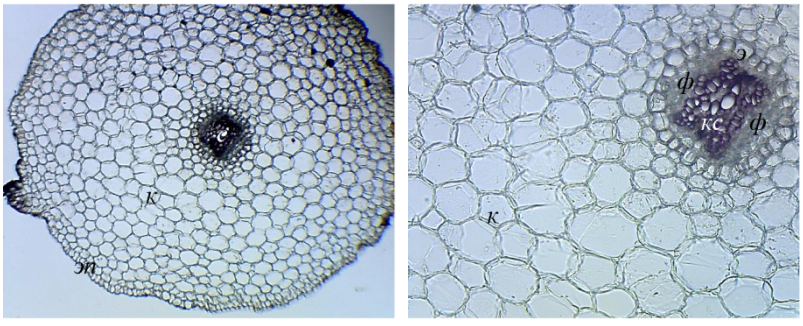
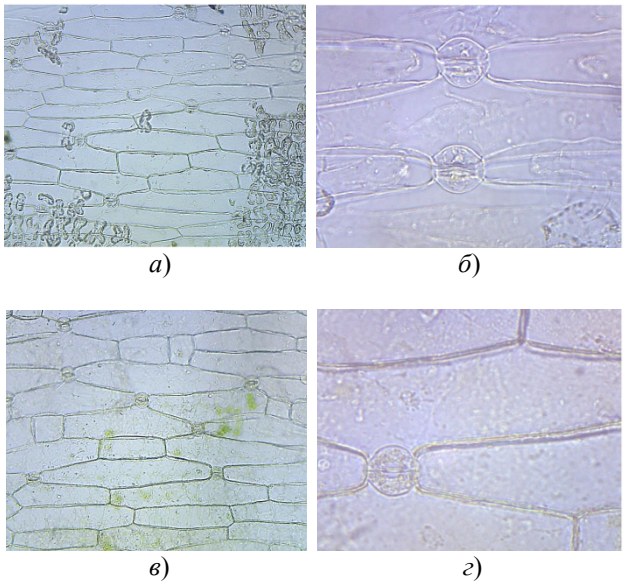


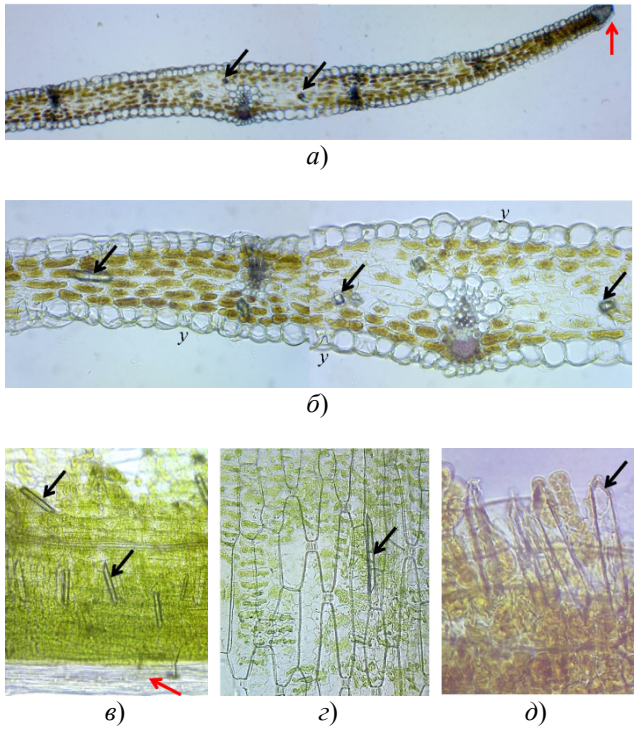
Рис. 9. Строение гипокотиля im_1-особи *Iris domestica* на поперечном срезе:
а – общий план строения (ув. 4 × 15); *б* – стель с частью кортекса (ув. 10 × 15);
эп – эпидерма; *э* – эндодерма; *к* – кортекс; *кс* – ксилема;
ф – флоэма; *с* – стель



а) *б*)

в) *г*)

Рис. 10. Строение верхнего эпидермиса листьев имматурных особей *Iris domestica*:
а – нижний эпидермис листа im_1-особи (ув. 10 × 15); *б* – то же (ув. 40 × 15);
в – верхний эпидермис листа im_2-особи (ув. 10 × 15); *г* – то же (ув. 40 × 15)



а)

б)

в) *г*) *д*)

Рис. 11. Внутреннее строение листьев im_2-особи *Iris domestica*:
а – поперечный срез листа (ув. 4 × 15); *б* – то же (ув. 10 × 15); *в* – вид листа
со стороны верхней эпидермы; часть мезофилла и нижняя эпидерма удалены
(ув. 10 × 15); *г* – нижний эпидермис и два слоя мезофилла (ув. 10 × 15); *д* – стилоиды
в мякоти листа (ув. 40 × 15); *у* – устьица, черными стрелками показаны стилоиды,
красными стрелками – бесцветные клетки края листа

Крупные, параллельно лежащие жилки (10 у im_1-особей и 20 у im_2-особей) располагаются поочередно то под «верхним», то под «нижним» эпидермисом, придавая листу двухстороннюю килеватость, особенно хорошо заметную у взрослых растений.

По обоим краям листа расположена группа плотно прилегающих друг к другу прозенхимных узких клеток с толстыми целлюлозными оболочками, не содержащих хлоропластов.

Обращает на себя внимание обилие крупных кристаллов оксалата кальция – стилоидов. Одни из них расположены параллельно и армируют крупные жилки; другие – перпендикулярно, по краю листа; третьи разбросаны в мезофилле (см. рис. 11). Кристаллы оксалата кальция свойственны листьям растений открытых мест обитания, поскольку способствуют рассеиванию света и защищают ткани мезофилла от перегрева.

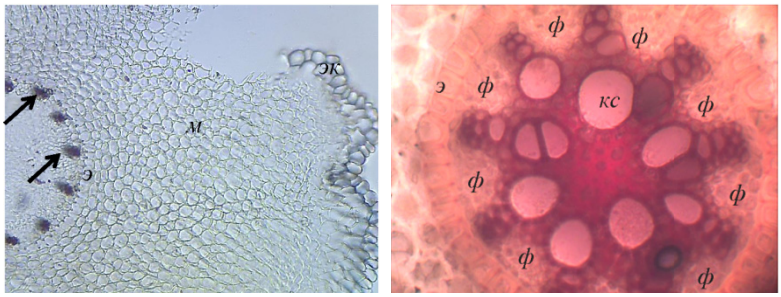
Таким образом, в условиях культуры беламканда китайская сохраняет особенности строения листа, очевидно, свойственные ей как гелиофиту и сформированные в природных местообитаниях в процессе филогенеза как приспособления к жизни на открытых солнечных скалистых участках рек и морских побережий.

Переход в виргинильное возрастное состояние сопровождается как общим увеличением размеров растения (утолщается основание розеточного побега до 7–10 мм; увеличиваются до 10–12 число придаточных корней и их диаметр и длина; возрастают число листьев и их размеры), так и переходом от моноподиального нарастания к симподиальному. В пазухе одного из нижних листьев закладывается боковая почка (рис. 12), которая прорывает листовое влагалище. Утолщенное основание розеточного побега преобразуется в корневище. Виргинильные особи зимуют. Осенью их листья усыхают и отмирают, на следующий год (в случае успешной перезимовки) образовавшаяся почка дает новый вегетативный и генеративный побеги – растение вступает в генеративный период развития.

Рис. 12. Основание побега виргинильной особи *Iris domestica* с почкой возобновления

Внутреннее строение придаточных корней отражено на рис. 13. Придаточные корни виргинильных особей имеют более чем в 2 раза больший диаметр, чем у имматурных особей. Они покрыты многослойной эктодермой, ха-

рактеризуются мощной мезодермой и хорошо выраженной эндодермой. Им свойственно полиархное строение, число лучей ксилемы возрастает до 9–12.



а) *б*)

Рис. 13. Строение придаточных корней в зоне проведения виргинильной особи *Iris domestica* на поперечном срезе: *а* – молодой корень (ув. 10 × 15); *б* – стель более старого корня (ув. 40 × 15); *эк* – эктодерма; *м* – мезодерма; э – эндодерма; *кс* – ксилема; *ф* – флоэма; стрелками показаны лучи ксилемы

Внутреннее строение листа *v*-особей отражает дальнейшее усложнение в онтогенезе ассимиляционных органов беламканды китайской. Как и у имматурных растений, основание листа напоминает кармашек, защищающий верхушечную почку (рис. 14). Резко (на 35–40 %) возрастает толщина листовой пластинки, как за счет увеличения числа слоев мезофилла до 8–10, так и размеров клеток. Увеличивается число жилок до 30–35. Окончательно оформляются морфометрические признаки амфистоматного изолатерального листа, свойственные взрослым особям вида.

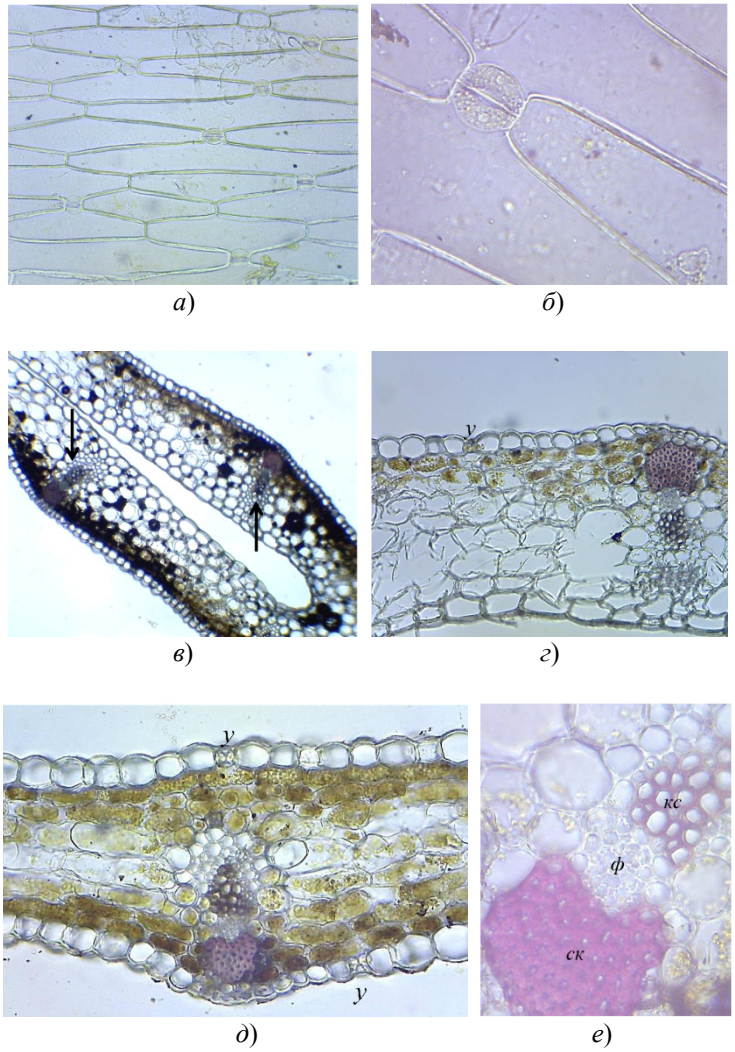
Генеративные особи (рис. 15) в первый год представляют собой высокие растения с разветвленным корневищем диаметром до 1,5 см, от которого отходят 10–15 придаточных корней. Наземная часть представлена 2–5 удлиненными побегами (65–83 см), префлоральная зона которых образована 8–9 междоузлиями, диаметр стебля в основании побега 5–8 мм.

Соцветие раскидистое, метельчатое, порядок ветвления соцветия 4–5. Цветки крупные, 5–7 см в поперечнике, широко открытые желто-оранжевые с красными пятнами (*Iris domestica* var. *purpurea* Hort [1]). Околоцветник из шести лепестков, сросшихся у основания. Тычинок три, их нити прикреплены у основания долей околоцветника. Пыльники двухгнездные, прикрепленные основанием. Завязь нижняя, трехгнездная, с многочисленными семяпочками в каждом гнезде. Количество цветков на одном растении от 50 до 120.

Плод – коробочка длиной от 35 до 50 мм (в среднем 43 ± 1 мм) с тонкими перепончатыми стенками, раскрывающаяся широко по створкам, с остающейся в центре колонкой с прикрепленными к ней черными блестящими семенами (от 10 до 20 шт.).

Продолжительность генеративного возрастного состояния в Пензенском ботаническом саду им. И. И. Спрыгина составляет 1–2 года. Повторное цветение (на следующий год) в большинстве случаев не наблюдается.

Внутреннее строение корней и листа генеративных особей сходно с особями виргинильного возрастного состояния. Строение стебля представлено на рис. 16.



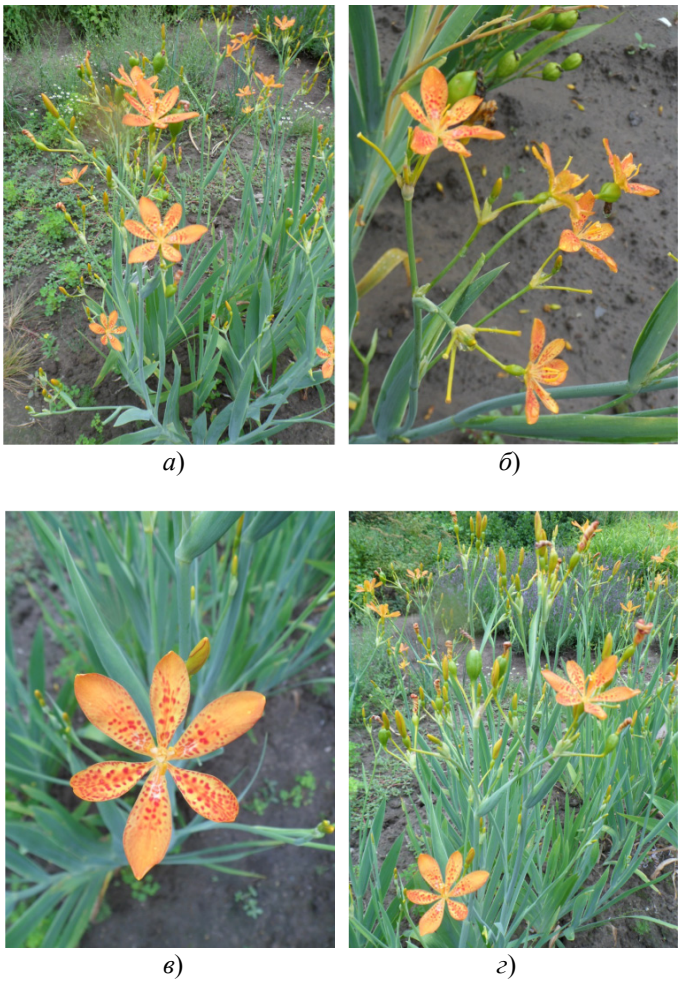
а) *б*) *в*) *г*) *д*) *е*)

Рис. 14. Внутреннее строение листьев виргинильной особи *Iris domestica*: *а* – нижний эпидермис (ув. 10 × 15); *б* – устьице (ув. 40 × 15); *в* – поперечный срез листа в основании (ув. 4 × 15); *г* – то же (ув. 10 ×15); *д* – поперечный срез листа в средней части (ув. 10 × 15); *е* – жилка (ув. 40 × 15); *у* – устьица; *кс* – ксилема; *ф* – флоэма; *ск* – склеренхима; черными стрелками показаны жилки

Стебель покрыт эпидермой с хорошо развитой кутикулой. Под ним залегает первичная кора, образованная преимущественно хлоренхимой (6–8 слоев клеток). На границе коры и стели выражено хорошо заметное кольцо склеренхимы, с которой сливаются склеренхимные обкладки периферических проводящих пучков. Проводящие пучки закрытые, биколлатеральные, с хорошо развитой склеренхимной обкладкой. Тип стели – атактостель.

Беламканда китайская в культуре Пензенского ботанического сада им. И. И. Спрыгина ведет себя как малолетнее растение: в первый год растение проходит прегенеративный период развития и зимует. При этом она проявляет зимостойкость: зиму переносит хорошо, без укрытия. Отрастание молодых растений после перезимовки происходит в середине – конце мая, когда

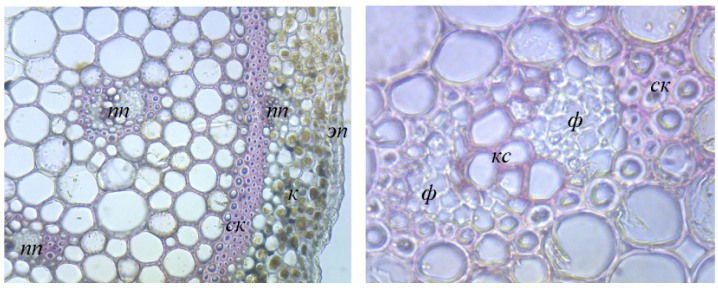
прогреется почва. В летний период очень страдает в период засухи, требует частого и обильного полива.



а) *б*)

в) *г*)

Рис. 15. Внешний вид генеративных особей *Iris domestica*:
а – общий вид растения; *б* – соцветие; *в* – цветок;
г – отцветающее растение с коробочками



а) *б*)

Рис. 16. Внутреннее строение стебля генеративной особи *Iris domestica*:
а – общий план строения (ув. 10 × 15); *б* – проводящий пучок (ув. 40 × 15);
эп – эпидермис; *пп* – проводящий пучок; *кс* – ксилема; *ф* – флоэма; *ск* – склеренхима

На второй год выращивания большинство растений зацветает. Цветение наблюдается во второй половине лета. Если период цветения совпадает с засухой, наблюдается быстрое отцветание: каждый цветок отцветает за 1–2 дня. В целом цветение продолжается 2–3 недели; в дождливую погоду до месяца. Семена созревают в конце сентября – октябре.

Культура беламканды китайской в Пензенском ботаническом саду им. И. И. Спрыгина поддерживается исключительно семенным способом. В природных условиях, видимо, возможно и вегетативное размножение беламканды. Наблюдается наличие столонов у особей в природе [10], а также слабое неспециализированное размножение коротким разветвленным утолщенным корневищем. При выращивании в культуре применяют и размножение делением корневища [7], но в Пензенском ботаническом саду им. И. И. Спрыгина этот способ не используется. Однако погодные условия 2010 г. благоприятно сказались на развитии растений, которые имели хорошо сформированные разветвленные корневища (2–3 дочерних корневища) и подвергались делению.

Таким образом, в условиях интродукции в Пензенской области многолетнее корневищное растение беламканда китайская ведет себя как малолетник (2–3-летник), а не как многолетник. Более быстрое прохождение жизненного цикла в условиях, далеких от экологического оптимума, – одна из приспособительных реакций вида на уровне онтогенеза особи.

Беламканда китайская – относительно позднецветущее растение, поэтому для нее очень важным периодом является осень, когда после отцветания параллельно с созреванием плодов происходят важные формообразовательные процессы в апексах, определяющие развитие растения на следующий год – заложение и формирование почек возобновления, а также процессы развития корневищ – утолщение, запасание питательных веществ, опробковение. Корневища растений из природных популяций описываются как «утолщенные, разветвленные» [11], «мясистые» [1], что совершенно не характерно для генеративных особей, выросших в условиях г. Пензы. Очевидно, за более короткий вегетативный период интродуценты не успевают завершить процессы роста и развития, результатом чего является их ослабленное состояние в последующем году.

Выводы

1. В условиях интродукции в Пензенском ботаническом саду им. И. И. Спрыгина у *Iris domestica* описаны следующие стадии и возрастные состояния: 1) латентный; 2) прегенеративный (ювенильные, имматурные, вегетативные особи); 3) генеративный периоды.

2. Каждому этапу онтогенеза свойственны определенные особенности внутреннего строения вегетативных органов, которые отражают усложнение уровня организации при переходе в новое возрастное состояние и адаптации к условиям обитания.

3. Многолетнее корневищное растение *Iris domestica* ведет себя как малолетник (2–3-летник) на территории Пензенской области. Более быстрое прохождение жизненного цикла в условиях интродукции, отличающихся от экологического оптимума, – одна из приспособительных реакций вида на уровне онтогенеза особи, связанная с сокращением вегетационного периода.

Список литературы

1. **Родионенко, Г. И.** Беламканда китайская / Г. И. Родионенко // Декоративные травянистые растения для открытого грунта СССР : в 2 т. – Л. : Наука, 1977. – Т. 1. – С. 165–166.
2. **Работнов, Т. А.** Определение возраста и длительности жизни у многолетних травянистых растений / Т. А. Работнов // Успехи современной биологии. – 1947. – Т. 24, № 1 (4). – С. 551–568.
3. **Работнов, Т. А.** Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах / Т. А. Работнов // Труды БИН АН СССР. Сер. III (Геоботаника). – 1950. – Вып. 6. – С. 7–204.
4. **Уранов, А. А.** Возрастной спектр ценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов / А. А. Уранов // Биологические науки. – 1975. – № 2. – С. 7–34.
5. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. – М. : Изд-во АН СССР, 1975.
6. **Барыкина, Р. П.** Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы / Р. П. Барыкина, Т. Д. Веселова, А. Г. Девятов, Х. Х. Джалилова, Г. М. Ильина, Н. В. Чубатова. – М. : МГУ, 2004. – 312 с.
7. **Карташева, Л. М.** Онтогенез редких и малоизученных видов семейства Iridaceae Juss. при интродукции в Центральном Черноземье / Л. М. Карташева // Вестник ВГУ. Сер. География. Геоэкология. – 2011. – № 1. – С. 167–170.
8. **Родионенко, Г. И.** Род Ирис – *Iris* L. / Г. И. Родионенко. – Л. : Наука, 1961. – 245 с.
9. **Кирпичева, Л. Ф.** Устьичный аппарат вида *Iris pumila* L. и сортов садовых групп *Iris hybrida* Hort / Л. Ф. Кирпичева, Э. Г. Бирюлева // Modern Phytomorphology. – 2012. – Т. 2. – С. 49–51.
10. **Белоусова, Л. С.** Беламканда китайская / Л. С. Белоусова // Красная книга СССР. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. – М. : Лесная промышленность, 1984. – Т. 2. – С. 209–210.
11. **Павлова, Н. С.** Беламканда китайская / Н. С. Павлова, М. Н. Колдаева // Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). – М. : КМК, 2008. – С. 292–293.

References

1. Rodionenko G. I. *Dekorativnye travyanistye rasteniya dlya otkrytogo grunta SSSR: v 2 t.* [Adornment herbaceous plants for the open ground of USSR: in 2 volumes]. Leningrad: Nauka, 1977, vol. 1, pp. 165–166.
2. Rabotnov T. A. *Uspekhi sovremennoy biologii* [Progress of modern biology]. 1947, vol. 24, no. 1 (4), pp. 551–568.
3. Rabotnov T. A. *Trudy BIN AN SSSR. Ser. III (Geobotanika)* [Proceedings of Botanic Institute of the USSR Academy of Sciences]. 1950, iss. 6, pp. 7–204.
4. Uranov A. A. *Biologicheskie nauki* [Biological sciences]. 1975, no. 2, pp. 7–34.
5. *Metodika fenologicheskikh nablyudeniy v botanicheskikh sadakh SSSR* [Methods of phenological observation in botanic gardens of USSR]. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1975.
6. Barykina R. P., Veselova T. D., Devyatov A. G., Dzhalilova Kh. Kh., Il'ina G. M., Chubatova N. V. *Spravochnik po botanicheskoy mikrotekhnike. Osnovy i metody* [Botanic microtechnology reference book. Fundamentals and methods]. Moscow: MGU, 2004, 312 p.
7. Kartasheva L. M. *Vestnik VGU. Ser. Geografiya. Geoekologiya* [Bulletin of VSU. Series: Geography. Geoecology]. 2011, no. 1, pp. 167–170.
8. Rodionenko G. I. *Rod Iris – Iris L.* [*Iris – Iris L.* genus]. Leningrad: Nauka, 1961, 245 p.

9. Kirpicheva L. F., Biryuleva E. G. *Modern Phytomorphology*. 2012, vol. 2, pp. 49–51.
10. Belousova L. S. *Krasnaya kniga SSSR. Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoy ischeznoveniya vidy zhivotnykh i rasteniy* [The red book of USSR. Rare and endangered species of animals and plants]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1984, vol. 2, pp. 209–210.
11. Pavlova N. S., Koldaeva M. N. *Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (rasteniya i griby)* [The red book of the Russian Federation (plants and fungi)]. Moscow: KMK, 2008, pp. 292–293.

Вяль Юлия Александровна
кандидат биологических наук, доцент, кафедра ботаники, физиологии и биохимии растений, Пензенский государственный университет (Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: vyal81@mail.ru

Vyal Yulia Alexandrovna
Candidate of biological sciences, associate professor, sub-department of botany, plant physiology and biochemistry, Penza State University (40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Мазей Наталья Григорьевна
кандидат биологических наук, доцент, кафедра ботаники, физиологии и биохимии растений, Пензенский государственный университет (Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: natashamazei@mail.ru

Mazei Natalya Grigorievna
Candidate of biological sciences, associate professor, sub-department of botany, plant physiology and biochemistry, Penza State University (40 Krasnaya street, Penza, Russia)

УДК 581.4+581.8
Вяль, Ю. А.
Становление анатомо-морфологической структуры *Iris domestica* Goldblatt et Mabb в онтогенезе в условиях интродукции в Пензенском ботаническом саду имени И. И. Спрыгина / Ю. А. Вяль, Н. Г. Мазей // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 4 (8). – С. 36–52.

ХИМИЯ

УДК 547.341+547.725

В. А. Тарасова, П. П. Муковоз, В. О. Козьминых

СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ ГИДРАЗОНОПРОИЗВОДНЫХ ДИАЛКИЛКЕТИПИНАТОВ

Аннотация.

Актуальность и цели. 1,3,4,6-Тетракарбонильные системы успешно используются в органическом синтезе и координационной химии как перспективные полифункциональные наноматериалы и биологически активные вещества. Химия таких представителей тетракарбонильных соединений, как эфиры 3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-диовой (кетипиновой) кислоты, до наших исследований оставалась недостаточно изученной. Цель работы – дополнить данные о химии диалкилкетипинатов и изучить особенности строения новых азотистых производных на их основе.

Материалы и методы. В качестве исходных соединений для получения диалкилкетипинатов использовали алкилацетаты, диалкилоксалаты и гидрид натрия. В качестве способа получения новых гидразонопроизводных была применена реакция диалкилкетипинатов с 2,4-динитрофенилгидразином в среде этанола с ледяной уксусной кислотой.

Результаты. Разработан способ получения различных эфиров 3-[2-(2,4-динитрофенил)гидразоно]гексан-1,6-диовой кислоты и эфиров 3,4-*бис*[2-(2,4-динитрофенил)гидразоно]гексан-1,6-диовой кислоты. Изучены особенности строения синтезированных соединений на основании данных ИК и ЯМР спектроскопии.

Выводы. Изучена реакция диалкилкетипинатов с 2,4-динитрофенилгидразином, в результате которой получены новые гидразонопроизводные. Исследованы особенности строения синтезированных соединений, установлено, что кетипинаты, в зависимости от условий, могут образовывать как моногидразонопроизводные, так и *бис*-гидразоны. Показано, что в твердом состоянии гидразонопроизводные кетипинатов ассоциированы, а в растворах ассоциация отсутствует.

Ключевые слова: 1,3,4,6-тетракарбонильные соединения, диалкилкетипинаты, 2,4-динитрофенилгидразин, гидразонопроизводные кетипинатов.

V. A. Tarasova, P. P. Mukovoz, V. O. Koz'minykh

SYNTHESIS AND STRUCTURE OF HYDRAZONE-DERIVATIVE DIALKYLKETIPINATS

Abstract.

Background. 1,3,4,6-Tetracarbonyl systems are successfully used in organic synthesis and coordination chemistry as perspective semi-functional nanomaterials and bioactive substances. Chemistry of such representatives of tetracarbonyl compounds as ethers of 3,4-dihydroxy-2,4-hexadiene-1,6-ketipic acid until the present research remained unsufficiently studied. The aim of the article is to supplement the data of

dialkylketipinat chemistry and to study the structural features of new nitrous derivatives of the basis thereof.

Materials and methods. The authors used alkylacetates, dialkyloxalates and sodium hydrides as parent compounds for obtainment of dialkylketipinats. The method of new hydrazine derivatives obtainment was a reaction of dialkylketipinats with 2,4-dinitrophenilhydrazine in the environment consisting of ethanol with glacial acetic acid.

Results. The authors developed a method of obtaining various ethers of 3-[2-(2,4-dinitrophenil)hydrazone]hexane-1,6-ketipic acid and ethers of 3,4-bis [2-(2,4-dinitrophenil)hydrazone]hexane-1,6-ketipic acid. The researchers studied the structural features of the synthesized compounds on the basis of data obtained by infrared and nuclear magnetic resonance spectroscopy.

Conclusions. The authors studied the reaction of dialkylketipinats with 2,4-dinitrophenilhydrazine, resulting in obtainment of new hydrazine derivatives. The researchers investigated the structural features of the synthesized compounds and established that the ketipinats may form both monohydrazone-derivative and bis-hydrazones depending on the conditions. It is shown that the hydrazine derivatives of ketipinats in solid condition are associated, and insolutions there is no association.

Key words: 1,3,4,6-tetracarbonyl compounds, dialkylketipinats, 2,4-dinitrophenilhydrazine, hydrazine derivatives of ketipinats.

1,3,4,6-Тетракарбонильные системы (ТКС) успешно используются в органическом синтезе и координационной химии как перспективные оксореагенты, полифункциональные наноматериалы и биологически активные вещества [1–16]. Однако химия таких представителей ТКС, как эфиры 3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-диовой (кетипиновой) кислоты **1**, остается недостаточно изученной [17–23].

Нами исследовано взаимодействие соединений **1** с 2,4-динитрофенилгидразином (ДНФГ), в результате которого выделены различные гидразон-производные кетипинатов: диметиловый **2а** и диэтиловый **2б** эфиры 3-[2-(2,4-динитрофенил)гидразоно]гексан-1,6-диовой кислоты; диэтиловый **3а**, дипропиловый **3б** и дибутиловый **3в** эфиры 3,4-*бис*[2-(2,4-динитрофенил)гидразоно]гексан-1,6-диовой кислоты (схема 1). Исходные диалкилкетипинаты **1** получены конденсацией Кляйзена алкилацетатов с диалкилоксалатами [17–20]. Строение соединений **2**, **3** установлено на основании данных ИК и ЯМР спектроскопии [24].

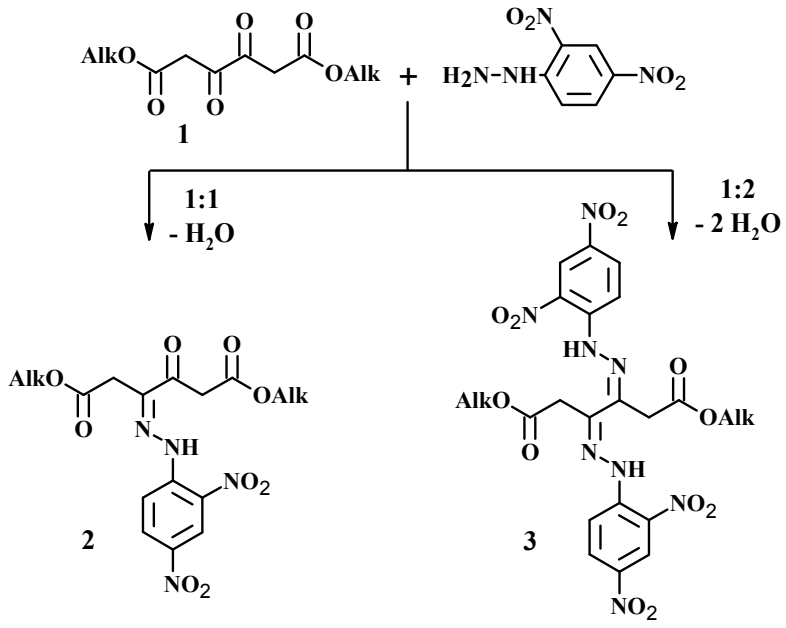
Согласно данным ИК спектров (KBr) в твердом состоянии соединения **2**, **3** ассоциированы, что подтверждается одновременным присутствием сразу двух полос поглощения в области 3354–3358 $см^{-1}$ и 3187–3206 $см^{-1}$. Высокочастотная полоса соответствует валентным колебаниям свободных вторичных *NH*-групп гидразонных фрагментов, а более низкочастотная полоса подтверждает наличие *NH*-групп, связанных водородными связями, межмолекулярный характер которых подтверждается отсутствием низкочастотной полосы поглощения в ИК спектрах разбавленных растворов соединений **2**, **3** (хлороформ).

В растворах соединения **2**, **3** существуют в форме производных гидразонов, что подтверждают данные ЯМР ^1H спектров.

Так, в спектрах соединений **2** присутствуют неэквивалентные синглеты двух протонов одной метиленовой $C(2)H_2$ группы при 3,73–3,90 м.д. и двух протонов одной метиленовой $C(5)H_2$ группы при 3,75–4,05 м.д., а также синг-

лет одного протона вторичной аминогруппы при 11,86–11,90 м.д. с хорошо сопоставимыми интегральными интенсивностями. В спектрах соединений **3** присутствует один неразделенный синглет четырех протонов двух метиленовых групп $C(2,5)H_2$ при 4,03–4,05 м.д. и один неразделенный синглет двух протонов двух вторичных аминогрупп при 11,89–11,93 м.д., что подтверждает симметрию молекулы относительно связи C(3)-C(4).

Схема 1. Синтез соединений (**2**, **3**)



Alk = Me (2а), Et (2б) **Alk =Et (3а), *n*-Pr (3б), *n*-Bu (3в)**

Представленные нами экспериментальные результаты расширяют сведения о химии диалкилкетипинатов и открывают перспективы структурных решений в области синтеза потенциально значимых гетерофункциональных производных этих соединений.

Экспериментальная химическая часть

ИК спектры полученных соединений **2**, **3** записаны на спектрофотометре «Инфралюм ФТ-02» в таблетке KBr и в растворе хлороформа. Спектры ЯМР ^{1}H соединений **2**, **3** получены на приборах «Bruker DRX-500» (500,13 МГц) и «MERCURYplus-300» (300,05 МГц) в дейтерохлороформе, внутренний стандарт – ТМС. Данные элементного анализа синтезированных соединений соответствуют расчетным значениям. Протекание реакций контролируют, а индивидуальность полученных веществ подтверждают методом ТСХ на пластинках Silufol UV-254 в системе гексан–ацетон, 2:1. Исходные реактивы перед использованием очищают перегонкой.

Диметиловый эфир 3-[2-(2,4-динитрофенил)гидразоно]гексан-1,6-диовой кислоты (2а). Смесь 0,51 г (2,5 ммоль) диметилкетипината **1а** и 0,5 г (2,5 ммоль) 2,4-динитрофенилгидразина растворяют при нагревании в 50 мл этанола и 20 мл ледяной уксусной кислоты и кипятят один час. Растворитель

испаряют, остаток растирают с эфиром и кристаллизуют из этанола или этилацетата. Получают гидразон **3а**, выход 0,25 г (26 %), т. пл. 124–125 °С. $C_{14}H_{14}N_4O_9$. *M* 382,28. ИК спектр, ν, $см^{-1}$, (KBr): 3354 ν (N-H), 3206 ν (N-H, (MBC)), 3102 ν (CH, Ar), 3038 ν (CH, Ar), 2956 ν_{as} (CH_3), 2907 ν_s (C(2,5)H_2), 2848 ν_s (CH_3), 1736 ν (C(1,6)=O), 1696 ν (C(4)=O), 1617 ν (C=C, Ar), 1585 ν (C=C, Ar), 1551 ν_{as} (C-NO_2), 1525 ν (C=N), 1503 ν (C=C, Ar), 1438 ν (C=C, Ar), 1408, 1340 ν_s (C-NO_2), 1319 $\delta_{веерные}$ (CH_2), 1276 $\delta_{плоские}$ (CH, Ar), 1220 ν_{as} (C-O-C), 1159, 1138 ν (C-N), 1118 ν (N- N), 1049 $\delta_{плоские}$ (CH, Ar), 1005 ν_s (C-O-C), 949, 922 $\nu_{скелетные}$(C-C), 871 δ (N-C(Ar)), 836 $\delta_{неплоские}$ (CH, Ar), 808 $\delta_{неплоские}$ (C-H, Ar), 764 $\delta_{маятниковые}$ (CH_2), 742, 706, 689, 672, 645 δ (C-N-O), 640 δ (C-N-O), 629, 598, 535, 516, 489 $\delta_{скелетные}$ (C-C). (Хлороформ): 3300 ν (N-H), 3102 ν (CH, Ar), 3038 ν (CH, Ar), 2956 ν_{as} (CH_3), 2848 ν_s (CH_3), 1736 ν(C(1,6)=O), 1696 ν(C(4)=O), 1617 ν(C=C, C=N), 1585 ν(C=C, Ar), 1551 ν_{as} (C-NO_2), 1525, 1503 ν(C=C, Ar), 1438 ν(C=C, Ar), 1408, 1340 ν_s (C-NO_2), 1319 $\delta_{веерные}$ (CH_2), 1276 $\delta_{плоские}$ (CH, Ar), 1220 ν_{as}(C-O-C), 1159, 1138, 1049 $\delta_{плоские}$ (CH, Ar), 1005 ν_s (C-O-C), 949, 922 $\nu_{скелетные}$(C-C), 871 ν(C-N), 836 $\delta_{неплоские}$ (CH, Ar), 808 $\delta_{неплоские}$ (C-H, Ar), 764 $\delta_{маятниковые}$ (CH_2), 742, 706, 689, 672, 645 δ (C-N-O), 640 δ (C-N-O), 629, 598, 535, 516, 489 $\delta_{скелетные}$ (C-C). Спектр ЯМР ^{1}H (Bruker DRX-500), δ, м.д. ($CDCl_3$): 3,73 с (2H, C(5)H_2), 3,76 с (2H, C(2)H_2), 3,84 с (3H, C(1)OOC$\underline{H}_3$), 3,96 с (3H, C(6)OOC$\underline{H}_3$), 8,07 д (1H(6), C_6H_4), 8,48 д (1H(5), C_6H_4), 9,17 с (1H(3), C_6H_4), 11,86 с (1H, NH). Найдено, %: C 44,30; H 3,44; N 14,42. $C_{14}H_{14}N_4O_9$. Вычислено, %: C 43,99; H 3,69; N 14,66.

Диэтиловый эфир 3-[2-(2,4-динитрофенил)гидразоно]гексан-1,6-диовой кислоты (2б). Смесь 0,58 г (2,5 ммоль) диэтилкетипината **1б** и 0,5 г (2,5 ммоль) 2,4-динитрофенилгидразина растворяют при нагревании в 50 мл этанола и 20 мл ледяной уксусной кислоты и кипятят 20 мин. Растворитель испаряют, остаток растирают с эфиром и кристаллизуют из этанола или этилацетата. Получают гидразон **3б**, выход 0,60 г (58 %), т. пл. 102–105 °С. $C_{16}H_{18}N_4O_9$. *M* 410,34. ИК спектр, ν, $см^{-1}$, (KBr): 3358 ν (N-H), 3193 ν (N-H, (MBC)), 3102 ν (CH, Ar), 3038 ν (CH, Ar), 2986 ν_{as} (CH_3), 2940 ν_{as} (CH_2), 2907 ν_s (C(2,5)H_2), 2872 ν_s (CH_2), 1735 ν(C(1,6)=O), 1696 ν (C(4)=O), 1617 ν (C=C, Ar), 1586 ν (C=C, Ar), 1552 ν_{as} (C-NO_2), 1525 ν (C=N), 1503 ν (C=C, Ar), 1449 ν (C=C, Ar), 1394, 1334 ν_s (C-NO_2), 1276 $\delta_{плоские}$ (CH, Ar), 1218 ν_{as} (C-O-C), 1159, 1138 ν (C-N), 1118 ν (N-N), 1025 $\delta_{плоские}$ (CH, Ar), 998 ν_s (C-O-C), 922 $\nu_{скелетные}$ (C-C), 878 δ (N-C(Ar)), 836 $\delta_{неплоские}$ (CH, Ar), 808 $\delta_{неплоские}$ (CH, Ar), 763 $\delta_{маятниковые}$ (CH_2), 742, 682, 661, 645 δ (C-N-O), 640 δ (C-N-O), 598, 535, 515, 491 $\delta_{скелетные}$ (C-C). (Хлороформ): 3300 ν(N-H), 3102 ν(CH, Ar), 3038 ν(CH, Ar), 2986 ν_{as} (CH_3), 2940 ν_{as} (CH_2), 2907 ν_s (C(2,5)H_2), 2872 ν_s (CH_2), 1735 ν(C(1,6)=O), 1696 ν (C(4)=O), 1617 ν (C=C, C=N), 1586 ν(C=C, Ar), 1552 ν_{as} (C-NO_2), 1503 ν(C=C, Ar), 1449 ν(C=C, Ar), 1394, 1334 ν_s (C-NO_2), 1276 $\delta_{плоские}$ (CH, Ar), 1218 ν_{as}(C-O-C), 1025 $\delta_{плоские}$ (CH, Ar), 998 ν_s (C-O-C), 922 $\nu_{скелетные}$(C-C), 878 ν(C-N), 836 $\delta_{неплоские}$ (CH, Ar), 808 $\delta_{неплоские}$ (CH, Ar), 763 $\delta_{маятниковые}$ (CH_2), 742, 682, 661, 645 δ (C-N-O), 640 δ (C-N-O), 598, 535, 515, 491 $\delta_{скелетные}$ (C-C). Спектр ЯМР ^{1}H (Bruker DRX-500), δ, м.д. ($CDCl_3$): 1,30 т (3H, C(1)OOCH_2C$\underline{H}_3$), 1,35 т (3H, C(6)OOCH_2C$\underline{H}_3$), 3,90 с (2H, C(2)H_2), 4,05 с (2H, C(5)H_2), 4,20 кв (2H, 2C(1)OOC$\underline{H}_2$CH_3), 4,25 кв (2H, 2C(6)OOC$\underline{H}_2$CH_3), 8,15 д (1H(6), C_6H_4), 8,52 д (1H(5), C_6H_4), 9,20 с (1H(3), C_6H_4), 11,90 с (1H, NH). Найдено, %: C 46,49; H 4,58; N 13,80. $C_{16}H_{18}N_4O_9$. Вычислено, %: C 46,83; H 4,42; N 13,65.

Диэтиловый эфир 3,4-бис[2-(2,4-динитрофенил)гидразоно]гексан-1,6-диовой кислоты (3а). Смесь 0,29 г (1,25 ммоль) диэтилкетипината **1б** и 0,5 г (2,5 ммоль) 2,4-динитрофенилгидразина растворяют при нагревании в 50 мл этанола и 20 мл ледяной уксусной кислоты и кипятят 4 ч. Растворитель испаряют, остаток растирают с эфиром и кристаллизуют из этанола или этилацетата. Получают гидразон **3а**, выход 0,22 г (30 %), т. пл. 225–227 °С. Спектр ЯМР ^{1}H (Bruker DRX-500), δ, м.д. ($CDCl_3$): 1,31 т (6H, $2OCH_2C\underline{H}_3$, J=7,5 Гц), 4,03 с (4H, $2C(2,5)H_2$), 4,26 кв (4H, $2OC\underline{H}_2CH_3$, J=7,5 Гц), 8,14 д (2H(6), $2C_6H_3$), 8,45 д (2H(5), $2C_6H_3$), 9,18 с (2H(3), $2C_6H_3$), 11,89 с (2H, 2NH). Найдено, %: С 44,92; Н 3,83; N 18,77. $C_{22}H_{22}N_8O_{12}$. Вычислено, %: С 44,75; Н 3,76; N 18,98.

Дипропиловый эфир 3,4-бис[2-(2,4-динитрофенил)гидразоно]гексан-1,6-диовой кислоты (3б). Смесь 0,32 г (1,25 ммоль) дипропилкетипината **1в** и 0,5 г (2,5 ммоль) 2,4-динитрофенилгидразина растворяют при нагревании в 50 мл этанола и 20 мл ледяной уксусной кислоты и кипятят 4 ч. Растворитель испаряют, остаток растирают с эфиром и кристаллизуют из этанола или этилацетата. Получают гидразон **3б**, выход 0,16 г (21 %), т. пл. 165–169 °С. Спектр ЯМР ^{1}H (Bruker DRX-500), δ, м.д. ($CDCl_3$): 0,92 т (6H, $2OCH_2CH_2C\underline{H}_3$, J=7,2 Гц), 1,69 м (4H, $2OCH_2C\underline{H}_2CH_3$, J=7,2 Гц), 4,05 с (4H, $2C(2,5)H_2$), 4,16 т (4H, $2OC\underline{H}_2CH_2CH_3$, J=7,2 Гц), 8,10 д (2H(6), $2C_6H_3$), 8,44 д (2H(5), $2C_6H_3$), 9,18 с (2H(3), $2C_6H_3$), 11,93 с (2H, 2NH). Найдено, %: С 46,72; Н 4,31; N 18,01. $C_{24}H_{26}N_8O_{12}$. Вычислено, %: С 46,60; Н 4,24; N 18,12.

Дибутиловый эфир 3,4-бис[2-(2,4-динитрофенил)гидразоно]гексан-1,6-диовой кислоты (3в). Смесь 0,36 г (1,25 ммоль) дибутилкетипината **1в** и 0,5 г (2,5 ммоль) 2,4-динитрофенилгидразина растворяют при нагревании в 50 мл этанола и 20 мл ледяной уксусной кислоты и кипятят 20 мин. Растворитель испаряют, остаток растирают с эфиром и кристаллизуют из этанола или этилацетата. Получают гидразон **4а**, выход 0,30 г (37 %), т. пл. 102–105 °С. $C_{26}H_{30}N_8O_{12}$. *M* 646,56. ИК спектр, ν, $см^{-1}$, (KBr): 3312 ν (N-H), 3187 ν (N-H, (MBC)), 3102 ν (CH, Ar), 3038 ν (CH, Ar), 2963 ν_{as} (CH_3), 2936 ν_{as} (CH_2), 2901 ν_s ($C(2,5)H_2$), 2875 ν_s (CH_2), 1732 ν (C=O), 1614 ν (C=C, Ar), 1589 ν (C=C, Ar), 1543 ν_{as} ($C-NO_2$), 1519 ν (C=N), 1499 ν (C=C, Ar), 1441 ν (C=C, Ar), 1423, 1385 δ_s (CH_3), 1338 ν_s ($C-NO_2$), 1280 $\delta_{плоские}$ (CH, Ar), 1211 ν_{as} (C-O-C), 1171, 1138 ν (C-N), 1110 ν (N-N), 1064 $\delta_{плоские}$ (CH, Ar), 1036 ν_s (C-O-C), 971, 922 $\nu_{скелетные}$ (C-C), 858 δ (N-C(Ar)), 836 $\delta_{неплоские}$ (CH, Ar), 808 $\delta_{неплоские}$ (CH, Ar), 762 $\delta_{маятниковые}$ (CH_2), 684, 661, 645 δ (C-N-O), 640 δ (C-N-O), 626, 579, 513, 491 $\delta_{скелетные}$ (C-C). (Хлороформ): 3300 ν(N-H), 3102 ν(CH, Ar), 3038 ν(CH, Ar), 2963 ν_{as} (CH_3), 2936 ν_{as} (CH_2), 2901 ν_s ($C(2,5)H_2$), 2875 ν_s (CH_2), 1732 ν (C=O), 1614 ν (C=C, C=N), 1589 ν (C=C, Ar), 1543 ν_{as} ($C-NO_2$), 1519, 1499 ν (C=C, Ar), 1441 ν(C=C, Ar), 1423, 1385 δ_s (CH_3), 1338 ν_s ($C-NO_2$), 1280 $\delta_{плоские}$ (CH, Ar), 1211 ν_{as}(C-O-C), 1167, 1139, 1112, 1064 $\delta_{плоские}$ (CH, Ar), 1036 ν_s (C-O-C), 971, 922 $\nu_{скелетные}$(C-C), 858 ν(C-N), 836 $\delta_{неплоские}$ (CH, Ar), 808 $\delta_{неплоские}$ (CH, Ar), 762 $\delta_{маятниковые}$ (CH_2), 684, 661, 645 δ (C-N-O), 640 δ (C-N-O), 626, 579, 513, 491 $\delta_{скелетные}$ (C-C). Спектр ЯМР ^{1}H (Bruker DRX-500), δ, м.д. ($CDCl_3$): 0,90 т (6H, $2OCH_2CH_2CH_2C\underline{H}_3$), 1,35 м (4H, $2OCH_2CH_2C\underline{H}_2CH_3$), 1,65 м (4H, $2OCH_2C\underline{H}_2CH_2CH_3$), 4,05 с (4H, $2C(2,5)H_2$), 4,20 кв (4H, $2OC\underline{H}_2$ $CH_2CH_2CH_3$), 8,10 д (2H(6), $2C_6H_4$), 8,45 д (2H(5), $2C_6H_4$), 9,20 с (2H(3), $2C_6H_4$), 11,90 с (2H, 2NH). Найдено, %: С 48,62; Н 4,83; N 16,98. $C_{26}H_{30}N_8O_{12}$. Вычислено, %: С 48,30; Н 4,68; N 17,33.

Список литературы

1. **Игидов, Н. М.** 1,3,4,6-Тетракарбонильные соединения. 3. Синтез, особенности строения и противомикробная активность 1,6-диарил-3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов / Н. М. Игидов, Е. Н. Козьминых, О. А. Софьина [и др.] // Химия гетероциклических соединений. – 1999. – № 11. – С. 1466–1475.
2. **Козьминых, В. О.** 1,3,4,6-Тетракарбонильные соединения в синтезе биологически активных енаминокетонов, полуаминалей и азагетероциклических систем / В. О. Козьминых // Фармация и фармакология. – 1993. – № 4. – С. 90–91.
3. **Шарутин, В. В.** Взаимодействие октантетраона-2,4,5,7 с пентафенилсурьмой / В. В. Шарутин, О. К. Шарутина, В. С. Сенчурин, П. П. Муковоз // Журнал неорганической химии. – 2014. – Т. 59, № 5. – С. 678.
4. **Löw, N.** Polynukleare Metall(II)-Chelatkomplexe durch spontane Selbstorganisation: metalla-Kronenether und ihre Einschluβ-Komplexe, tetranukleare und octanukleare Metall-Chelate / Löw N. – Erlangen ; Nürnberg : Institut für Organische Chemie der Friedrich-Alexander-Universität, 1997. –102 s.
5. **Козьминых, В. О.** Металлопроизводные p-π-электронизбыточных поликарбонильных систем с сочлененными α- и β-диоксофрагментами. Сообщение 1. Обзор литературы / В. О. Козьминых, Е. А. Кириллова, Ю. В. Щербаков [и др.] // Вестник Оренбург. гос. ун-та. – 2008. – № 9. – С. 185–198.
6. **Козьминых, В. О.** Металлопроизводные p-π-электронизбыточных поликарбонильных систем с сочлененными α- и β-диоксофрагментами. Сообщение 3. Синтез и строение метало(II)хелатов 4-оксозамещенных эфиров 2-гидрокси-2-алкеновых кислот / В. О. Козьминых, Е. А. Кириллова, А. Н. Виноградов [и др.] // Вестник Оренбург. гос. ун-та. – 2009. – № 4. – С. 135–149.
7. **Карманова, О. Г.** Синтез и строение динатрий-бис-диалкил-1,3-дикетонатов. Сообщение 4 / О. Г. Карманова, В. О. Козьминых, П. П. Муковоз // Башкирский химический журнал. – 2012. – Т. 19, № 2. – С. 82–84.
8. **Козьминых, В. О.** 1,3,4,6-Тетракарбонильные системы. Сообщение 9. Диэтилкетипинат: синтез, особенности строения и взаимодействие с 1,2-диаминобензолом / В. О. Козьминых, П. П. Муковоз, Е. А. Кириллова // Вестник Оренбург. гос. ун-та. – 2009. – № 5. – С. 155–166.
9. **Карманова, О. Г.** Современные достижения в области синтеза и изучения строения 1,3,4,6-тетракарбонильных систем и их ближайших аналогов / О. Г. Карманова, В. О. Козьминых, П. П. Муковоз, Е. Н. Козьминых // Башкирский химический журнал.– 2012. – Т. 19, № 3. – С. 109–114.
10. **Кириллова, Е. А.** Синтез, особенности строения и таутомерия 1,6-дизамещенных 3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов / Е. А. Кириллова, П. П. Муковоз, А. Н. Виноградов [и др.] // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 2011. – Т. 54, № 4. – С. 18–22.
11. **Козьминых, В. О.** Конденсация эфиров метиленактивных карбоновых кислот с диалкилоксалатами: обзор / В. О. Козьминых, В. И. Гончаров, Е. Н. Козьминых, П. П. Муковоз // Вестник Оренбург. гос. ун-та. – 2007. – № 9. – С. 134–149.
12. **Карманова, О. Г.** Синтез и структурное разнообразие 1,6-диалкил-3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов / О. Г. Карманова, П. П. Муковоз, Е. Н. Козьминых, В. О. Козьминых // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 2013. – Т. 56, вып. 1. – С. 13–16.
13. **Карманова, О. Г.** Синтез и строение 2,3-бис-(2-оксоалкилиден)-1,2,3,4-тетрагидрохиноксалинов / О. Г. Карманова, П. П. Муковоз, В. О. Козьминых, Е. Н. Козьминых // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2013. – Т. 56, № 3. – С. 3–7.
14. **Муковоз, П. П.** Простой однореакторный синтез 2,2-хиноксалин-2,3-диилдиацетатов / П. П. Муковоз, О. Г. Карманова, Е. Н. Козьминых, В. О. Козьминых // Башкирский химический журнал. – 2012. – Т. 19, № 2. – С. 12–15.

15. **Муковоз, П. П.** Новый простой метод получения 2,2′-(2H-1,4-бензоксазин-2,3-диилиден)диацетатов / П. П. Муковоз, В. О. Козьминых, О. Н. Дворская // Башкирский химический журнал. – 2010. – Т. 17, № 3. – С. 23–24.
16. **Муковоз, П. П.** Синтез 2,2'-(2-оксоимидазолидин-4,5-диилиден)диацетатов / П. П. Муковоз, В. О. Козьминых, И. Н. Ноздрин, Е. Н. Козьминых // Химия гетероциклических соединений. – 2010. – № 8 (518). – С. 1262–1264.
17. **Муковоз, П. П.** Синтез и особенности строения эфиров 3,4-дигидрокси-1,6-гександиовой кислоты / П. П. Муковоз, О. Н. Дворская, В. О. Козьминых // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2011. – Т. 54, № 5. – С. 96–100.
18. **Муковоз, П. П.** Синтез, строение и свойства эфиров 3,4-дигидрокси-1,6-гександиовой кислоты : автореф. дис. … канд. хим. наук / Муковоз П. П. – Ярославль : Изд-во Ярослав. гос. техн. ун-та, 2010. – 23 с.
19. **Муковоз, П. П.** Синтез, строение и свойства эфиров 3,4-дигидрокси-1,6-гександиовой кислоты : дис. … канд. хим. наук / Муковоз П. П. – Ярославль : Изд-во Ярослав. гос. техн. ун-та, 2010. – 171 с.
20. **Муковоз, П. П.** Синтез, строение и свойства эфиров 3,4-диоксо-1,6-гександиовой (кетипиновой) кислоты / П. П. Муковоз, В. О. Козьминых // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2013. – № 2 (2). – С. 88–101.
21. **Franzen, H.** Die Bildung der Citronensäure aus Ketipinsäure / H. Franzen, F. Schmitt // Berichte. – 1925. – Bd. 58. – S. 222–226.
22. **Fittig, R.** Ueber die Diacetyldicarbonsäure (Ketipinsäure) und das Diacetyl / R. Fittig, C. Daimler, H. Keller // Liebigs Annalen der Chemie. – 1888. – Bd. 249. – S. 182–214.
23. **Stachel, H.-D.** Synthese einiger Derivate der 3,4-Diketo-adipinsäure 7. Mitt. über Keten-Derivate / H.-D. Stachel // Archiv der Pharmazie. – 1962. – Bd. 295, № 10. – S. 735–744.
24. **Муковоз, П. П.** Взаимодействие диалкилкетипинатов с 2,4-динитрофенилгидразином / П. П. Муковоз, В. О. Козьминых // Вестник Южно-Уральского гос. ун-та. Серия: Химия. – 2009. – Вып. 2, № 23. – С. 4–8.

References

1. Igidov N. M., Koz'minykh E. N., Sof'ina O. A. et al. *Khimiya geterotsiklicheskikh soedineniy* [Chemistry of heterocyclic compounds]. 1999, no. 11, pp. 1466–1475.
2. Koz'minykh V. O. *Farmatsiya i farmakologiya* [Pharmacy and pharmacology]. 1993, no. 4, pp. 90–91.
3. Sharutin V. V., Sharutina O. K., Senchurin V. S., Mukovoz P. P. *Zhurnal neorganicheskoy khimii* [Journal of nonorganic chemistry]. 2014, vol. 59, no. 5, p. 678.
4. Löw, N. *Polynukleare Metall(II)-Chelatkomplexe durch spontane Selbstorganisation: metalla-Kronenether und ihre Einschluß-Komplexe, tetranukleare und octanukleare Metall-Chelate* [Complexes of polynuclear metal(II)-chelate of spontaneous self-organization: complexes of crown ethers and inclusions thereof, tetranuclear and octanuclear metal-chelates]. Erlangen; Nürnberg: Institut für Organische Chemie der Friedrich-Alexander-Universität, 1997, 102 p.
5. Koz'minykh V. O., Kirillova E. A., Shcherbakov Yu. V. et al. *Vestnik Orenburg. gos. un-ta* [Bulletin of Orenburg State University]. 2008, no. 9, pp. 185–198.
6. Koz'minykh V. O., Kirillova E. A., Vinogradov A. N. et al. *Vestnik Orenburg. gos. un-ta* [Bulletin of Orenburg State University]. 2009, no. 4, pp. 135–149.
7. Karmanova O. G., Koz'minykh V. O., Mukovoz P. P. *Bashkirskiy khimicheskiy zhurnal* [Bashkiria chemical journal]. 2012, vol. 19, no. 2, pp. 82–84.
8. Koz'minykh V. O., Mukovoz P. P., Kirillova E. A. *Vestnik Orenburg. gos. un-ta* [Bulletin of Orenburg State University]. 2009, no. 5, pp. 155–166.

9. Karmanova O. G., Koz'minykh V. O., Mukovoz P. P., Koz'minykh E. N. *Bashkirskiy khimicheskiy zhurnal* [Bashkiria chemical journal]. 2012, vol. 19, no. 3, pp. 109–114.
10. Kirillova E. A., Mukovoz P. P., Vinogradov A. N. et al. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [University proceedings. Chemistry and chemical technology]. 2011, vol. 54, no. 4, pp. 18–22.
11. Koz'minykh V. O., Goncharov V. I., Koz'minykh E. N., Mukovoz P. P. *Vestnik Orenburg. gos. un-ta* [Bulletin of Orenburg State University]. 2007, no. 9, pp. 134–149.
12. Karmanova O. G., Mukovoz P. P., Koz'minykh E. N., Koz'minykh V. O. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [University proceedings. Chemistry and chemical technology]. 2013, vol. 56, iss. 1, pp. 13–16.
13. Karmanova O. G., Mukovoz P. P., Koz'minykh V. O., Koz'minykh E. N. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Seriya: Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [University proceedings. Chemistry and chemical technology]. 2013, vol. 56, no. 3, pp. 3–7.
14. Mukovoz P. P., Karmanova O. G., Koz'minykh E. N., Koz'minykh V. O. *Bashkirskiy khimicheskiy zhurnal* [Bashkiria chemical journal]. 2012, vol. 19, no. 2, pp. 12–15.
15. Mukovoz P. P., Koz'minykh V. O., Dvorskaya O. N. *Bashkirskiy khimicheskiy zhurnal* [Bashkiria chemical journal]. 2010, vol. 17, no. 3, pp. 23–24.
16. Mukovoz P. P., Koz'minykh V. O., Nozdrin I. N., Koz'minykh E. N. *Khimiya geterotsiklicheskikh soedineniy* [Chemistry of heterocyclic compounds]. 2010, no. 8 (518), pp. 1262–1264.
17. Mukovoz P. P., Dvorskaya O. N., Koz'minykh V. O. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Seriya: Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [University proceedings. Chemistry and chemical technology]. 2011, vol. 54, no. 5, pp. 96–100.
18. Mukovoz P. P. *Sintez, stroenie i svoystva efirov 3,4-digidroksi-1,6-geksandiovoy kisloty: avtoref. dis. kand. khim. nauk* [Synthesis, structure and features of ethers of 3,4-dihydroxy-1,6-hexaneketipic acid: author's abstract of dissertation to apply for the degree of the candidate of chemical sciences]. Yaroslavl: Izd-vo Yaroslav. gos. tekhn. un-ta, 2010, 23 p.
19. Mukovoz P. P. *Sintez, stroenie i svoystva efirov 3,4-digidroksi-1,6-geksandiovoy kisloty: dis. kand. khim. nauk* [Synthesis, structure and features of ethers of 3,4-dihydroxy-1,6-hexaneketipic acid: dissertation to apply for the degree of the candidate of chemical sciences]. Yaroslavl: Izd-vo Yaroslav. gos. tekhn. un-ta, 2010, 171 p.
20. Mukovoz P. P., Koz'minykh V. O. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki* [University proceedings. Volga region. Natural sciences]. 2013, no. 2 (2), pp. 88–101.
21. Franzen H. Die, Schmitt F. *Berichte* [Reports]. 1925, vol. 58, pp. 222–226.
22. Fittig R., Daimler C., Keller H. *Liebigs Annalen der Chemie* [Liebig's annals of chemistry]. 1888, vol. 249, pp. 182–214.
23. Stachel H.-D. *Archiv der Pharmazie* [Archives of Pharmacy]. 1962, vol. 295, no. 10, pp. 735–744.
24. Mukovoz P. P., Koz'minykh V. O. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gos. un-ta. Seriya: Khimiya* [Bulletin of South-Ural State University. Series: Chemistry]. 2009, iss. 2, no. 23, pp. 4–8.

Тарасова Виктория Алексеевна
аспирант, Оренбургский государственный университет;
специалист-эксперт отдела управления фармацевтической деятельности, Министерство здравоохранения Оренбургской области
(Россия, г. Оренбург, ул. Терешковой, 33)

E-mail: rianna@bk.ru

Tarasova Viktoriya Alekseevna
Postgraduate student, Orenburg State University; expert of the department of pharmaceutical management department, Ministry of healthcare of Orenburg region
(33 Tereshkovoy street, Orenburg, Russia)

Муковоз Петр Петрович
кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник, Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза Уральского отделения Российской академии наук
(Россия, г. Оренбург, ул. Пионерская, 11)

E-mail: mpp27@mail.ru

Mukovoz Petr Petrovich
Candidate of chemical sciences, leading researcher, Institute of cell and intracellular symbiosis of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences
(11 Pionerskaya street, Orenburg, Russia)

Козьминых Владислав Олегович
доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химии, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет
(Россия, г. Пермь, ул. Сибирская, 24)

E-mail: kvoncstu@yahoo.com

Koz'minykh Vladislav Olegovich
Doctor of chemical sciences, professor, head of sub-department of chemistry, Perm State Humanitarian Pedagogical University
(24 Sibirskaya street, Perm, Russia)

УДК 547.341+547.725
Тарасова, В. А.
Синтез и строение гидразонопроизводных диалкилкетипинатов / В. А. Тарасова, П. П. Муковоз, В. О. Козьминых // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 4 (8). – С. 53–61.

УДК 544.65

Ю. П. Перелыгин, С. В. Кабанов, С. Ю. Киреев

ТЕМПЕРАТУРНО-КИНЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД В ГАЛЬВАНОТЕХНИКЕ

Аннотация.

Актуальность и цели. Определение энергии активации электроосаждения металлов позволяет оптимизировать процесс получения качественных покрытий.

Материалы и методы. При проведении исследований использованы методы: классификации, аналогии применительно к использованию смежных отраслей науки и техники.

Результаты. На основании данных различных исследователей, в том числе собственных, в области электроосаждения металлов и сплавов проведен критический анализ температурно-кинетического метода. В статье обсуждаются достоинства и недостатки данного метода исследования процесса электроосаждения металлов. Приведены основные причины возникновения предельного тока при разряде ионов металлов, а именно: замедленная стадия разряда, диффузии, комплексообразования, адсорбции ПАВ, установлена их температурная зависимость. Сформулированы основные условия, необходимые для применения температурно-кинетического метода.

Выводы. Температурно-кинетический метод определения лимитирующей стадии процесса электроосаждения металла по величине его энергии активации является качественным методом и может быть использован только совместно с другими методами.

Ключевые слова: кинетика электроосаждения металлов, температурно-кинетический метод, энергия активации процесса.

Yu. P. Perelygin, S. V. Kabanov, S. Yu. Kireev

TEMPERATURE-KINETIC METHOD IN ELECTROPLATING

Abstract.

Background. Determination of activation energy of metal plating allows to optimise the process of high-quality coatings obtainment.

Materials and methods. In the present research the authors used the methods of classification, analogies with regard to application of related branches of science and technology.

Results. Based on the data by various researchers, including the authors' own research results, there was performed a review of the temperature-kinetic method in the field of metal and alloy plating. The article describes advantages and disadvantages of the present method of metal plating research. The work adduces the main reasons of limiting current occurrence at metal ions discharge, namely: delayed stage of discharge, diffusions, complexing, adsorption by surface active substances, and determines the temperature dependence thereof. The article describes the main conditions necessary for the temperature-kinetic method.

Conclusions. The temperature-kinetic method for determining the limiting stage of metal plating by the amount of activation energy is a high-quality method that may be used only in combination with other methods.

Key words: metal plating kinetics, temperature-kinetic method, activation energy.

Введение

При исследовании кинетических закономерностей электроосаждения покрытий металлами на катоде в гальванотехнике широко применяются различные методы [1–4], в том числе и температурно-кинетический метод, предложенный М. Темкиным [5] для процесса электрохимического выделения водорода и развитый в дальнейшем применительно к процессу осаждения металлов С. В. Горбачевым [6–8]. Данный метод достаточно широко используется до настоящего времени [9–13]. Вместе с тем он вызывает некоторые возражения, обусловленные методикой определения энергии активации (при постоянном потенциале или постоянном перенапряжении [6–8]), возникает вопрос, насколько полученное значение соответствует понятию энергии активации. Поэтому необходимо проведение работ по его совершенствованию [9–13].

Результаты и обсуждение

При удалении потенциала от равновесного значения в область отрицательных значений на 50 мВ и более зависимость плотности катодного тока (i) от концентрации иона металла в растворе (c), потенциала электрода под током (φ_i) при условии, что лимитирующей является стадия присоединения электрона, запишется следующим уравнением [13]:

$$i = zFck_0 e^{-\left(\frac{W - zF\alpha(\varphi_p - \varphi_i)}{RT}\right)},$$

где W – энергия активации реакции $M^{+z} + ze = M$; φ_p – равновесный потенциал; z – число принимаемых электронов; F – постоянная Фарадея; α – коэффициент переноса.

При двух температурах T_1 и T_2 последнее уравнение после его логарифмирования примет следующий вид:

$$\ln i_2 = \ln zFck_0 - \frac{W - zF\alpha\left(\varphi_p - \varphi_i\right)}{RT_2};$$

$$\ln i_1 = \ln zFck_0 - \frac{W - zF\alpha\left(\varphi_p - \varphi_i\right)}{RT_1}.$$

Допуская, что равновесный потенциал и потенциал электрода под током не зависят от температуры, после несложных преобразований получим уравнение, которое можно использовать для определения кажущейся или эффективной энергии активации ($W_{\text{каж}} = W_{\text{эфф}} = W - zF\alpha(\varphi_p - \varphi_i)$) процесса электроосаждения металла на катоде [6–8]:

$$\ln\frac{i_2}{i_1} = \frac{W - zF\alpha(\varphi_p - \varphi_i)}{R} \cdot \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right). \quad (1)$$

Как следует из последнего уравнения, кажущаяся энергия активации зависит от потенциала электрода, что и наблюдалось ранее [6–8].

Из данного уравнения не представляется возможным определить «идеальную» энергию активации W [5], так как не возможно определить равновесный потенциал и потенциал под током [5, 14].

Если лимитирующей стадией процесса электроосаждения металла на катоде является диффузия электроактивных частиц к поверхности катода (без учета явления миграции ионов к электроду, т.е. в достаточно концентрированных электролитах), то катодный предельный ток на вращающемся дисковом электроде запишется следующим уравнением [2, 15]:

$$\iota_{\text{пр}} = 0,62zFD^{2/3}\omega^{1/2}\nu^{-1/6}c\,,$$

где ω – угловая скорость вращения дискового электрода; ν – кинематическая вязкость раствора ($\nu = \eta/\rho$, где ρ – плотность раствора; η – динамическая вязкость раствора); D – коэффициент диффузии электроактивной частицы; c – концентрация иона металла в растворе.

Коэффициент диффузии определяется уравнением [16]

$$D = D_0 e^{-\frac{W_{\text{диф}}}{RT}}\,, \qquad (2)$$

где D_0 – предэкспоненциальный множитель; $W_{\text{диф}}$ – энергия активации процесса диффузии.

Кинематическая вязкость жидкостей уменьшается с повышением температуры, а для ньютоновских жидкостей эта зависимость от температуры описывается уравнением [17]

$$\nu = \nu_0 e^{W_{\text{в}}/RT}\,,$$

где ν_0 – коэффициент, зависящий от вида жидкости; $W_{\text{в}}$ – энергия активации течения.

Совместное решение трех последних уравнений приводит к следующей зависимости предельной плотности катодного тока:

$$\iota_{\text{пр}} = 0,62zFD_0^{2/3} e^{-\left(\frac{4W_{\text{диф}}+W_{\text{в}}}{6RT}\right)}\omega^{1/2}\nu_0^{-1/6}c\,.$$

При постоянной концентрации иона металла, скорости вращения дискового электрода и двух температурах T_1 и T_2 после несложных преобразований получим уравнение, которое можно использовать для определения некоторой общей суммарной энергии активации процесса диффузии и вязкого течения ($4W_{\text{диф}} + W_{\text{в}}$):

$$\ln\frac{i_{\text{пр2}}}{i_{\text{пр1}}} = \frac{4W_{\text{диф}}+W_{\text{в}}}{6R}\cdot\left(\frac{1}{T_1}-\frac{1}{T_2}\right). \qquad (3)$$

Электроосаждение некоторых металлов сопровождается медленной предшествующей химической реакцией [15, 18] (заряд комплекса, металла и лиганда опущены):

$$[M(L)_{m+n}] \rightarrow [M(L)_m] + nL\,. \qquad (a)$$

В данном случае предельная плотность тока, обусловленная замедленной предшествующей химической реакцией, описывается уравнением вида [15]

$$i_{\text{пр}} = zFc(kD)^{1/2},$$

где k – константа скорости химической реакции (a), определяемая уравнением [16] $k = k_0 e^{-W_{\text{хим}}/RT}$ (W – энергия активации реакции (a)); D – коэффициент диффузии комплекса $[M(L)_{m+n}]$, определяемый уравнением (2); c – концентрация комплекса $[M(L)_{m+n}]$ в растворе.

Совместное решение последнего уравнения и уравнения (2) приводит к уравнению следующего вида:

$$i_{\text{пр}} = zFc(k_0 e^{-W_{\text{хим}}/RT} D_0 e^{-W_{\text{диф}}/RT})^{1/2}.$$

При постоянной концентрации комплекса металла в растворе и двух температурах T_1 и T_2 после несложных преобразований получим уравнение, которое можно использовать для определения некоторой общей суммарной энергии активации процесса диффузии комплекса и химической реакции (a) ($W_{\text{хим}} + W_{\text{диф}}$):

$$\ln \frac{i_{\text{пр}2}}{i_{\text{пр}1}} = \frac{W_{\text{хим}} + W_{\text{диф}}}{2R} \cdot \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right). \quad (4)$$

Как видно из последнего уравнения и уравнения (a), предельная плотность тока, обусловленная замедленной стадией диффузии или предшествующей химической реакцией, не зависит от потенциала электрода [15].

М. А. Лошкаревым [19] обнаружен факт образования предельного тока осаждения металлов на катоде в присутствии поверхностно-активного вещества. Представляет интерес распространение возможности определения энергии активации проникновения электроактивных частиц через пленку ПАВ на катоде. Определение энергии активации указанного процесса следует проводить при степени заполнения поверхности катода, равной единице, так как в противном случае выделение металла будет проходить не только на поверхности занятой ПАВ, но и на свободной от нее. Степень заполнения поверхности катода ПАВ зависит от температуры [19], что делает затруднительным применение температурно-кинетического метода для данного явления.

В [20] предлагается для определения лимитирующей стадии процесса электроосаждения металла использовать температурный коэффициент скорости реакции (K_T):

$$K_T = \frac{(i_2 - i_1) \cdot 100}{i_1 \cdot (T_2 - T_1)}. \quad (5)$$

Если лимитирующей является стадия присоединения электрона или электронов, то кажущаяся энергия активации находится в интервале от 50 до 200 кДж/моль [16]. В этом случае, как следует из уравнения (1), на каждый градус повышения температуры электролита плотность тока возрастает на 7–30 %, т.е. температурный коэффициент скорости реакции (K_T) также равен 7–30 %.

Если лимитирующей является стадия диффузии электроактивных частиц к поверхности катода, то энергия активации находится в интервале от 5 до 20 кДж/моль [16]. В этом случае, как нетрудно установить из уравнения (3), на каждый градус повышения температуры раствора плотность тока возрастает на 0,7–3 %, т.е. температурный коэффициент скорости реакции (K_T) также равен 0,7–3 %.

Выводы

Таким образом, применение уравнений (1), (3)–(5) позволяет определить некоторую кажущуюся суммарную величину энергии активации, состоящую как минимум из двух величин, и возможно только при соблюдении следующих условий:

– на электроде без тока устанавливается равновесный потенциал;

– на электроде протекает только одна реакция;

– необходимо учитывать зависимость потенциала электрода сравнения от температуры;

– в присутствии в электролите ПАВ необходимо учитывать зависимость степени заполнения поверхности катода ПАВ от температуры;

– определение кажущейся или эффективной энергии активации и температурного коэффициента скорости реакции (K_T) возможно только при постоянном значении перенапряжения [4, 11].

В случае если на электроде протекают две и более реакции необходимо строить парциальную поляризационную кривую для исследуемого процесса, но и в этом случае определению подлежит эффективная энергия активации [9, 11–13], так как на электроде устанавливается стационарный потенциал.

На основании изложенного выше можно сделать следующее заключение: температурно-кинетический метод определения лимитирующей стадии процесса электроосаждения металла по величине его энергии активации является качественным методом и может быть использован только совместно с другими методами [1–4].

Список литературы

1. **Ваграмян, А. Т.** Методы исследования электроосаждения металлов / А. Т. Ваграмян, З. С. Соловьева. – М. : АН СССР, 1960. – 448 с.
2. **Плесков, Ю. В.** Вращающийся дисковый электрод / Ю. В. Плесков, В. Ю. Филиновский. – М. : Наука, 1972. – 344 с.
3. **Галюс, З.** Теоретические основы электрохимического анализа / З. Галюс. – М. : Мир, 1974. – 552 с.
4. Методы измерения в электрохимии / под ред. Э. Эгера, А. Залкинда. – М. : Мир, 1977. – Т. 1. – 586 с.
5. **Темкин, М.** Энергия активации разряда ионов водорода / М. Темкин // Журнал физической химии. – 1948. – Т. 22, № 9. – С. 1081–1089.
6. **Горбачев, С. В.** Влияние температуры на скорость электролиза / С. В. Горбачев // Журнал физической химии. – 1950. – Т. 24, № 7. – С. 888–896.
7. **Горбачев, С. В.** Влияние температуры на электролиз как кинетический метод исследования природы электрохимических процессов / С. В. Горбачев // Тр. 4-го совещания по электрохимии. – М. : АН СССР, 1959. – С. 61–71.
8. **Горбачев, С. В.** Температурно-кинетический метод и его применение / С. В. Горбачев, В. И. Никич // Тр. Моск. химико-технолог. ин-та им. Д. И. Менделеева. – 1978. – № 101. – С. 101–110.

9. **Кублановский, В. С.** Энергия активации электровосстановления бис-иминодиацетатных комплексов палладия (II) / В. С. Кублановский, В. Н. Никитенко, К. П. Руденко // Вестник Харьков. нац. ун-та. – 2009. – Вып. 17 (4), № 870. – С. 270–276.
10. **Михайлов, Б. Н.** Определение эффективной энергии активации коррозионного процесса / Б. Н. Михайлов, О. В. Немыкина // Ползуновский вестник. – 2009. – № 3. – С. 135–137.
11. **Данилов, Ф. И.** Энергия активации электрохимической реакции при постоянном значении электродного потенциала / Ф. И. Данилов, В. С. Проценко // Электрохимия. – 2009. – Т. 45, № 9. – С. 1113–1117.
12. **Данилов, Ф. И.** Фактическая энергия активации электродного процесса в условиях смешанной кинетики / Ф. И. Данилов, В. С. Проценко // Электрохимия. – 2009. – Т. 45, № 10. – С. 1187–1196.
13. **Данилов, Ф. И.** Фактическая энергия активации электрохимических реакций при стадийном переносе заряда / Ф. И. Данилов, В. С. Проценко // Электрохимия. – 2010. – Т. 46, № 2. – С. 196–203.
14. **Дамаскин, Б. Б.** Электрохимия / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. – М. : Химия, КолосС, 2006. – 672 с.
15. **Феттер, К.** Электрохимическая кинетика / К. Феттер. – М. : Мир, 1967. – 856 с.
16. **Стромберг, А. Г.** Физическая химия / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко. – М. : Высш. шк., 2009. – 527 с.
17. **Френкель, Я. И.** Кинетическая теория жидкостей / Я. И. Френкель. – Л. : Наука, 1975. – 592 с.
18. **Кравцов, В. И.** Равновесие и кинетика электродных реакций комплексов металлов / В. И. Кравцов. – Л. : Химия, 1985. – 208 с.
19. **Лошкарев, М. А.** Влияние поверхностно-активных веществ на электродные процессы / М. А. Лошкарев, Ю. М. Лошкарев // Вольтамперометрия органических и неорганических соединений. – М. : Наука, 1985. – С. 35–47.
20. **Дзетавецкене, С. Я.** Влияние температуры электролита на кинетику электроосаждения золота / С. Я. Дзетавецкене, Р. М. Вишомирскис // Тр. АН ЛитССР. Серия Б. – 1971. – Т. 3 (66). – С. 3–13.

References

1. Vagramyan A. T., Solov'eva Z. S. *Metody issledovaniya elektroosazhdeniya metallov* [Methods of metal plating research]. Moscow: AN SSSR, 1960, 448 p.
2. Pleskov Yu. V., Filinovskiy V. Yu. *Vrashchayushchiysya diskovyy elektrod* [Spinning disk electrode]. Moscow: Nauka, 1972, 344 p.
3. Galyus Z. *Teoreticheskie osnovy elektrokhimicheskogo analiza* [Theoretical basis of electrochemical analysis]. Moscow: Mir, 1974, 552 p.
4. *Metody izmereniya v elektrokhimii* [Measuring methods in electrochemistry]. Eds. by E. Eger, A. Zalkind. Moscow: Mir, 1977, vol. 1, 586 p.
5. Temkin M. *Zhurnal fizicheskoy khimii* [Journal of physical chemistry]. 1948, vol. 22, no. 9, pp. 1081–1089.
6. Gorbachev S. V. *Zhurnal fizicheskoy khimii* [Journal of physical chemistry]. 1950, vol. 24, no. 7, pp. 888–896.
7. Gorbachev S. V. *Tr. 4-go soveshchaniya po elektrokhimii* [Proceedings of the 4th conference on electrochemistry]. Moscow: AN SSSR, 1959, pp. 61–71.
8. Gorbachev S. V., Nikich V. I. *Tr. Mosk. khimiko-tekhnolog. in-ta im. D. I. Mendeleeva* [Proceedings of Moscow Chemical-Technological Institute named after D. I. Mendeleev]. 1978, no. 101, pp. 101–110.
9. Kublanovskiy V. S., Nikitenko V. N., Rudenko K. P. *Vestnik Khar'kov. nats. un-ta*. [Bulletin of Kharkov National University]. 2009, iss. 17 (4), no. 870, pp. 270–276.
10. Mikhaylov B. N., Nemykina O. V. *Polzunovskiy vestnik* [Polzunovsky bulletin]. 2009, no. 3, pp. 135–137.

11. Danilov F. I., Protsenko V. S. *Elektrokhimiya* [Electrochemistry]. 2009, vol. 45, no. 9, pp. 1113–1117.
12. Danilov F. I., Protsenko V. S. *Elektrokhimiya* [Electrochemistry]. 2009, vol. 45, no. 10, pp. 1187–1196.
13. Danilov F. I., Protsenko V. S. *Elektrokhimiya* [Electrochemistry]. 2010, vol. 46, no. 2, pp. 196–203.
14. Damaskin B. B., Petriy O. A., Tsirlina G. A. *Elektrokhimiya* [Electrochemistry]. Moscow: Khimiya, KolosS, 2006, 672 p.
15. Fetter K. *Elektrokhimicheskaya kinetika* [Electrochemical kinetics]. Moscow: Mir, 1967, 856 p.
16. Stromberg A. G., Semchenko D. P. *Fizicheskaya khimiya* [Physical chemistry]. Moscow: Vyssh. shk., 2009, 527 p.
17. Frenkel' Ya. I. *Kineticheskaya teoriya zhidkostey* [Kinetic theory of liquids]. Leningrad: Nauka, 1975, 592 p.
18. Kravtsov V. I. *Ravnovesie i kinetika elektrodnykh reaktsiy kompleksov metallov* [Balance and kinetics of electrode reactions of metal complexes]. Leningrad: Khimiya, 1985, 208 p.
19. Loshkarev M. A., Loshkarev Yu. M. *Vol'tamperometriya organicheskikh i neorganicheskikh soedineniy* [Voltamperometry of organic and non-organic compounds]. Moscow: Nauka, 1985, pp. 35–47.
20. Dzetavetskene S. Ya., Vishomirskis R. M. *Tr. AN LitSSR. Seriya B* [Proceedings of the Academy of Sciences of Lithuanian SSR]. 1971, vol. 3 (66), pp. 3–13.

Перелыгин Юрий Петрович
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой химии, Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: pyp@pnzgu.ru

Perelygin Yuriy Petrovich
Doctor of engineering sciences, professor, head of sub-department of chemistry, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Кабанов Станислав Викторович
кандидат технических наук, кафедра химии, Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: enf@pnzgu.ru

Kabanov Stanislav Viktorovich
Candidate of engineering sciences, sub-department of chemistry, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Киреев Сергей Юрьевич
кандидат технических наук, доцент, кафедра химии, Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: Sergey58_79@mail.ru

Kireev Sergey Yur'evich
Candidate of engineering sciences, associate professor, sub-department of chemistry, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

УДК 544.65
Перелыгин, Ю. П.
Температурно-кинетический метод в гальванотехнике / Ю. П. Перелыгин, С. В. Кабанов, С. Ю. Киреев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 4 (8). – С. 62–68.

Г Е О Г Р А Ф И Я

УДК 911

С. Н. Артемова, О. М. Уханова

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ИСТОРИИ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация.

Актуальность и цели. Экологическая обстановка в регионах складывалась на протяжении всей истории взаимодействия населения с природой. Изучение процесса хозяйственного освоения регионов дает ключ к решению современных экологических проблем. Проведен геоэкологический анализ процесса хозяйственного освоения территории Пензенской области для оптимизации природопользования и территориального планирования.

Материалы и методы. Изучение истории хозяйственного освоения Пензенской области основано на системном подходе и методах исторического ландшафтоведения. Процесс хозяйственного освоения Пензенского региона разделен на два этапа и четыре периода. Критерием выделения временных срезов является степень освоенности ландшафтов, которая раскрывается через интенсивность их использования и сохранение экологического равновесия.

Результаты. На ранних этапах хозяйственное освоение ландшафтов Пензенской области в значительной степени зависело от природных условий и ресурсов. Важнейшими рубежами смен стадий хозяйственного освоения ландшафтов территории Пензенской области были изменения климата и ландшафтов, что влекло за собой изменения в хозяйстве. В целом деятельность человека гармонично вписывалась в ландшафтную структуру. В первую очередь осваивались речные долины, а границы земельных наделов определялись природными границами геосистем. Самые древние поселения были в долине реки Мокша. Хозяйственное освоение в период с XVII до середины XIX в. носило территориально-очаговый характер. Наиболее существенные преобразования ландшафтов происходят в начале XIX в. в связи с разверсткой – укрупнением наделов и уничтожением мелких природных комплексов ранга фация, путем их «запахивания». Последующие преобразования шли в направлении укрупнения хозяйственных выделов и уничтожения мелких природных геосистем. В целом за 300 лет лесистость территории Пензенской области сократилась в 2 раза. Хозяйственное освоение постепенно теряет очаговый характер, происходит обострение геоэкологической ситуации.

Выводы. В результате освоенческих процессов произошло не только сокращение лесов, но и упрощение ландшафтной структуры за счет «запашки» ложбинно-лощинных фаций и других форм хозяйствования. Наиболее активному процессу хозяйственного освоения подвергались лугово-степные комплексы лесостепных ландшафтов, приуроченные к волнистым поверхностям придолинных склонов с плодородными выщелоченными или луговыми черноземами под луговыми степями и соседствующими с ними широколиственными лесами с темно-серыми лесными почвами или оподзоленными черноземами. Необходимо проведение планировочных мероприятий для рационального использования ландшафтов с учетом экологических проблем территории.

Ключевые слова: процесс хозяйственного освоения, геоэкологический анализ, природные геосистемы, историческое ландшафтоведение, палеоланд-

шафты, спорово-пыльцевой анализ, разверстка, планы Генерального межевания, Пензенская область, оптимизация природопользования.

S. N. Artemova, O. M. Ukhanova

GEOGRAPHICAL ASPECT OF ECONOMIC DEVELOPMENT HISTORY OF PENZA REGION

Abstract.

Background. The environmental situation in the regions has evolved throughout the history of interaction of population and nature. The study of the process of economic development of the regions provides the key to solving the current environmental problems. The authors analyzed he geo-ecological economic development of the Penza region to optimize natural resources and spatial planning.

Materials and methods. The study of the history of economic development of the Penza region was based on the systematic approach and methods of historical landscape science. The process of economic development of the Penza region is divided into 2 stages and 4 periods. The criterion for allocation of time slices is the degree of development of the landscape, which is revealed through the intensity of their use and ecological balance maintenance.

Results. In the early stages the economic development of the landscape of the Penza region largely depended on the the natural conditions and resources. An important milestone in stage shifts of economic development of the landscape in the Penza region was the change of climate and landscapes, which entailed changes in the economy. In general, the human activity harmoniously fit into the landscape structure. First, people developed river valleys, and the boundaries of land parcels were determined by natural geosystems' boundaries. The earliest settlements were in the valley of the Moksha River. Economic development in the period from the XVII to the middle of the XIX century was of a geographically localized nature. The most significant changes occured in the landscape of the early XIX century in connection with the requisitioning – consolidation of parcels and destruction of natural complexes of small-rank facies by "plowing". Subsequent conversion went in the direction of integration of management units and destruction of small natural geosystems. In general, for 300 years the forest land in the Penza region decreased 2 times. Economic development is gradually losing its focal character, the geo-ecological situation is aggravating.

Conclusions. As a result of the economic process, there has been not only a reduction of forests, but the landscape structure has also been simplified due to "plowing" of hollow-deep facies and other forms of management. The most active process of economic development were subjected to meadow-steppe complexes of forest-steppe landscapes, confined to a wavy surface with valley slopes with fertile leached chernozems under meadow or meadow steppes and their neighborhood deciduous forests with dark gray forest soils and podzolized chernozems. It is necessary to carry out planning activities for the landscapes management taking into account environmental problems of the territory.

Key words: process of economic development, geo-ecological analysis, study of natural geosystems history of landscape, paleolandscapes, spore-pollen analysis, allotment, plan of General Land Survey, Penza region, optimization of natural resources.

Введение

Решение многих прикладных задач по оптимизации природопользования сопряжено с установлением пространственно-временных закономерностей хозяйственного освоения ландшафтов. Ландшафты подвержены непре-

рывным естественным изменениям разного характера, на которые накладываются антропогенные воздействия. Важно проследить эти изменения, анализируя не только систему землепользования, но и процессы динамических изменений в природных системах. Эти вопросы изучаются в рамках исторической географии ландшафтов, основателями которой можно считать А. Т. Харитонычева, В. С. Жикулина и др. [1]. Согласно современным представлениям российской школы исторического ландшафтоведения история ландшафтов должна рассматриваться как непрерывный процесс, в котором естественные изменения сочетаются с последствиями взаимодействия между населением и географической средой. Эти взаимодействия анализируются в соответствии с ландшафтной структурой, а исторические события оцениваются дифференцированно применительно к конкретным ландшафтным районам.

На протяжении жизни одного поколения людей можно наблюдать на одной территории расчистку леса под пашню, забрасывание последней, появление пустошей, мелколесья и даже лесов. Но географический ландшафт – система более сложная, устойчивая и долговечная по сравнению с пашней или пустошью. Природные геосистемы так быстро не меняются, и в границах ландшафта всегда протекают природные процессы, характерные для него. Историко-географическое изучение системы «природа – население – хозяйство» позволяет выявить причины возникновения и направленность развития неблагоприятных геоэкологических явлений и служит предпосылкой для оптимизации использования природно-ресурсного потенциала, ландшафтного планирования территории и других управленческих решений на региональном уровне.

Пензенская область – староосвоенный район Европейской части России. Длительная эксплуатация природно-ресурсного потенциала привела к деградации ландшафтов и усилению деструктивных природных процессов, что создает неблагоприятную экологическую ситуацию. Пензенская область расположена в лесостепной зоне, где природные ландшафты лесов и степей являются зональными. Леса могут расти там, где частный баланс влаги около единицы. Наиболее благоприятные условия для лесов наблюдаются на верхнем плато Приволжской возвышенности в восточной части области и на западе, в пределах Окско-Донской равнины, сложенной водно-ледниковыми песчаными отложениями. Освоение и использование лесных ландшафтов Пензенской области в целом схожи со всей лесной зоной Русской равнины, но положение их на южной границе своего произрастания обусловливает уязвимость лесных ландшафтов, чувствительность к антропогенным нагрузкам. Ландшафты с преобладанием лесной растительности занимают в пределах области чуть более 20 % территории. Уязвимость лесных ландшафтов и высокое природоохранное значение вызывают необходимость выработки стратегии гармонизации процесса природопользования.

Целью данного исследования является геоэкологический анализ процесса хозяйственного освоения территории Пензенской области для оптимизации природопользования и территориального планирования.

1. Материалы и методы исследований

В методическом отношении работа опирается на труды крупнейших геоэкологов, географов, специалистов в области природопользования и исторического ландшафтоведения: В. С. Жекулина, Ф. Н. Милькова, В. А. Нико-

лаева, А. Г. Исаченко, В. И. Федотова и др. [1] Общим методологическим принципом организации исследования является исторический подход к анализу геоэкологической ситуации региона. Геоэкологическая характеристика региона на каждом этапе исторического развития включает в себя физико-географический, экономико-географический и экологический анализы. Сведения о физико-географических условиях на ранних этапах освоения территории Поволжья основываются на данных фундаментальных исследований палеореконструкции климата и структуры зональности в северном полушарии за последние 130 тыс. лет (поздний плейстоцен – голоцен) института географии РАН под руководством Величко [2]. Единственным надежным доказательством происхождения изменений в ландшафте на расстоянии в 1000 лет может служить спорово-пыльцевой анализ, поскольку частицы пыльцы могут сохраняться в почве многие столетия. Именно со временем славянского расселения палеогеографы связывают появление в пыльцевых спектрах почв пыльцы собственно злаков и сопутствующих им типичных сорных видов. Региональные исследования палеоландшафтов в центральной части Приволжской возвышенности (включая Ульяновскую область и восточные, юго-восточные районы Пензенской области) проводила Н. В. Благовещенская в 2009 г. [3]. Особый интерес представляют данные спорово-пыльцевого анализа верхового болота, расположенного на Куликовом поле в Тульской области на севере Среднерусской возвышенности [4]. Изменение флористического состава растительности в лесной и лесостепной зонах Европейской части России отражают результаты фундаментальных ландшафтных и биоценотических исследований под руководством Смирновой [5, 6]. Большой интерес представляют работы И. И. Спрыгина [7] по Пензенской области, а также археологические материалы.

Среди источников, позволяющих выявить масштабы и характер естественных и антропогенных изменений природы Пензенской области, особое значение имеют картографические источники: «Ландкарта Пензенской провинции» 1730 г., атласы Суры 1767 г., атласы лесов Российской империи 1782 г., материалы Генерального межевания конца XVIII в. Особый интерес представляет карта Пензенской губернии военно-топографической съемки 1863–1866 гг. под руководством генерал-лейтенанта, топографа А. И. Менде (1798–1868 гг.). В отличие от карт Генерального межевания земель на этой карте отражен рельеф способом штрихов (направление штрихов отражает направление падения склонов, а их толщина и плотность – крутизну склонов) [8, 9].

2. Результаты и обсуждение

Анализ литературы по теме исследования показал, что в современных условиях необходимо совершенствование теоретико-методической базы процесса хозяйственного освоения как объекта географических исследований. К сожалению, в современной географии при изучении культурных ландшафтов остается дифференциация методов экономико-географических и физико-географических исследований. Так, например, географический анализ процесса хозяйственного освоения Крымской области, проведенный экономико-географом (Пермякова, М. Г. Географический анализ процесса хозяйственного освоения территории Крымской области : автореф. дис. … канд. геогр. наук / Пермякова М. Г. – Л. : ЛГПИ им. А. И. Герцена, 1990), основан лишь на

статистических данных показателей хозяйственного использования земель, и совершенно не рассматривается блок «природа» [2]. Наиболее полно отражен процесс изменений в системе «природа – население – хозяйство» на разных этапах исторического развития в региональных исследованиях Мордовии, проведенных под руководством профессора А. А. Ямашкина, основанных на методологических положениях исторической географии [10]. При разработке методов геоэкологического анализа Пензенского региона для целей рационализации природопользования использовался опыт ученых Мордовии [11].

Процесс хозяйственного освоения территории Пензенской области мы разделили на два этапа, рубежами которых являются существенные изменения форм природопользования и структуры ландшафтов: 1 – ранний (IV в. до н.э. до XVII в.), 2 – аграрно-индустриальный (с XVII до XX в.). На каждом этапе формируются определенная структура использования земель, характерное сочетание лесов, сельскохозяйственных угодий и геотехнических систем, а также складывается определенная геоэкологическая ситуация.

I этап – ранний – наиболее продолжительный, охватывающий период с IV в. до н.э. до XVII в. Древнейшие археологические объекты на территории современной Пензенской области относятся к раннему голоцену (бореальный и предбореальный периоды – 8–10 тыс. л.н.), после отступления ледника. Заселение территории области началось в начале нашей эры и шло в направлении с севера, северо-запада на юг и юго-восток [6]. Вмещающий природный ландшафт представлял собой лесостепь, которая отличается от современной. По данным спорово-пыльцевого анализа, в пределах Пензенской области на Приволжской возвышенности преобладали «степные» пыльцевые спектры с алерда и до конца предбореального периода, «лесостепные» – в бореальном периоде, типично «лесные» – начиная с бореально-атлантического рубежа [3]. На юго-востоке области (территория Неверкинского, Камешкирского и Лопатинского районов) большую часть времени господствовала «степная» растительность. Содержание пыльцы трав значительно превышает содержание пыльцы деревьев, за исключением атлантического периода (рис. 1).

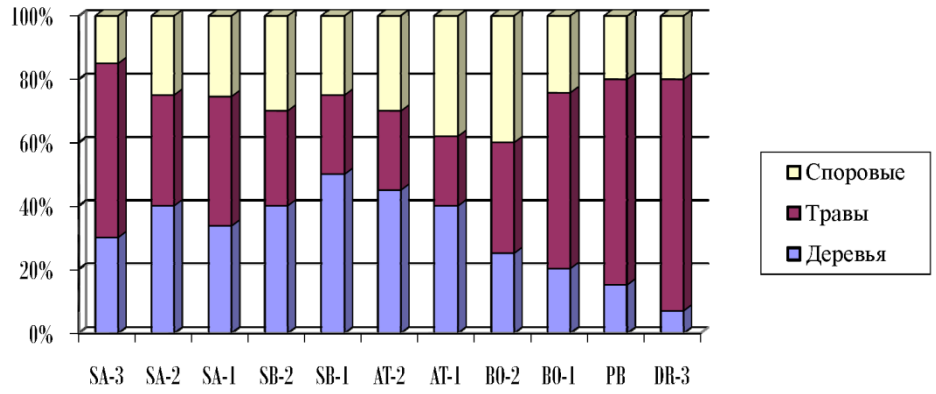


Рис. 1. Спорово-пыльцевые комплексы общего состава по периодам голоцена
DR – поздний дриас (11 тыс. л.н.); PB – предбореальный период (10 тыс. л.н.); BO – бореальный период (8 тыс. л.н.); AT – атлантический период (7–5,6 тыс. л.н.); SB – суббореальный период (5,6–3 тыс. л.н.); SA – субатлантический период (2–1 тыс. л.н.)

Реконструкция палеоклимата с помощью изотопно-кислородного метода и спорово-пыльцевого анализа позволила сделать вывод о незначительных колебаниях климата в четвертичном периоде и сохранности широколиственных лесов в южных внеледниковых районах Русской равнины в период последнего оледенения [2]. Обнаруженная пыльца пород смешанного дубового леса в нижних горизонтах торфяников на юге Приволжской возвышенности, произрастание сосны по меловым и известняковым склонам Приволжской возвышенности позволяют утверждать, что современная лесостепь и широколиственные леса – это результат эволюции третичной флоры лесостепей, пережившей ледниковую эпоху на возвышенностях юга лесостепной зоны. Убедительные доводы в пользу древнего возраста дубрав Приволжской возвышенности приводит И. И. Спрыгин [7]. С потеплением климата в атлантический период голоцена (наиболее теплый и влажный) широколиственные леса из убежищ заселили лесостепь.

Хозяйственное освоение ландшафтов в древнейшее время в значительной степени зависело от природных условий и ресурсов. Волны тепла в голоцене создавали условия для расселения древних племен. Важнейшими рубежами смен стадий хозяйственного освоения ландшафтов территории Пензенской области были изменения климата и ландшафтов в целом, что влекло за собой изменения в хозяйстве. Предпочтительными для заселения считались территории на песчаных буграх в пойме р. Мокши, потом и других рек. Хозяйственная деятельность сосредоточивалась в нижних участках склонов и в долинах рек. Увеличение емкости ландшафтов в процессе перехода к оседлому образу жизни происходило путем внедрения культурных растений и животных.

Ранний продолжительный этап мы разделили на четыре периода, в пределах которых происходят изменения геоэкологической обстановки.

1-й период (до IX в.). В первой половине I тыс. до н.э. на Русской равнине разворачивается деятельность *финно-угорских* племен, в основе хозяйства которых, несмотря на значительную роль охоты и рыболовства, лежало земледелие с господством подсеки. В финно-угорском варианте подсеки семена бросали в почву непосредственно после сжигания. Ландшафты лесной зоны обладали способностью к быстрому восстановлению своего первозданного состояния: раскорчеванная с таким трудом земля теряла плодородие через 10–15 лет использования и после заброса сравнительно быстро возвращалась в «лоно природы». В эпоху Средневековья коренные народы Пензенского края – мордва и мещера – проживали в лесной местности на севере, северо-западе и востоке области. В отличие от мордвы булгары и буртасы оказались более мобильными из-за того, что пришли из степи и впоследствии начали развивать торговлю, и был образован торговый путь Киев – Биляр, а позже Киев – Казань.

2-й период. В IX–X вв. н.э. на территории Восточной Европы появились славянские племена. С их появлением связано распространение менее истощительной для ландшафтов системы земледелия – перелог. На выбранном участке производили «подчерчивание» деревьев (т.е. сдирали кору по кольцу), затем участок окапывался рвом (во избежание возгорания на смежных территориях) и прожигался. Освобожденные таким образом от леса участки затем на протяжении пяти-десяти лет использовались под сенокос или

выпас. Только после сжигания выкорчеванных и просушенных корней участок распахивали и засеивали зерновыми.

3-й период. Следующая волна освоения была связана с потеплением и иссушением климата – это эпоха великого переселения народов. Татаро-монгольское нашествие заставило население более южных районов уйти в лесную зону. В лесах на смену подсеке приходит паровая система земледелия. В это время Пензенский край стал постепенно превращаться в безлюдное «Дикое поле». На открытую степь люди не выходили, что способствовало образованию мощного степного войлока, который защищал почвы от засухи, формировались плодородные черноземы. В лесной зоне происходит расширение поселений, совершенствуются способы обработки почвы, истощаются почвы, сокращаются леса.

4-й период. С конца XIV и на всем протяжении XV в. территории русского центра вовлекаются в процесс нового массового освоения земель, вызванный формированием Русского централизованного государства. Окончательно утвердилась трехпольная система земледелия. *Трёхпо́лье – система севооборота с чередованием, например, пара, озимых и яровых культур*. Началась систематическая эксплуатация лесных ресурсов, вызванная резко увеличившимися потребностями в строевой древесине и дровах. В период формирования Московского государства территория Пензенской области занимала пограничное положение с районами набегов степных кочевников, поэтому началось принудительное переселение сюда оседлого населения. Этот период усиленной колонизации края (с XVI в.) негативно сказался на всех природных процессах. Обширные черноземные ковыльные степи распахивались. Леса вокруг населенных пунктов (по долинам рек) вырубались. Местное население – мордва – ушло в глубь леса и формировало сельскохозяйственные угодья за счет вырубки, корчевки и выжигания леса. Наблюдались сокращение лесной площади и расширение сельскохозяйственных угодий. Быстрыми темпами стали развиваться эрозионные процессы, иссушение подземных вод, обмеление рек, усилились суховеи. Конец XVI в. ознаменовался похолоданием климата настолько резким, что он получил название «малого ледникового периода». В сочетании с жесточайшим политическим и экономическим кризисом Русского государства (опричнина и разорительные Ливонские войны Ивана IV) это привело к массовому запустению земель.

Таким образом, процесс хозяйственного освоения ландшафтов Пензенской области на раннем этапе зависел в значительной степени от природных условий. Ареалы древнейшего расселения совпадали с наиболее благоприятными для проживания условиями и отличались наибольшим ландшафтным разнообразием.

II этап. В период с XVII до середины XIX в. климат центральной части Русской равнины отличался мягкими зимами и прохладным летом, наблюдались уменьшение степени континентальности и общее похолодание. Неурожаи, голод, войны замедлили освоенческие процессы. К концу периода агроклиматические условия были благоприятные для развития земледелия. Хозяйственное освоение ландшафтов носило преимущественно очаговый характер. Крупные очаги хозяйственного освоения имеют ландшафтную ориентацию на лесостепные природные комплексы, что связано с существенной ролью земледелия в жизни местного населения. Культурный ландшафт Пен-

зенского края, как и всей России, задавался ритмом и смыслом хозяйственной жизни сельской общины. При крепостном праве наделы крестьянских общин во всех барщинских имениях не были приурочены к крестьянским усадьбам**.** Важнейшая особенность полей в русском культурном ландшафте – их небольшие размеры. Территория делилась поровну, т.е. у каждого хозяйства были и хорошие земли, и малопригодные для запашки. Масштаб хозяйствования, определявшийся социальным устройством сельской общины, совпадал с условиями мозаичного природного ландшафта. Подобная «мелкоконтурность» была выражением своеобразной экологической нормы, отражавшей не только трудный путь разработки угодий, но и природную пластику холмистого рельефа лесостепи. На рис. 2,*а* показан фрагмент карты землепользования того времени на территории волости в Тамбовской губернии (юго-запад Пензенской области) [12] – небольшие по площади поля, разбросанные достаточно хаотично в окрестностях трех населенных пунктов. Неудобства очевидны. Земли д. Ивановка разбиты на четыре фрагмента, отделенные друг от друга более крупными полями, принадлежащими с. Пересыпкино (1 и 2). Однако при этом в северной части волости сохранен общинный участок леса, а элементы ложбинно-лощинной и речной сети «служат» межами семи небольших полевых фрагментов. После уничтожения крепостного права и столыпинской реформы наблюдались укрупнение сельскохозяйственных угодий и первое игнорирование природной пластики рельефа и структуры ландшафта. После разверстки все угодья объединены в несколько крупных единых контуров вокруг соответствующих селений, однако и лес, и долинно-речные урочища уничтожены (рис. 2,*б*). Это первый существенный шаг к формированию таких экологических проблем, как обмеление и исчезновение малых рек, снижение уровня грунтовых вод, эрозия почв, уменьшение биоразнообразия.

Леса при пореформенном переделе попадали в крестьянское хозяйство лишь в качестве мелколесных участков. Однако рубки молодого леса совершались при крайней необходимости. Известно, что крестьяне не только использовали лес для своих нужд, но и охраняли, оберегали, ухаживали за ним. Признаками сложившейся культуры ландшафта является появление ненормированных, но закрепленных в традициях отношений природопользования.

Картина землепользования и общая мозаика культурных ландшафтов складывались на протяжении столетий и обладали известной устойчивостью.

1861 г. стал стартовым для практически повсеместного передела земли в связи с отменой крепостного права. В XVIII–XIX вв. рост населения способствовал увеличению сельскохозяйственных угодий и сокращению лесной площади. В пределах области существенно не пострадали три лесных массива: 1 – Прицнинский лесной массив на северо-западе области (из-за низкого качества почв и нерентабельности сельского хозяйства); 2 – Присурский лесной массив (сохранился от вырубок, так как был необходим для засек); 3 – Примокшинский лесной массив на каменисто-щебнистых и боровых песках.

Первые, наиболее достоверные, статистические данные, указывающие на соотношение сельскохозяйственных угодий и леса в Пензенском крае, приведены в «Статистических очерках России» [5]. К концу XVII в. (1696 г.) лес покрывал свыше 55 % территории края. На период Генерального межевания лесистость существенно уменьшилась (табл. 1).

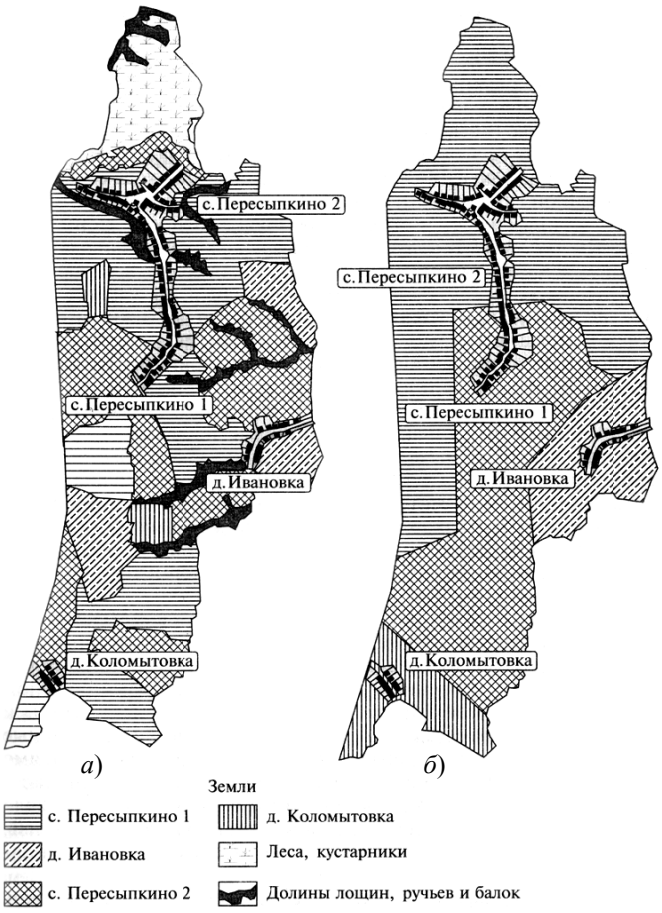


Рис. 2. Уничтожение элементов природного ландшафта при разверстании угодий и ликвидации межселенной чересполосицы землепользования: *а* – земли до землеустройства; *б* – земли после землеустройства [12]

Таблица 1

Распределение земельных угодий уездов Пензенского наместничества в конце XVIII в. (1782–1792 гг.) [13]

Уезд	Всего земель, га	Процент (%) ко всей площади			
		усадьбы	пашни	леса	неудобства
Верхнеломовский	268 699,5	1,7	80,2	16,3	0,43
Городищенский	573 658,5	2	18,95	78,4	0,13
Керенский	118 738,9	5,7	47,2	46,2	0,57
Мокшанский	229 779,97	3,4	69,3	25	0,99
Наровчатский	208 995,6	4,3	66,1	28,4	0,87
Нижнеломовский	249 507,97	2,9	70,4	26	0,45
Пензенский	249 919	3,2	78,2	17,5	0,62
Чембарский	408 399,4	2	88,7	8,7	0,54

Наибольшая площадь лесов была зафиксирована в Городищенском уезде, расположенном в Засурье (почти 80 %). Доля пахотных земель макси-

мальна в лесостепных ландшафтах Верхнеломовского уезда (80 %) и Нижнеломовском уезде (70 %). Керенский уезд на западе области имел средние показатели (47 % – пашня, 46 % – лес) [13].

В XIX в. шел процесс дальнейшего интенсивного освоения лесных ландшафтов, что было отмечено в официальных обзорах Центрального статистического комитета Министерства внутренних дел как «невероятно быстрое истребление» лесов в Пензенском крае. Такое быстрое истребление лесов было связано с развитием хозяйства [8]. Леса отступали под натиском пашни, часть лесов использовалась в лесном промысле. Так, например, только в Городищенском уезде в 1844 г. драньем лыка и плетением рогож занималось более 10 500 человек [13]. Даже в начале XX в., когда 1/10 всех крестьянских дворов в Пензенской губернии была занята кустарными промыслами, более половины всех кустарей приходилось на промыслы, связанные с обработкой дерева (1902).

По данным военно-статистического обозрения Российской империи, Пензенской губернии 1849 г. [5], со времени Генерального межевания к середине XX в. значительные площади лесов были истреблены (рис. 3).

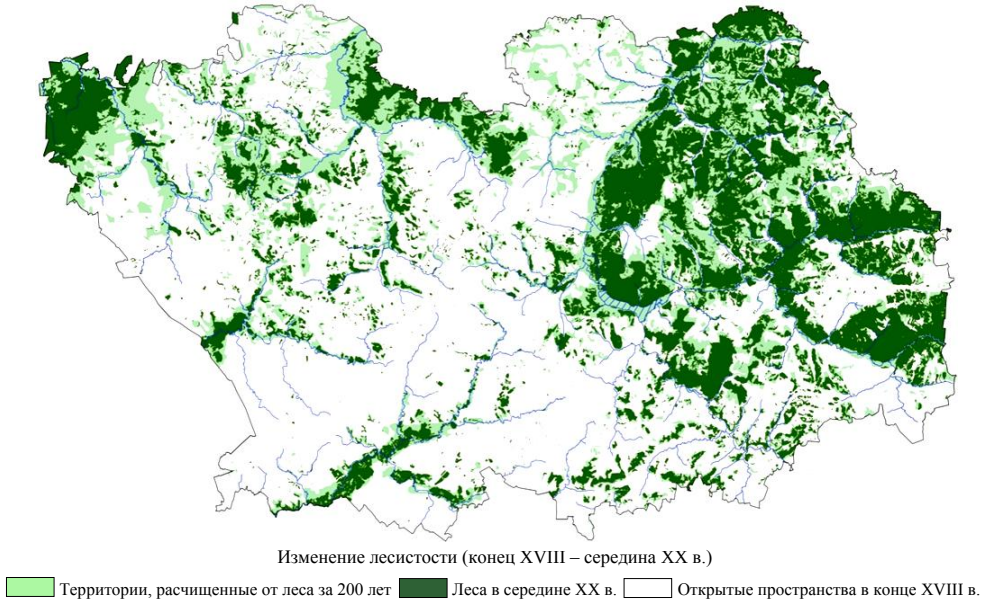


Рис. 3. Изменение лесистости на территории Пензенской области (конец XVIII – середина XX в.)

Пространственная неоднородность процесса хозяйственного освоения территории прослеживается в выборочной распашке наиболее благоприятных для ведения сельскохозяйственной деятельности участков: на планах Генерального межевания конца XVIII в. в Городищенском и Керенском (ныне Вадинском) уездах, как в настоящее время, преобладают лесные ландшафты, в Верхнеломовском и Нижнеломовском уездах с наличием плодородных черноземных почв значительные площади вторично моренных равнин уже тогда были распаханы. Анализируя особенности земледельческого освоения в пределах территории Городищенского района по временным срезам Планов Ге-

нерального межевания 1789 г., топографической карте Генштаба 1984 г. и современному космическому снимку, можно увидеть следующие тенденции в изменении ландшафтной структуры. В XVIII в. пашни занимали лишь небольшие участки пойм малых рек. Распахивали долины малых и больших рек; затем – склоны местных водоразделов и водоразделы. На современном космоснимке данной территории видны разорванность лесных массивов и их неоднородная структура как следствие постоянных рубок [14].

Таким образом, в результате освоенческих процессов на втором этапе произошло не только сокращение лесов, но и упрощение ландшафтной структуры за счет «запашки» ложбинно-лощинных фаций. Наиболее активному процессу хозяйственного освоения подвергались лугово-степные комплексы лесостепных ландшафтов, приуроченные к волнистым поверхностям придолинных склонов с плодородными выщелоченными или луговыми черноземами под луговыми степями и соседствующими с ними широколиственными лесами с темно-серыми лесными почвами или оподзоленными черноземами.

Заключение

Исследование хозяйственного освоения ландшафтов как важного географического процесса позволяет комплексно подойти к объяснению закономерностей функционирования природно-социально-хозяйственных систем и развитию геоэкологических ситуаций. Наиболее полно отражают пространственно-временные закономерности процесса хозяйственного освоения методы исторического ландшафтоведения, основанные на системном подходе. В качестве основных критериев выделения временных срезов целесообразно использовать степень освоенности ландшафтов, раскрываемую через интенсивность их использования и сохранения экологического равновесия.

На ранних этапах хозяйственного освоения ландшафтов Пензенской области деятельность человека гармонично вписывалась в ландшафтную структуру. В первую очередь осваивались речные долины, чем и определяется современная система расселения, границы земельных наделов определялись природными границами геосистем (лощинно-балочный комплекс и поймы рек), луговые геосистемы пойм формировались под влиянием сенокошения, выпаса скота и строительства плотин.

Хозяйственное освоение в период с XVII до середины XIX в. носило территориально-очаговый характер. В бассейнах рек донского бассейна процесс хозяйственного освоения носит крупноочаговый характер, что определяется широким распространением плодородных черноземных почв. Лесные массивы почти непрерывными полосами протягиваются по надпойменным террасам. В бассейнах рек, относящихся к волжскому бассейну, лесные массивы полосами протягивались по приводораздельным пространствам. Это связано с выраженной сменой лесных типов ландшафтов приводораздельных пространств с серыми лесными почвами луговыми степями с черноземными почвами на нижних участках склонов. В результате последующих этапов процесса хозяйственного освоения расположение лесных массивов начинает приобретать сильную сопряженность с рельефом территории, полосы лесов трансформируются в цепочки, а процесс хозяйственного освоения принимает крупноочаговый характер.

Наиболее существенные преобразования ландшафтов происходят в начале XIX в. в связи с разверсткой – укрупнением наделов и уничтожением мелких природных комплексов ранга фация, путем их «запахивания». Интенсивная трансформация лесных ландшафтов происходит со второй половины XX в., что связано с ростом численности населения, развитием сельского хозяйства и промышленности. В целом за 300 лет лесистость территории Пензенской области сократилась в 2 раза. Хозяйственное освоение постепенно теряет очаговый характер, что вызвало обострение геоэкологической ситуации. Необходимо проведение планировочных мероприятий для рационального использования ландшафтов с учетом экологических проблем территории.

Список литературы

1. **Жекулин, В. С.** Историческая география: предмет и методы / В. С. Жекулин. – Л. : Наука, 1982. – 224 с.
2. Палеоклиматы и палеоландшафты внетропического пространства Северного полушария. Поздний плейстоцен – голоцен / под ред. А. А. Величко. – М. : ГЕОС, 2009. – 300 с.
3. **Благовещенская, Н. В.** История растительности центральной части Приволжской возвышенности в голоцене / Н. В. Благовещенская. – Ульяновск, 2009. – 250 с.
4. **Новенко, Е. Ю.** Динамика ландшафтов и климата бассейна Верхнего Дона в позднем голоцене / Е. Ю. Новенко, Е. М. Волкова, М. П. Гласко, И. С. Зюганова, О. В. Бурова // Известия РАН. Серия Географическая. – М., 2013. – № 2. – С. 68–83.
5. **Арсеньев, К.** Статистические очерки России / К. Арсеньев. – СПб., 1848. – 500 с.
6. **Белорыбкин, Г. Н.** Оборонительные сооружения городищ булгарского времени в Пензенском крае (Сурская гряда) / Г. Н. Белорыбкин // Военно-оборонительное дело в домонгольской Булгарии. – Казань, 1985. – С. 112–120.
7. **Спрыгин, И. И.** Борьба леса со степью в Пензенской губернии / И. И. Спрыгин. – Пенза, 1922.
8. Военно-статистическое обозрение Российской империи. – СПб., 1852. – Т. V.
9. **Цветков, М. А.** Изменение лесистости Европейской России с конца XVII столетия по 1914 год / М. А. Цветков. – М. : Изд-во АН СССР, 1957. – 126 с.
10. **Ямашкин, А. А.** Геоэкологический анализ процесса хозяйственного освоения ландшафтов Мордовии / А. А. Ямашкин. – Саранск, 2001. – 232 с.
11. **Артемова, С. Н.** Геоэкологические исследования для целей ландшафтного планирования Пензенской области / С. Н. Артемова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2013. – № 2 (2). – С. 110–119.
12. **Колбовский, Е. Ю.** Ландшафтоведение : учеб. пособие / Е. Ю. Колбовский. – М. : Академия, 2008. – 480 с.
13. **Штукенберг, И. Ф.** Описание Пензенской губернии / И. Ф. Штукенберг // Статистические труды И. Ф. Штукенберга. – СПб., 1957. – 300 с.
14. **Уханова, О. М.** Установление пространственно-временных закономерностей хозяйственного освоения ландшафтов Пензенской области / О. М. Уханова // Ландшафтные и геоэкологические исследования природных и антропогенных геосистем : материалы Междунар. конф. – Тамбов : Изд-во ТГУ, 2014. – С. 325–329.

References

1. Zhekulin V. S. *Istoricheskaya geografiya: predmet i metody* [Historical geography: subject and methods]. Leningrad: Nauka, 1982, 224 p.

2. *Paleoklimaty i paleolandshafty vnetropicheskogo prostranstva Severnogo polushariya. Pozdniy pleystotsen – golotsen* [Paleoclimates and paleolandscapes of the extratropical space of the Northern hemisphere. Late pleistocene – holocene]. Ed. by A. A. Velichko. Moscow: GEOS, 2009, 300 p.
3. Blagoveshchenskaya N. V. *Istoriya rastitel'nosti tsentral'noy chasti Privolzhskoy vozvyshennosti v golotsene* [History of vegetation of the central part of Privolzhskaya elevation in holocene]. Ulyanovsk, 2009, 250 p.
4. Novenko E. Yu., Volkova E. M., Glasko M. P., Zyuganova I. S., Burova O. V. *Izvestiya RAN. Seriya Geograficheskaya* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Series: Geography]. Moscow, 2013, no. 2, pp. 68–83.
5. Arsen'ev K. *Statisticheskie ocherki Rossii* [Statistical articles of Russia]. Saint Petersburg, 1848, 500 p.
6. Belorybkin G. N. *Voenno-oboronitel'noe delo v domongol'skoy Bulgarii* [Military and defence in pre-mongolian Bolgaria]. Kazan, 1985, pp. 112–120.
7. Sprygin I. I. *Bor'ba lesa so step'yu v Penzenskoy gubernii* [Struggle betwenn forest and steppe in Penza province]. Penza, 1922.
8. *Voenno-statisticheskoe obozrenie Rossiyskoy imperii* [Military-statistical review of the Russian Empire]. Saint Petersburg, 1852, vol. V.
9. Tsvetkov M. A. *Izmenenie lesistosti Evropeyskoy Rossii s kontsa XVII stoletiya po 1914 god* [Change of forest-steppe in the European part of Russia from late XVII century to 1914]. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1957, 126 p.
10. Yamashkin A. A. *Geoekologicheskiy analiz protsessa khozyaystvennogo osvoeniya landshaftov Mordovii* [Geo-ecological analysis of economic development of Mordovian landscapes]. Saransk, 2001, 232 p.
11. Artemova S. N. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki* [University proceedings. Volga region. Natural sciences]. 2013, no. 2 (2), pp. 110–119.
12. Kolbovskiy E. Yu. *Landshaftovedenie: ucheb. posobie* [Landscape science: tutorial]. Moscow: Akademiya, 2008, 480 p.
13. Shtukenberg I. F. *Statisticheskie trudy I. F. Shtukenberga* [Statistical works by I. F. Schtukenberg]. Saint Petersburg, 1957, 300 p.
14. Ukhanova O. M. *Landshaftnye i geoekologicheskie issledovaniya prirodnykh i antropogennykh geosistem: materialy Mezhdunar. konf.* [Landscape and geo-ecological research of natural and anthropogenic geosystems: proceedings of the International conference]. Tambov: Izd-vo TGU, 2014, pp. 325–329.

Артемова Серафима Николаевна
кандидат географических наук, доцент, кафедра географии, Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: art-serafima@yandex.ru

Artemova Serafima Nikolaevna
Candidate of geographic sciences, associate professor, sub-department of geography, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Уханова Ольга Михайловна
старший методист, Управление международного образования, Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: vollmond1313@mail.ru

Ukhanova Ol'ga Mikhaylovna
Senior methodologist, Office of international education, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

УДК 911
Артемова, С. Н.

Географический аспект истории хозяйственного освоения Пензенской области / С. Н. Артемова, О. М. Уханова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 4 (8). – С. 69–82.

Э К О Л О Г И Я

УДК 911.2+504.54

А. С. Соколов

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛАНДШАФТОВ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ОХРАНЫ В СИСТЕМЕ ООПТ РЕГИОНА

Аннотация.

Актуальность и цели. Размещение системы особо охраняемых территорий должно учитывать их ландшафтное разнообразие, так как именно оно является основной для сохранения биологического разнообразия, обеспечить сохранение эталона каждой разновидности ландшафта. Гомельская область является освоенным в промышленном и сельскохозяйственном отношении регионом, поэтому рациональная организация сети ООПТ имеет для нее особую актуальность. Цели исследований – определение экологического состояния ландшафтов Гомельской области и анализ эффективности охраны ее ландшафтного разнообразия в системе ООПТ.

Материалы и методы. Материалом для исследований являлись ландшафтная карта Беларуси, карты ООПТ области, а также ГИС-данные о пространственном распределении лесной растительности страны.

Результаты. Наиболее нарушенными родами ландшафтов являются вторичноморенные, среди подродов по степени нарушенности выделяются ландшафты с покровом лессовидных суглинков и с покровом водно-ледниковых суглинков. Эти же роды и подроды занимают незначительную площадь в системе ООПТ Гомельской области. Среди видов ландшафтов заметна зависимость экологического состояния от степени расчлененности поверхности – в удовлетворительном состоянии находятся плоские, плосковолнистые и волнистые ландшафты, в наиболее нарушенном – холмисто-волнистые, волнисто-увалистые, гривистые.

Выводы. Существующая сеть ООПТ Гомельской области нуждается в оптимизации путем включения в нее тех родов, подродов и видов ландшафтов, которые характеризуются худшим экологическим состоянием, и восстановления на этих территориях естественных сообществ, что позволит в полной мере охватить охраной все разнообразие экосистем, сохранить каждую разновидность ландшафтов в эталонном состоянии.

Ключевые слова: геоэкологический коэффициент, ландшафтная структура, особо охраняемые природные территории, классификация ландшафтов, ландшафтное разнообразие.

A. S. Sokolov

ECOLOGICAL STATE OF LANDSCAPES OF GOMEL OBLAST AND FEATURES OF PROTECTION THEREOF IN THE SYSTEM OF REGIONAL PROTECTED NATURAL AREAS

Abstract.

Background. The city of Gomel is the second most populous city of Belarus, a large industrial center. The aim of the research is to conduct a territorial analysis of

geoecological situations, to identify areas that vary in severity of ecological troubles and to creat comprehensive environmental maps of the city on the basis of this research.

Materials and methods. The authors researched the following materials: the landscape map of Belarus, the maps of regional protected natural areas, as well as the data from the geoinformation system on spatial distribution of country's silva.

Results. The most disturbed types of landscapes are secondary moraine ones; by the degree of disturbance among sub-types the authors distinhuish landscapes with a loess-like loam cover and a water-glacial loam cover. These same types and subtypes occupy a small area in the protected areas of the Gomel region. Among the species of landscapes one may notice a dependence of ecological condition on the degree of ruggedness of the surface – of satisfactory condition are flat, flat-wavy and wavy landscapes, the most disturbed are is hilly-wavy, wavy-rolling, long hilly ones.

Conclusions. The existing network of the protected areas of the Gomel region needs optimization by including those types, sub-types and species of landscapes that are characterized by a worse ecological status, and recovering natural communities in these areas, which will allow to fully embrace the protection of the ecosystems' diversity, to preserve every kind of landscape in the reference state.

Key words: geoecological coefficient, landscape structure, protected areas, classification of landscapes, landscape diversity.

Введение

Теоретические и методические вопросы оптимизации региональных сетей ООПТ и формирования их систем до сих пор остаются дискуссионными. Существующие подходы к созданию системы ООПТ в большинстве своем биоцентричны, направлены на сохранение отдельных видов. В них не учитывается зависимость биологической составляющей от среды обитания, основа которой – ландшафтное разнообразие [1]. Реально в природе какой-то отдельный вид, взятый сам по себе, существовать не может – все виды существуют только во взаимодействии друг с другом и окружающей средой. Отсюда с неизбежностью следует вывод о том, что биоразнообразие планеты и ее отдельных регионов должно сохраняться преимущественно по биохорологическим единицам – ландшафтам – и другим подразделениям геосистемной иерархии. Именно в природных геосистемах виды из различных филумов образуют устойчивые, самоподдерживающиеся, эволюционирующие, самоадаптирующиеся биологические системы [2].

В большинстве реальных ситуаций охраняемые территории – лишь разрозненные либо слабо увязанные объекты, которые необходимо достраивать до уровня системы. Учет ландшафтных особенностей территории должен быть неотъемлемым атрибутом планирования и организации сети ООПТ территории. Существующая природоохранная система должна дополняться наиболее репрезентативными для региона ландшафтами, представляющими «зональные стандарты» или «стандарты сравнения», используемые при оценке экологического состояния [3].

Таким образом, для сохранения биоразнообразия природных экосистем необходимо сохранение ландшафтного разнообразия – в системе ООПТ должны быть представлены эталоны всех разновидностей ландшафтов, встречающихся на данной территории, для того, чтобы на данных участках формировались соответствующие этим ландшафтам природные экосистемы.

Такой подход будет способствовать повышению разнообразия, а следовательно, и устойчивости природно-территориальных систем, расширению типов местообитаний животных и растений, сохранению эталонов всех типов природных экосистем, способных существовать на данной территории.

Цели, задачи, объект и методы исследования

Целью настоящей работы являются определение экологического состояния ландшафтов Гомельской области и анализ эффективности охраны ее ландшафтного разнообразия в системе ООПТ. Исходя из данной цели могут быть сформулированы последовательные задачи (этапы) исследования:

– определить ландшафтную структуру системы ООПТ и оценить степень представленности в ней ландшафтов Гомельской области;

– определить экологическое состояние каждого ландшафта области и представить результаты в картографической форме;

– выявить зависимость экологического состояния ландшафтов региона от их природных характеристик и выделить роды, подроды и виды ландшафтов, характеристики которых обусловили максимальную и минимальную степень их трансформации;

– проанализировать эффективность охраны тех ландшафтных таксонов, которые характеризуются наиболее напряженной экологической ситуацией.

Объектом исследования является территория Гомельской области. Она занимает юго-восточную часть Беларуси. Площадь 40,4 тыс. км^2, или 19,4 % территории страны. Протяженность с запада на восток составляет 294 км и с севера на юг – 240 км. Современный рельеф области сформировался в голоцене, в это время продолжалось формирование речных долин, в озерах и долинах накапливались песчано-глинистые и карбонатные отложения. Территория области занята долинами рек Днепра, Сожа, Припяти, Березины и их притоками. Водно-ледниковые равнины и зандровые поля занимают северную части области, часть Лельчицкого, Мозырского, Добрушского и других районов, между Припятью и Днепром – озерно-аллювиальная равнина. И только на правом берегу Припяти на юг, запад и юго-восток размещается конечно-моренная Мозырская гряда.

Климат области в целом может быть охарактеризован как умеренно континентальный, с теплым летом и умеренно холодной зимой. Суммарная солнечная радиация на территории области самая высокая в республике и составляет на севере области 3850 МДж/м^2, на юге – более 4100 МДж/м^2. Среднегодовая температура воздуха постепенно повышается с севера на юг от +6,1 до +6,6 °С. Наиболее холодным месяцем в году является январь, средняя температура которого составляет –6,3…–8,2 °С. Самый теплый месяц – июль, средняя температура воздуха от +18,5 до +19,7 °С. Вегетационный период составляет 188–189 сут. Годовое количество осадков 510–670 мм. Около 70 % их выпадает в теплую половину года (апрель-октябрь).

Земельные ресурсы Гомельской области составляют более 4,0 млн га, в том числе 1,57 млн га (35 %) – сельскохозяйственные угодья, из них: 19,9 % – пашня; около 13,3 % – луга и пастбища.

Почвы сельхозугодий преобладающе дерново-подзолистые (31,6 %) и дерново-подзолистые заболоченные (28,7 %), удельный вес торфяно-болотных почв – 19,2 % от общей площади сельскохозяйственных угодий [4].

Ландшафты Гомельской области формировались на протяжении значительной части плейстоцена и в голоцене. Неоднократные плейстоценовые оледенения и сменявшие их межледниковья приводили к цикличной динамике природной среды, что обусловило территориальную дифференциацию возраста литогенной основы и биоценозов современных ландшафтов, а также существенно повлияло на характер их взаимодействия.

Литогенная основа ландшафтов северной части Гомельской области стала формироваться в конце среднего плейстоцена, а на некоторых участках даже в период днепровского оледенения. Остальная территория образовалась в верхнем антропогене. Биогенная составляющая современных ландшафтов более однородна в возрастном отношении, более молода. Она начала формироваться только в раннем голоцене. Границы и структура ландшафтов Гомельской области – это результат взаимодействия геомы и биоты в пространстве и времени [5–7].

Северная часть Гомельской области относится к подтипу подтаежных (смешанно-лесных) ландшафтов и входит в состав Предполесской ландшафтной провинции водно-ледниковых и моренно-зандровых ландшафтов (18,5 %), небольшой участок на крайнем севере – в состав Восточно-Белорусской провинции вторичноморенных и лессовых ландшафтов, а центральная (2,7 %) и южная – к подтипу широколиственно-лесных и входит в состав Предполесской ландшафтной провинции озерно-аллювиальных, болотных и вторичных водно-ледниковых ландшафтов (78,8 %). На значительной части территории области литогенная основа ландшафтов относительно однородна, что сказывается на ее взаимодействии с биоценозом. В северной части области наблюдается диффузная структура распределения ландшафтов.

Анализ ландшафтной структуры, другие картометрические операции, составление карты экологического состояния ландшафтов и выявление пространственных и таксономических закономерностей их антропогенной трансформации выполнялись с помощью ГИС-продукта *MapInfo Professional 12*. Исходными материалами являлись ландшафтная карта Беларуси [7], общегеографический атлас области масштаба 1:200 000 с обозначением границ ООПТ, а также слой «Растительность» (vegetation-polygon) в формате shape-файла из набора слоев проекта OpenStreetMap для Беларуси, доступного на сайте http://beryllium.gis-lab.info/project/osmshp/region/BY. Последний содержит информацию о лесопокрытых территориях Беларуси.

Для определения экологического состояния ландшафтов для каждого из них рассчитывался геоэкологический коэффициент И. С. Аитова [8] по формуле

$$K_{\Г} = \frac{C_{\Р}}{C_{\Д}},$$

где $C_{\Р}$ – процент (%) площади ненарушенных (коренных) геосистем на той или иной территории, в ландшафтном районе, ландшафте; $C_{\Д}$ – процент (%) предельно допустимой площади ненарушенных (коренных) геосистем. На основе имеющихся экспертных оценок [9, 10] предельно допустимая площадь естественных геосистем ($C_{\Д}$) в зоне широколиственных лесов опреде-

лена в 30 %. По значениям $K_Г$ оценивается состояние ландшафта в следующих градациях: удовлетворительное – более 1,5; напряженное – 1,1–1,5; критическое – 0,9–1,1; кризисное – 0,5–0,9; катастрофическое – < 0,50.

Результаты и их обсуждение

При расчете геоэкологического коэффициента ландшафтов Гомельской области было определено значение лесистости каждого ландшафта. Для этого был использован модуль «Пропорциональное перекрытие» ГИС MapInfo Professional 12, в пределах каждого ландшафтного полигона на одном векторном слое определялась площадь лесов в его пределах со второго векторного слоя. Результатом расчетов стала карта экологического состояния ландшафтов Гомельской области с обозначенными на ней ООПТ республиканского значения (рис. 1). Всего ООПТ составляют 5 % территории района, и это 12,8 % площади всех белорусских ООПТ [11].

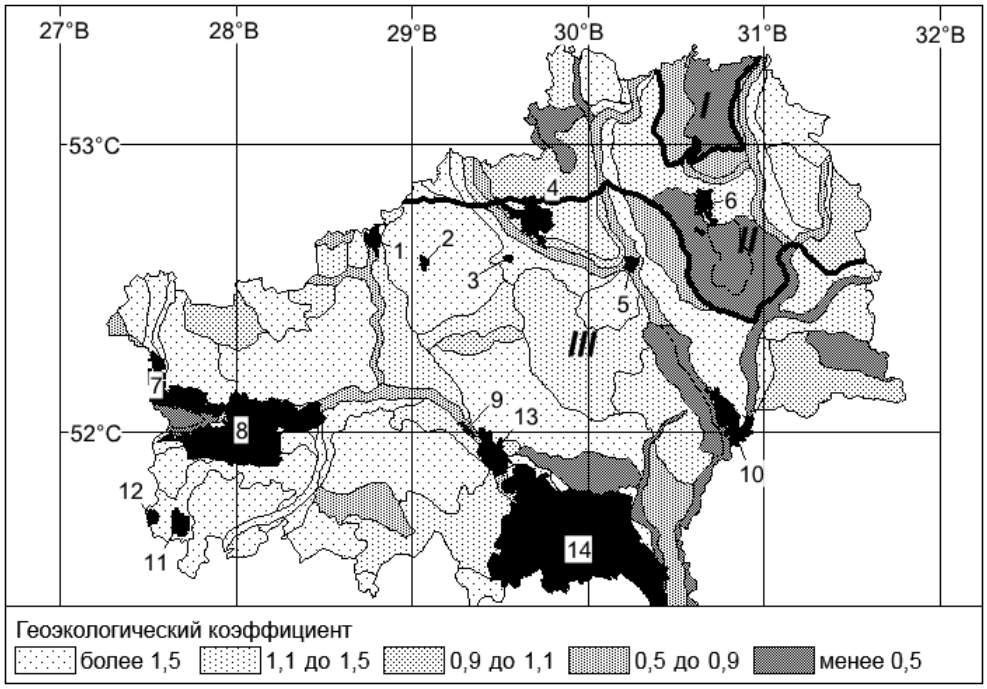


Рис. 1. Экологическое состояние ландшафтов Гомельской области и распространение особо охраняемых природных территорий:
I – Восточно-Белорусская провинция; II – Предполесская провинция; III – Полесская провинция;
1 – биологический заказник Октябрьский; *2* – биологический заказник Бабинец; *3* – биологический заказник Чирковичский; *4* – ландшафтный заказник Выдрица; *5* – ландшафтный заказник Смычок; *6* – биологический заказник Буда-Кошелевский; *7* – ландшафтный заказник Средняя Припять; *8* – национальный парк Припятский; *9* – ландшафтный заказник Мозырские овраги; *10* – биологический заказник Днепро-Сожский; *11* – биологический заказник Букчанский; *12* – ландшафтный заказник Ольманские болота; *13* – ландшафтный заказник Стрельский; *14* – Полесский радиационно-экологический заповедник

Данный показатель изменяется в очень широких пределах – от 0,015, когда доля леса в пределах ландшафта составляет менее 1 % до 2,94, лесистость ландшафта – 88 %. Большая часть ландшафтов (67,6 % от общей их площади) относится к группе ландшафтов с удовлетворительным и напряженным состоянием, ландшафты в катастрофическом и кризисном состоянии занимают 24,5 % площади области. Ландшафты в кризисном и катастрофическом состоянии сконцентрированы преимущественно на востоке и севере области, в центральной и восточной частях преобладают ландшафты в удовлетворительном и напряженном состоянии (см. рис. 1). Если рассматривать особенности экологического состояния ландшафтов в разрезе провинций, то в пределах Полесской провинции ландшафты с $K_Г > 1$ занимают 77 % территории, а значение $K_Г$ по провинции в целом 1,51. В пределах Предполесской провинции ландшафты с $K_Г > 1$ занимают 64 %, а значение $K_Г$ по провинции в целом 1,15. Все ландшафты Восточно-Белорусской провинции находятся в катастрофическом и кризисном состоянии, в целом $K_Г$ равен 0,32.

Для выявления зависимости экологического состояния ландшафтов от их природных характеристик все ландшафты были сгруппированы по родам, видам и подродам согласно классификации ландшафтов Беларуси [5], и геоэкологический коэффициент определен для всех этих таксономических групп в целом. Поскольку критерием выделения этих единиц являются их природные свойства (соответственно генезис, характер подстилающих пород и характер рельефа поверхности), полученные результаты будут отражать зависимость экологического состояния от конкретных природных свойств.

Всего на территории области встречается восемь родов ландшафтов из 14, существующих в Беларуси. Сравнивая ландшафтную структуру области и ландшафтную структуру сети ее ООПТ (табл. 1), можно отметить, что в обоих случаях преобладающим родом является аллювиально-террасированные ландшафты, экологическое состояние которых удовлетворительное. Доля пойменных и болотных ландшафтов в структуре ООПТ заметно выше, чем в области в целом. При этом значение геоэкологического коэффициента для пойменных ландшафтов в целом по области является одним из самых низких и свидетельствует о кризисном состоянии этих ландшафтов, вызванным тем, что сведение лесов привело к созданию новых антропогенных ландшафтов – пойменных лугов. В составе же ООПТ для ландшафтов этого рода $K_Г$ увеличился в 1,5 раза, и экологическое состояние ландшафтов может быть определено как напряженное.

Доля моренно-зандровых и вторичных водно-ледниковых ландшафтов в составе ООПТ во много раз ниже, чем в целом по области, также незначительна и их доля в ООПТ от площади подрода в области. Род ландшафтов с наиболее низким геоэкологическим коэффициентом – вторичноморенных, находящихся в кризисном состоянии, – вообще не представлен в сети ООПТ региона.

Среди ландшафтов, включенных в состав ООПТ, показатель геоэкологического коэффициента существенно выше, состояние практически всех их, за исключением пойменных и вторичноморенных, является удовлетворительным.

Таблица 1

Доля подродов ландшафтов
в структуре территории области и ООПТ

Классификационные единицы	Доля в области, %	Доля в ООПТ от площади в области	Доля среди всех ландшафтов ООПТ	Геоэкологический коэффициент по провинции	Геоэкологический коэффициент по ООПТ
Роды ландшафтов					
Нерасчлененные комплексы речных долин	0,4	–	–	0,62	–
Аллювиальные террасированные	33,7	9,4	32,7	1,71	2,16
Вторичные водно-ледниковые	21,1	2,1	4,5	1,66	1,96
Моренно-зандровые	16,9	1,6	2,8	1,16	3,02
Вторичноморенные	5,2	–	–	0,57	–
Пойменные	12,0	33,7	41,7	0,87	1,30
Нерасчлененные комплексы с преобладанием болот	9,8	17,4	17,6	1,47	2,01
Холмисто-моренно-эрозионные	0,8	9,1	0,8	1,22	2,23
Подроды ландшафтов					
С поверхностным залеганием аллювиальных песков	31,1	18,4	71,3	1,27	1,38
С поверхностным залеганием водно-ледниковых песков	14,1	2,1	3,7	1,91	2,76
С покровом лессовидных суглинков	5,6	2,9	2,0	0,28	0,66
С покровом водно-ледниковых суглинков	2,6	–	–	0,28	–
С покровом водно-ледниковых супесей	6,4	–	–	1,09	–
С прерывистым покровом водно-ледниковых супесей	30,3	6,0	22,8	1,70	2,83
С поверхностным залеганием торфа и песком	8,7	–	–	1,52	–
С поверхностным залеганием торфа	1,1	–	–	0,97	–
Виды ландшафтов					
Плоские	19,5	9,7	19,4	1,65	1,97
Волнистые	30,7	2,4	7,5	1,45	2,44
Плосковолнистые	25,5	11,7	30,6	1,74	2,15
Волнисто-увалистые	2,6	1,2	0,3	0,39	2,98
Холмисто-волнистые	2,8	0,25	0,7	0,55	2,79
Плоскобугристые	4,2	52	22,3	1,24	1,59
Гривистые	2,6	51,5	13,8	0,69	1,08
Среднехолмисто-грядовые	0,8	10	0,8	1,23	2,23
Плоскогривистые	3,6	0,1	4,5	0,54	0,43
Плосковогнутые	1,2	–	–	0,97	–

Из восьми подродов ландшафтов, встречающихся на территории области, в состав ООПТ включены четыре. Преобладают в области ландшафты подродов с поверхностным залеганием аллювиальных песков и с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей, экологическое состояние которых соответственно напряженное и удовлетворительное. Они же составляют 94 % территории всех ООПТ области. Подроды ландшафтов, находящиеся в катастрофическом и критическом состоянии, представлены в системе ООПТ незначительно или вообще не представлены, хотя в сумме они составляют почти 15 % территории области.

Из 10 видов ландшафтов три – плоские, плосковолнистые и волнистые – составляют основную часть (около 80 %) территории области. Большая часть территории ООПТ области приходится на плоские, плосковолнистые и плоскобугристые. Можно заметить зависимость экологического состояния ландшафтов от степени расчлененности поверхности: чем более плоской является поверхность, тем лучшим является экологическое состояние. Так, удовлетворительное состояние характерно для плоских и плосковолнистых ландшафтов, в катастрофическом и кризисном состоянии находятся волнисто-увалистые, холмисто-волнистые, гривистые, плоскогривистые ландшафты. Эти же виды (за исключением гривистых) составляют ничтожную долю среди всех ландшафтов ООПТ.

В целом зависимость лесистости и экологического состояния по величине геоэкологического коэффициента от природных свойств ландшафтов (выраженных через единицы его таксономической классификации) можно наглядно представить в виде табл. 2.

Таблица 2

Зависимость экологического состояния ландшафтов от их природных свойств

Состояние	Виды	Подроды	Роды
Удовлетворительное	Плоские, плосковолнистые	С прерывистым покровом водно-ледниковых супесей, с поверхностным залеганием торфа и песком и с поверхностным залеганием водно-ледниковых песков	Аллювиальные террасированные и вторичные водно-ледниковые ландшафты
Напряженное	Плоскобугристые, волнистые	С поверхностным залеганием аллювиальных песков	Нерасчлененные комплексы с преобладанием болот
Критическое	Плосковогнутые	С поверхностным залеганием торфа, с покровом водно-ледниковых супесей	Моренно-зандровые
Кризисное	Холмисто-волнистые, плоскогривистые и гривистые	–	Вторичноморенные, пойменные
Катастрофическое	Волнисто-увалистые	С покровом водно-ледниковых суглинков и покровом лессовидных суглинков	–

Экологическое состояние конкретных ландшафтов определяется сочетанием в них тех природных элементов, на основе которых он относится к соответствующей классификационной единице. Так, наименьшие значения $K_Г$ имеют холмисто-волнистые моренно-зандровые с покровом лессовидных суглинков, волнистые моренно-зандровые с покровом водно-ледниковых суглинков, холмисто-волнистые вторичноморенные с покровом лессовидных суглинков (менее 0,2). Максимальные значения $K_Г$ имеют волнистые моренно-зандровые с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей, плоские вторичные водно-ледниковые с поверхностным залеганием водно-ледниковых песков, плосковолнистые аллювиальные террасированные с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей, плоские вторичные водно-ледниковые с поверхностным залеганием водно-ледниковых песков (более 2,8).

Выводы

Результаты исследований показали существенный дисбаланс между экологическим состоянием ландшафтов определенных классификационных групп и их представленностью в системе ООПТ региона. Ландшафты с худшей экологической ситуацией, как правило, занимают незначительную долю среди всех ландшафтов ООПТ, что не позволяет в полной мере выполнять задачи охраны и восстановления разнообразия экосистем области.

Так, из общей площади находящихся в катастрофическом состоянии волнисто-увалистых ландшафтов области на их долю в составе ООПТ приходится лишь 1,2 %, среди всех ландшафтов ООПТ они составляют 0,3 %. Ландшафты с покровом водно-ледниковых суглинков и с покровом лессовидных суглинков в составе ООПТ составляют 2,9 % от их общей территории в области. Доли находящихся в кризисном состоянии холмисто-волнистых, плоскогривистых и гривистых ландшафтов в ООПТ составляют соответственно 0,25, 0,12 и 51,5 % этих ландшафтов по области. Вторичноморенные ландшафты, характеризующиеся кризисным состоянием, не представлены в системе ООПТ Гомельской области, а на долю моренно-зандровых ландшафтов с экологическим состоянием, близким к критическому, в составе ООПТ приходится 1,6 % от общей их площади в области.

Таким образом, существующая сеть ООПТ Гомельской области нуждается в оптимизации путем включения в нее тех родов, подродов и видов ландшафтов, которые характеризуются худшим экологическим состоянием, и восстановления на этих территориях естественных сообществ. Такие меры позволят охватить охраной все разнообразие экосистем, сохранить каждую разновидность ландшафтов в эталонном состоянии, что является необходимым условием для сбалансированного и устойчивого развития территории области.

Список литературы

1. **Андреева, И. В.** Организация системы особо охраняемых природных территорий на основе ландшафтного подхода (на примере Алтайского края) : автореф. дис. … канд. геогр. наук / Андреева И. В. – Барнаул, 2005. – 30 с.
2. **Иванов, А. Н.** Охраняемые природные территории : учеб. пособие / А. Н. Иванов, В. П. Чижова. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 2003. – 119 с.
3. **Панченко, Е. М.** Экологический каркас как природоохранная система региона / Е. М. Панченко, А. Г. Дюкарев // Вестник Томск. гос. ун-та. – 2010. – Вып. 340. – С. 216–221.

4. География Гомельской области : научное издание / Г. Н. Каропа, Т. Г. Флерко [и др.] ; под ред. Г. Н. Каропы ; М-во образования РБ, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2011. – 221 с.
5. Ландшафты Белоруссии / Г. И. Марцинкевич [и др.] ; под ред. Г. И. Марцинкевич. – Минск, 1989. – 239 с.
6. **Марцинкевич, Г. И.** Ландшафтоведение : пособие / Г. И. Марцинкевич. – Минск : БГУ, 2005. – 200 с.
7. Ландшафтная карта Белорусской ССР / под ред. А. Г. Исаченко. – М. : ГУГК, 1984.
8. **Аитов, И. С.** Геоэкологический анализ для регионального планирования и системной экспертизы территории (на примере Нижневартовского региона) : автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Аитов И. С. – Барнаул, 2006. – 18 с.
9. **Реймерс, Н. Ф.** Особо охраняемые природные территории / Н. Ф. Реймерс, Ф. Р. Штильмарк. – М. : Мысль, 1978. – 295 с.
10. **Реймерс, Н. Ф.** Охрана природы и окружающей человека среды : словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс. – М. : Просвещение, 1992. – 320 с.
11. Состояние природной среды Беларуси : экол. бюл. 2012 г. / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск : Минсктиппроект, 2013. – 378 с.

References

1. Andreeva I. V. *Organizatsiya sistemy osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriy na osnove landshaftnogo podkhoda (na primere Altayskogo kraya): avtoref. dis. kand. geogr. nauk* [Organizational system of the protected natural areas on the basis of the landscape approach (by the example of Altay region): author's abstract of dissertation to apply for the degree of the candidate of geographic sciences]. Barnaul, 2005, 30 p.
2. Ivanov A. N., Chizhova V. P. *Okhranyaemye prirodnye territorii: ucheb. posobie* [Protected natural areas: tutorial]. Moscow: Izd-vo Mosk. un-ta, 2003, 119 p.
3. Panchenko E. M., Dyukarev A. G. *Vestnik Tomsk. gos. un-ta* [Bulletin of Tomsk State University]. 2010, iss. 340, pp. 216–221.
4. Karopa G. N, Flerko T. G. et al. *Geografiya Gomel'skoy oblasti: nauchnoe izdanie* [Geography of Gomel region: scientific issue]. Ministry of Education of the Republic of Belarus, Gomel State University named after F. Skorina. Gomel: GGU im. F. Skoriny, 2011, 221 p.
5. Martsinkevich G. I. et al. *Landshafty Belorussii* [Landscapes of Belarus]. Minsk, 1989, 239 p.
6. Martsinkevich G. I. *Landshaftovedenie: posobie* [Landscape science: tutorial]. Minsk: BGU, 2005, 200 p.
7. *Landshaftnaya karta Belorusskoy SSR* [Landscape map of Belarus SSR]. Ed. by A. G. Isachenko. Moscow: GUGK, 1984.
8. Aitov I. S. *Geoekologicheskiy analiz dlya regional'nogo planirovaniya i sistemnoy ekspertizy territorii (na primere Nizhnevartovskogo regiona): avtoref. dis. kand. geogr. nauk* [Geo-ecological analysis for regional planning and system examination of areas (by the example of Nizhnevartovsk region): author's abstract of dissertation to apply for the degree of the candidate of geographic sciences]. Barnaul, 2006, 18 p.
9. Reymers N. F., Shtil'mark F. R. *Osobo okhranyaemye prirodnye territorii* [Protected natural areas]. Moscow: Mysl', 1978, 295 p.
10. Reymers N. F. *Okhrana prirody i okruzhayushchey cheloveka sredy: slovar'-spravochnik* [Nature and environment protection: reference dictionary]. Moscow: Prosveshchenie, 1992, 320 p.
11. *Sostoyanie prirodnoy sredy Belarusi: ekol. byul. 2012 g.* [Environment condition in Belarus: ecological bulletin 2012]. Ed. by V. F. Loginov. Minsk: Minsktipproekt, 2013, 378 p.

Соколов Александр Сергеевич
ассистент, кафедра экологии,
Гомельский государственный
университет им. Франциска Скорины
(Республика Беларусь, г. Гомель,
ул. Советская, 104)

E-mail: alsokol@tut.by

Sokolov Aleksandr Sergeevich
Assistant, sub-department of ecology,
Francisk Skorina Gomel State University
(104 Sovetskaya street, Gomel, Belarus)

УДК 911.2+504.54
Соколов, А. С.
Экологическое состояние ландшафтов Гомельской области и особенности их охраны в системе ООПТ региона / А. С. Соколов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 4 (8). – С. 83–93.

УДК 593.11

Ю. А. Мазей, Е. А. Ембулаева

СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ПОЧВООБИТАЮЩИХ ПРОСТЕЙШИХ В ЛЕСАХ, НАХОДЯЩИХСЯ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ СУКЦЕССИИ (СРЕДНЕЕ ПОВОЛЖЬЕ)[1]

Аннотация.

Актуальность и цели. Целью работы явилось изучение сообществ почвообитающих раковинных амеб и гетеротрофных жгутиконосцев на участках смешанного леса, находящихся на разных стадиях восстановительной сукцессии.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2006–2008 гг. в Засурском лесу, расположенном на склонах Засурского плато восточнее города Пензы на правом берегу Пензенского водохранилища. Начальные стадии сукцессии представляют собой березовые рощи, развивающиеся в березово-осиново-сосновые леса в увлажненных биотопах, в ясеневые дубравы в среднеувлажненных биотопах и в сосняки в наиболее сухих условиях.

Результаты. Было обнаружено 43 вида и формы раковинных корненожек. В среднеувлажненных биотопах сообщества раковинных амеб изменяются направленно: от березняков с преобладанием плагиостомных форм, через клено-липняки к дубравам с примерно равным соотношением плагиостомных и центростомных форм. В более увлажненных или сухих условиях сообщества раковинных амеб представляют собой единый вариант, слабо отличимый от начального. Было обнаружено 37 видов и форм гетеротрофных жгутиконосцев. Наиболее специфичны по видовому составу сообщества из климаксовых сообществ (заболоченный смешанный лес и ясеневая дубрава).

Выводы. В соответствии с сукцессионным развитием лесов, восстанавливающихся после рубок, сообщества раковинных корненожек изменяются в направлении от преобладания плагиостомных жизненных форм в молодых березняках к доминированию организмов с центростомными раковинками в клено-липняках и дубравах. В сообществах гетеротрофных жгутиконосцев наиболее отличны от первоначального варианта видовые комплексы из дубрав и заболоченных лесов.

Ключевые слова: раковинные амебы, гетеротрофные жгутиконосцы, структура сообщества, лесостепь, восстановительная сукцессия лесных экосистем.

Yu. A. Mazei, E. A. Embulaeva

SOIL-INHABITED PROTOZOA COMMUNITY STRUCTURE IN FORESTS AT DIFFERENT STAGES OF RECOVERING SUCCESSION (MIDDLE VOLGA REGION)

Abstract.

Background. The aim of the study is to investigate the assemblages of testate amoebae and heterotrophic flagellates in different patches of mixed forest, being at different stages of recovering succession.

Materials and methods. The study was conducted from 2006 to 2008 in Zasursky forest located on the slopes of Zasursky plateau to the east from the Penza city on

[1] Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (12-04-97064-р_поволжье_а).

the right bank of the Penza water reservoir. The initial stages of recovering succession are represented by the birch wood, which transforms in the accordance with the moisture of the habitat. The succession develops towards the birch-aspen-pine forests in the most humid conditions, towards the oak forest in moderate environment, and towards pine forest in dry habitats.

Results. Forty-three testate amoeba taxa have been identified. There are directional changes in the testate amoeba communities within moderate environment from birch forests via linden towards oak forests. In other conditions local communities are characterised by low heterogeneity. Thirty-seven heterotrophic flagellate taxa have been identified. The associations of flagellates from mixed and oak forests are most specific in terms of species composition.

Conclusions. Testate amoeba communities are transformed from the associations with predominance of plagiostomic life forms in birch forests towards predominance of centrostome life forms in linden and oak forests. Most specific flagellate communities are assembled in oak and mixed forests.

Key words: testate amoebae, heterotrophic flagellates, community structure, forest-steppe, recovering succession.

Простейшие являются важнейшей составляющей частью почвы как биокостной системы, активно участвуя в процессах круговорота веществ в рамках функционирования микробной пищевой петли и благодаря активному взаимодействию с ризосферой растений (Ekelund, Ronn, 1994; Bonkowski, 2004; Adl, Gupta, 2006). Среди обширной группы простейших наиболее исследованы раковинные корненожки (Wilkinson, 2008; Мазей, Ембулаева, 2009; Wilkinson, Mitchell, 2010; Мазей и др., 2012; Fournier et al., 2012) и инфузории (Lehle, 1994; Bartosova, Tirjakova, 2008; Lara, Acosta-Mercado, 2012). Информация о гетеротрофных жгутиконосцах остается крайне недостаточной (Tikhonenkov et al., 2010; Тихоненков и др., 2011, 2013).

Целью настоящей работы явилось изучение сообществ раковинных амеб и гетеротрофных жгутиконосцев в Засурском лесу в окрестностях г. Пензы. Этот лес интересен тем, что он в разное время вырубался, и современное его состояние представляет собой мозаику из участков, находящихся на разных стадиях восстановительной сукцессии (Стойко и др., 2008) [1–18].

Материал и методика

Исследования проводили в 2006–2008 гг. в Засурском лесу, расположенном на склонах Засурского плато восточнее города Пензы на правом берегу Пензенского водохранилища. Он относится к Верхнесурскому остепненно-лесному геоботаническому району. Его центральная часть – выровненное плато с перепадами относительных высот от 3 до 6 м. Максимальная высота 356 м над уровнем моря. Здесь преобладают светло-серые лесные супесчаные и оподзоленные почвы, на которых значительную площадь занимают широколиственно-сосновые и сосновые леса. В связи с близостью к областному центру Засурский лес был основным местом лесозаготовок. Большая часть его была вырублена, что явилось причиной практически повсеместной смены коренного типа сообществ. В первые 10–20 лет лесные вырубки зарастали лещиной и березой, а по сыроватым местообитаниям – осиной. Позже с ними содоминировали липа сердцевидная и клен остролистный, которые стали вытеснять мелколиственные деревья, формируя длительно жи-

вущие и способные к самоподдержанию клено-липняки. Имеющееся разнообразие лесных сообществ Засурья (березняки, осинники, березо-, осино-, или клено-липняки, дубравы и т.п.) по сути представляет разные этапы демутационных процессов лесных сообществ, возобновляющихся после рубок. Большая часть рассматриваемого участка приходится на вторичные лиственные и смешанные леса в возрасте 50–60 лет (Стойко и др., 2008).

Для исследования были выбраны биотопы в соответствии с основными направлениями протекания восстановительной сукцессии. Начальные стадии сукцессии представлены **молодыми березовыми рощами** (биотоп «1»). Первый участок располагался на выровненном участке водораздела. В древесном ярусе зафиксирована исключительно береза бородавчатая, в подросте – изредка рябина обыкновенная. В составе травянистой растительности преобладают мятлик луговой, земляника лесная, полевица тонкая, душистый колосок, осока волосистая и другое разнотравье. Почва светло-серая, лесная, среднемощная, суглинистая. Строение верхней части почвы следующее: A_0 0–0,5 см – луговой войлок, A_d 0,5–3 см – слаборазвитая дернина, пронизана корнями травянистой растительности, A_1 3–14 см – гумусовый горизонт, темно-серый, влажный, суглинистый, структура комковатая, встречаются корни травянистой и древесной растительности. Второй участок также находился в пределах выровненного участка водораздела. В древесном ярусе – исключительно береза бородавчатая. В составе травянистой растительности преобладают ежа сборная, василек луговой, мятлик дубравный, клевер луговой и другое разнотравье. Почва серая, лесная, контактно-луговатая, легкосуглинистая. Строение верхней части почвы следующее: A_0 0–0,5 см – луговой войлок, A_d 0,5–5 см – дернина, пронизана корнями травянистой растительности, встречаются корни древесной растительности, обладает рыхлым сложением, A_1 5–26 см – гумусовый горизонт, темно-серый, влажный, легкосуглинистый, структура мелко-комковатая, имеются корни травянистой и древесной растительности.

Далее сукцессия развивается в нескольких направлениях в зависимости от типа почв и уровня увлажнения биотопа. В наиболее влажных западинах на болотных торфяно-глеевых почвах формируется гидросерия. Вторая стадия (после березняков) представлена **осинниками с примесью березы** (биотоп «2-гидро»). Первая пробная площадка располагалась на выровненном участке водораздела. Среди кустарников зафиксирована лещина обыкновенная. В составе травянистой растительности доминируют осока волосистая и сныть обыкновенная. Почва светло-серая, лесная, супесчаная, среднемощная. Строение верхней части почвы следующее: A_0 0–1,5 см – рыхлая подстилка из древесного и травянистого опада, A_1 1,5–11 см – гумусовый горизонт, серый, супесчаный, рыхлый, влажный, структура комковато-порошистая непрочная, пронизан корнями древесной и травянистой растительности. Вторая площадка представлена осинником с примесью липы сердцевидной и березы бородавчатой, в подросте – липа сердцевидная и клен платановидный. В травяном ярусе преобладают осока волосистая и сныть обыкновенная. Почва светло-серая, лесная, супесчаная, маломощная. Строение верхней части почвы следующее: A_0 0–1 см – рыхлая лесная подстилка из древесного и травянистого опада, A_1 1–9,5 см – гумусовый горизонт, серый, супесчаный, рыхлый, влажный, структура комковато-порошистая, непрочная, пронизан корнями древесной и травянистой растительности.

Третья стадия гидросерии представлена **березово-осиново-сосновыми заболоченными лесами** (биотоп «3-гидро») в западинах. В первом ярусе преобладают береза пушистая с примесью сосны обыкновенной и осины, в подросте – сосна обыкновенная, дуб черешчатый, осина. Среди кустарников ива пепельная, крушина ломкая. В составе травянистой растительности преобладают вейник седеющий, осока, черника. Мохово-лишайниковое покрытие составляет около 50 %. Среди мхов преобладают *Sphagnum teres*, *S. capillifolium*, *S. riparium*, *Polytrichum strictum*, *P. commune*. Почва болотная, торфянисто-глеевая, маломощная; строение верхней части профиля следующее: A_0 0–3 см – лесная, влажная, оторфованная подстилка, представленная опадом древесной растительности и очесом мха, Т 3–20 см – торфяной горизонт мощностью 17 см, влажный, представлен слаборазложившимся торфом, встречаются живые корни древесной растительности.

В среднеувлажненных условиях на серых лесных среднемощных почвах развивается мезосерия. Вторая стадия (после березняков) представлена **березо-клено-дубо-липняками** (биотоп «2-мезо»). Первая площадка располагалась на выровненном берегу выработанного торфяника. В первом ярусе преобладают береза бородавчатая, липа сердцевидная, в подросте – крушина, дуб черешчатый, среди кустарников – крушина ломкая, лещина обыкновенная. В составе травянистой растительности преобладает орляк обыкновенный. Моховое покрытие (*Polytrichum ericetorum*) составляет 10 %. Почва иловато-непрочная, строение верхней части профиля следующее: A_0 0–2 см – оторфованная подстилка, A_1 2–25 см – иловато-перегнойный горизонт, обводненный, рыхлый, бесструктурный. Вторая площадка находилась на пологом склоне водораздела. В первом ярусе преобладают береза бородавчатая, клен платановидный, липа сердцевидная, в подросте – липа сердцевидная, среди кустарников – лещина обыкновенная. В составе травянистой растительности преобладает осока волосистая. Почва светло-серая, лесная, суглинистая, маломощная. Строение верхней части профиля почвы следующее: A_0 0–0,5 см – рыхлая, лесная подстилка представлена опадом древесной и травянистой растительности, A_1 0,5–8 см – гумусовый горизонт, суглинистый, пронизан корнями древесной и травянистой растительности.

Третья стадия мезосерии представлена дубравами (биотоп «3-мезо»). Исследования проводили в **ясеневой дубраве** на плодородных, хорошо увлажненных почвах центральной части водораздела и представляет собой липово-дубовый лес со значительным участием ясеня порослевого и семенного происхождения в возрасте 80–100 лет. В состав сообщества входят дуб черешчатый, клен остролистный, ясень обыкновенный, липа сердцевидная, вяз голый, береза повислая, осина, клен татарский. В подлеске встречаются кустарники: лещина обыкновенная, бересклет бородавчатый и низкорослые деревья рябины обыкновенной, яблони лесной, черемухи обыкновенной. В травяном покрове преобладают осока волосистая и сныть обыкновенная.

В наиболее засушливых условиях на светло-серых, лесных, супесчаных, маломощных почвах развивается ксеросерия. Вторая стадия (после березняков) представлена **березовыми лесами с примесью сосны** (биотоп «2-ксеро»). Исследования проводили в пределах выровненного участка водораздела в березово-липово-сосновом лесу. В первом ярусе доминируют липа сердцевидная, береза бородавчатая и сосна обыкновенная с примесью клена

платановидного, осины и дуба черешчатого, в подросте – клен платановидный, липа сердцевидная и осина, среди кустарников – лещина обыкновенная и бересклет бородавчатый. В составе травянистой растительности преобладают осока волосистая. Мохово-лишайниковое покрытие менее 5 %. Почва светло-серая, лесная, супесчаная, среднемощная, строение верхней части профиля следующее: A_0 0–2 см – рыхлая лесная подстилка из древесного и травяного опада, A_1 2–10 см – гумусовый горизонт, серый, супесчаный, рыхлый, влажный, структура комковато-порошистая непрочная, пронизан корнями древесной и травянистой растительности.

Третья стадия ксеросерии представлена **сосняками сложными** (биотоп «3-ксеро»). Первая площадка располагалась на выровненном участке водораздела и представляла собой сосняк с примесью березы бородавчатой, дуба черешчатого, осины и липы сердцевидной. В кустарниковом ярусе преобладает лещина обыкновенная, в составе травянистой растительности – осока волосистая и сныть обыкновенная. Почва светло-серая, лесная, маломощная, супесчаная. Строение верхней части почвы следующее: A_0 0–1 см – рыхлая, лесная подстилка из древесного и травяного опада, A_1 1–7 см – гумусовый горизонт, серый, влажный, супесчаный, структура комковато-порошистая непрочная, пронизан корнями древесной и травяной растительности. Вторая площадка находилась на пологом склоне юго-западной экспозиции на надпойменной террасе. Сосняк сложный беломошниковый (памятник природы «Золотаревский сосновый бор»). Древесный ярус образован старыми (140–150 лет) деревьями сосны обыкновенной высотой 30–35 м, а также более молодыми (80–100 лет) деревьями высотой 25–28 м. В подросте преобладают широколиственные деревья: дуб черешчатый, липа сердцевидная, клен остролистный, береза повислая. В кустарничковом ярусе доминирует рябина обыкновенная. В напочвенном покрове преобладают лишайники из рода *Cladonia* (*Cl. alpestris*, *Cl. deformis*, *Cl. furcata*, *Cl. sylvatica*), мхи *Pleurozium schreberi*, *Dicranum polysetum*, *Polytrichum commune*. Травяной покров изреженный, включает виды вейник наземный и вейник тростниковидный. Почва светло-серая, лесная, маломощная, супесчаная. Строение верхней части почвы следующее: A_0 0–0,5 см – рыхлая подстилка из хвои сосны и мохового покрова, A_1 0,5–8 см – верхний перегнойно-аккумулятивный горизонт, серый, супесчаный, рыхлый.

В каждом биотопе отбирали по три пробы из горизонта A_0 и по три из верхнего двухсантиметрового слоя горизонта A_1. Для выявления видового состава и количественного учета раковинных амеб 5 г исследуемого субстрата помещали в закрывающуюся колбу на 150 мл, заливали произвольным количеством воды и оставляли на сутки для размокания почвенных частиц. Затем взвесь взбалтывали в течение 10 мин и фильтровали через сито с ячеями 0,5–1 мм в химические стаканы емкостью 0,8 л. Оставшиеся на сите крупные грубые элементы опада дополнительно промывали слабой струей воды. Взвесь отстаивали в течение суток, надосадочную прозрачную жидкость сливали, оставшееся количество фильтрата переносили в градуированную емкость и снова давали отстояться. Избыточную жидкость вновь сливали, оставляя лишь 10 мл. Суспензию, содержащую, таким образом, 5 г субстрата в 10 мл воды, окрашивали раствором эритрозина в течение суток. Для микроскопирования 2 мл фильтрата помещали в малую чашку Петри. Фильтрат

разбавляли водой (до объема, удобного для микроскопирования) и равномерно распределяли по дну чашки. Затем с помощью микроскопа БИОМЕД–2 при увеличении ×160 по полям зрения просматривали суспензию. Определяли видовой состав раковинных амеб и просчитывали количество живых тестацей и пустых раковинок в двукратной повторности. В каждой пробе было подсчитано не менее 150 экземпляров. Полученные величины численности раковинок пересчитывали на 1 г абсолютно сухого субстрата.

Для классификации сообществ использовали иерархический кластерный анализ методом среднего присоединения на основе матрицы индексов сходства Жаккара для данных по присутствию-отсутствию видов, а также индексов сходства Чекановского – Съеренсена для данных по относительному обилию видов. Для выявления характера различий между локальными сообществами проводили ординацию ценозов методом главных компонент.

Результаты и обсуждение

Видовой состав и изменение структуры сообществ раковинных амеб

В обследованных почвах обнаружено 43 вида и формы раковинных корненожек (табл. 1). Наиболее обычными видами были эврибионты *Centropyxis aerophila*, *C. a. sphagnicola* (обнаружены во всех биотопах), *Trinema complanatum*, *Phryganella acropodia* (в 92 % местообитаний), *Trinema lineare* (85 %), *Cyclopyxis kahli* (77 %), *Centropyxis sylvatica*, *C. s. globulosa* (70 %). Большая часть обнаруженных видов распространена в широком диапазоне почв и часто доминирует в лесных и луговых биогеоценозах средней части Восточно-Европейской равнины (Корганова, Рахлеева, 1997; Рахлеева, 1998).

Таблица 1

Видовой состав, относительные обилия видов и интегральные характеристики сообществ в почвах лесных биоценозов, находящихся на разных стадиях восстановительной сукцессии

Вид и интегральный показатель сообщества	Стадия сукцессии						
	1	2-ксеро	2-мезо	2-гидро	3-ксеро	3-мезо	3-гидро
1	2	3	4	5	6	7	8
Arcella arenaria	–	0,5	–	2,4	1,6	2,3	–
Arcella catinus	–	–	–	–	–	–	–
Arcella discoides	–	–	–	–	–	–	0,1
Arcella hemisphaerica intermedia undulata	–	–	–	–	–	–	0,6
Centropyxis aerophila	14,7	12,4	21,9	9,3	10,7	2,6	12,2
Centropyxis aerophila sphagnicola	27,1	20,0	5,3	37,8	22,4	14,8	4,2
Centropyxis cassis	0,9	–	–	1,5	1,0	–	–
Centropyxis laevigata	–	–	–	–	–	–	0,2
Centropyxis plagiostoma	–	–	–	0,2	–	3,0	0,1
Centropyxis platistoma	1,3	–	0,2	–	1,5	–	0,3
Centropyxis sylvatica	13,0	0,3	0,4	4,0	1,1	25,4	0,2

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Centropyxis sylvatica globulosa	10,7	0,7	0,5	7,2	5,5	–	0,2
Corythion dubium	–	0,1	–	–	–	–	–
Corythion dubium orbicularis	–	–	–	0,3	0,2	–	0,6
Cyclopixis arcelloides	–	–	–	–	–	2,6	0,1
Cyclopixis eurystoma	–	1,6	29,6	2,3	–	11,5	6,7
Cyclopixis eurystoma parvula	–	–	7,9	–	–	–	2,9
Cyclopixis kahli	0,9	2,1	0,4	10,4	2,1	12,7	2,8
Cyclopixis kahli cyclostoma	2,7	–	0,2	–	2,1	–	0,2
Euglypha ciliata	–	–	–	–	–	–	–
Euglypha cristata decora	–	–	–	–	–	–	1,4
Euglypha denticulata	0,9	–	1,3	–	4,3	–	2,0
Euglypha laevis	–	–	–	0,2	–	3,0	–
Euglypha rotunda	–	0,4	–	2,1	1,0	14,0	0,4
Euglypha strigosa	–	–	–	–	–	–	0,8
Euglypha strigosa glabra	1,7	–	1,1	0,8	6,8	–	7,3
Heleophera petricola	–	0,1	–	–	–	–	–
Heleophera sylvatica	–	4,5	0,3	0,7	–	–	0,1
Nebela collaris	–	–	–	–	–	–	0,8
Nedela militaris	–	–	–	–	–	–	0,6
Phryganela acropodia	7,1	19,0	4,9	9,0	11,6	2,3	36,3
Phryganela acropodia penardi	–	0,3	–	–	–	–	0,3
Phryganela hemisphaerika	3,1	1,2	1,8	–	12,3	–	2,0
Plagiopyxis declivis	–	–	–	0,1	–	–	–
Plagiopyxis intermedia	–	–	3,6	0,8	3,1	–	–
Plagiopyxis penardi	1,8	–	–	–	2,4	–	–
Tracheleuglypha dentata	–	5,3	0,4	1,7	0,2	–	0,1
Trigonopyxis arcula	3,5	6,4	3,4	2,0	1,1	–	0,8
Trinema complanatum	5,4	14,0	13,3	5,2	7,4	–	6,6
Trinema complanatum inaqualis	–	0,9	0,3	–	–	–	0,3
Trinema elongata	–	–	–	0,7	–	–	–
Trinema lineare	5,1	7,4	3,2	1,3	1,6	5,9	8,7
Trinema penardi	–	2,8	–	–	–	–	0,1
Численность, экз./г	585,8	1808,2	1747,9	1810,2	1135,4	1650,6	4530,8
Среднее количество видов в пробе	13,0	14,3	15,3	11,3	10,7	15,3	10,7
Индекс Пиелу	0,80	0,80	0,79	0,80	0,75	0,73	0,80
Индекс Шеннона	2,01	2,10	2,16	1,92	1,76	1,93	1,89

В составе населения во всех биоценозах, за исключением заболоченного березо-сосняка («3-гидро»), преобладают (45–78 % от общей численности в разных биотопах) виды с плагиостомными раковинками (из родов *Centropyxis* и *Trinema*; устье смещено вбок и часто прикрыто козырьком), наиболее типичными для почвенных условий (Гельцер и др., 1985). При этом плагиостомные раковинки преобладают на начальных стадиях сукцессионного развития (за исключением биотопа «2-мезо» – рис. 1). Однако в более увлажненных условиях массово развиваются центростомные организмы (из родов *Cyclopyxis* и *Phryganella*; устье крупное, широко открытое, расположено в центре): в заболоченном лесу они доминируют (52 % от общей численности), в мезо- и гидросериях их численность достигает 25–45 %. Помимо представителей вышеперечисленных жизненных форм, в сообществах обитают мелкие организмы с акростомными раковинками с маленьким терминальным устьем (из рода *Euglypha*), которые относительно обильны (12–17 %) в терминальных стадиях сукцессии фитоценозов (биотопы «3-гидро», «3-мезо», «3-ксеро»).

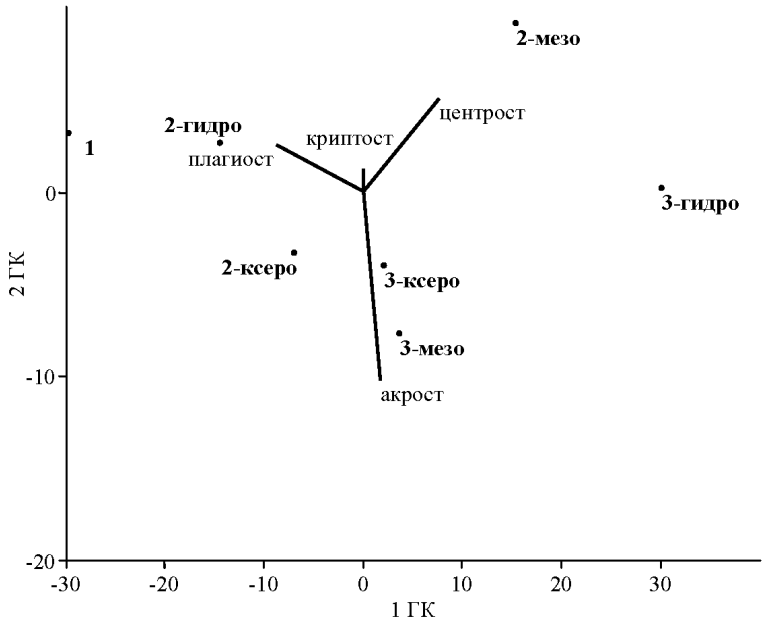


Рис. 1. Результаты ординации сообществ из разных сукцессионных стадий фитоценозов по соотношению жизненных форм методом главных компонент: 1 ГК – 92,1 %; 2 ГК – 7,4 %

Результаты ординации и классификации сообществ по видовой структуре (рис. 2, 3) свидетельствуют о том, что наиболее специфичные сообщества формируются в мезосерии. Причем траектория развития сообщества, начинаясь в березняках с преобладания (78 %) плагиостомных форм (*Centropyxis aerophila sphagnicola*, *C. aerophila*, *C. sylvatica*, *C. s. globulosa*, *Trinema complanatum*), переходит в структурные варианты с примерно равным соотношением плагиостомных и центростомных форм: в липняках доминируют *Cyclopyxis eurystoma*, *C. e. parvula*, *Phryganella acropodia*, в дубравах – *Cyclopyxis kahli*, *C. eurystoma*, *Phryganella hemisphaerica*. Сообщества раковинных

амеб из ксеро- и гидросерий представляют собой единый вариант, слабо отличимый от начального с доминированием *Centropyxis aerophila sphagnicola*, *C. aerophila*, *Trinema complanatum*, *Phryganella acropodia.*

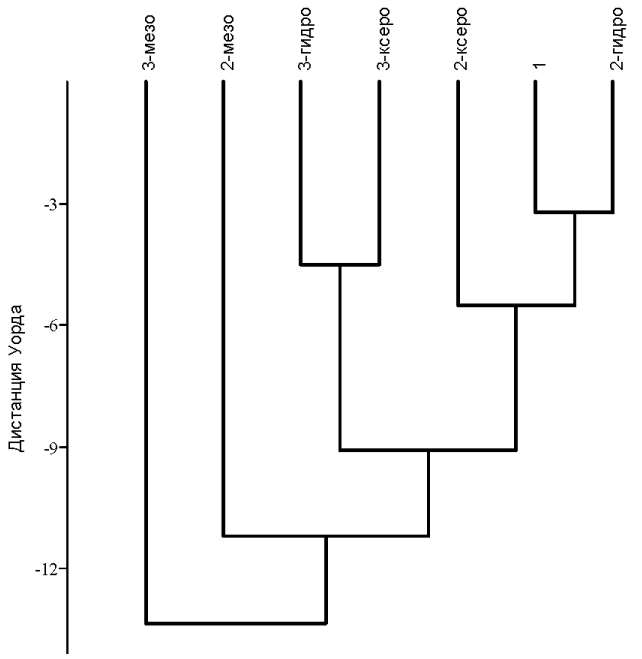


Рис. 2. Результаты классификации сообществ раковинных амеб из разных сукцессионных стадий фитоценозов

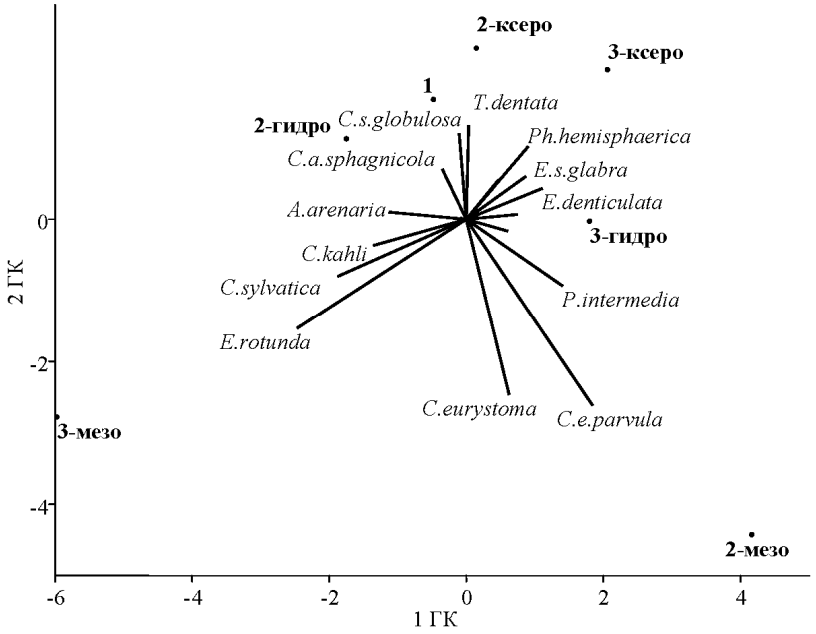


Рис. 3. Результаты ординации сообществ раковинных амеб из разных сукцессионных стадий фитоценозов по нормированным на среднее относительным обилиям доминирующих видов методом главных компонент:
1 ГК – 35,7 %; 2 ГК – 23,2 %

В соответствии с сукцессионным развитием фитоценозов в сообществах почвообитающих раковинных амеб незначительно возрастает обилие (см. табл. 1): от 600 экз./г в березняках до 1100–1800 экз./г в остальных лиственных и смешанных лесах и существенно выше (4500 экз./г) в сосняках сложных. Уровень видового богатства изменяется ненаправленным образом и максимальных значений (в среднем 15,3 видов в пробе) достигает в липняках и дубравах.

Видовой состав и изменение структуры сообществ гетеротрофных жгутиконосцев

В составе почвенной нанофауны Засурского леса обнаружено 37 видов и форм гетеротрофных жгутиконосцев (табл. 2). Во всех биотопах были обнаружены три вида: *Bodo designis*, *Paraphysomonas* sp., *Spumella* sp. (те же организмы, что и в Островцовской и Кунчеровской лесостепях). Максимальное количество видов (20) было отмечено в клено-липняке (биотоп «3-мезо») и в смешанном лесу – березо-сосняке (биотоп «2-ксеро» – 18 видов). Минимальное видовое богатство (10 видов) в заболоченном березо-сосняке (биотоп «3-гидро»).

Таблица 2

Видовой состав гетеротрофных жгутиконосцев в биотопах Засурского леса на разных стадиях сукцессионного развития

Виды	Биотопы						
	1	2-мезо	2-гидро	2-ксеро	3-гидро	3-мезо	3-ксеро
1	2	3	4	5	6	7	8
Allantion tachyploon	–	+	–	+	–	+	+
Allantion sp.	–	–	–	+	–	–	–
Bodo angustatus	–	+	–	–	–	–	–
B. designis	+	+	+	+	+	+	+
B. minimus	+	+	+	–	–	–	–
B. rostratus	–	–	–	–	+	–	–
B. saltans	–	–	+	+	+	–	+
Bodo caudatus	+	–	+	–	–	+	–
Cercomonas aff. *agilis*	+	–	–	+	–	+	–
C. cometa	+	+	–	+	+	+	+
C. longicauda	–	+	+	+	–	–	+
C. norvicensis	–	+	–	–	–	–	–
C. ovatus	–	–	+	–	+	+	–
Cercomonas sp.	+	+	+	+	–	+	+
C. sp. cfr. *Bodo globosus*	–	–	–	–	–	–	+
Codonosiga botrytis	–	–	–	–	+	–	–
Cyathobodo sp.	+	+	+	–	–	+	–
Dimastigella mimosa	+	–	–	+	–	–	–
D. trypaniformis	–	–	–	+	–	–	–
Goniomonas truncata	+	+	–	–	–	+	+
Heteromita minima	+	+	+	+	–	+	+
H. globosa	+	+	–	–	+	+	+
H. reniformis	+	+	–	+	–	+	–

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Heteromita sp.	+	+	+	–	–	+	+
Parabodo nitrophilus	+	–	–	–	–	–	–
Paraphysomonas sp.	+	+	+	+	+	+	+
Petalomonas minuta	–	+	–	–	–	–	–
P. pusilla	–	–	+	–	–	–	–
Petalomonas sp.	–	–	+	+	–	+	–
Phyllomitus apiculatus	+	+	+	+	–	+	–
Ploeotia obliqua	+	+	–	+	–	+	+
Protaspis simplex	–	+	–	+	–	+	+
Protaspis sp.	–	–	–	–	–	+	–
Rhynchomonas nasuta	–	–	+	–	–	–	–
Rhynchobodo sp.	–	–	–	–	+	–	–
Spumella sp.	+	+	+	+	+	+	+
Thaumathomonas sp.	–	+	–	–	–	–	–
Количество видов	18	21	16	18	10	20	15

При классификации сообществ по видовому составу (рис. 4, 5) оказалось, что наиболее сильно отличаются сообщества из климаксовых фитоценозов гидро- и мезосерии. В заболоченном березо-сосняке преобладают бодониды *Bodo saltans*, *B. designis*, а в ясеневой дубраве – *Goniomonas truncata*. Сообщества из остальных биотопов представляют, по сути, один и тот же вариант с характерными видами *Phyllomitus apiculatus*, *Paraphysomonas* sp., *Heteromita minima*, *Ploeotia obliqua*, *Spumella* sp.

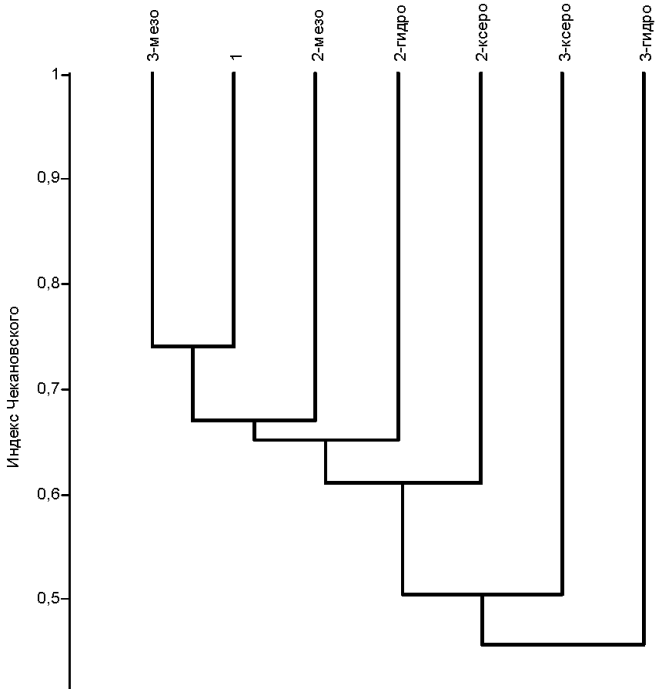


Рис. 4. Результаты классификации сообществ гетеротрофных жгутиконосцев по видовому составу

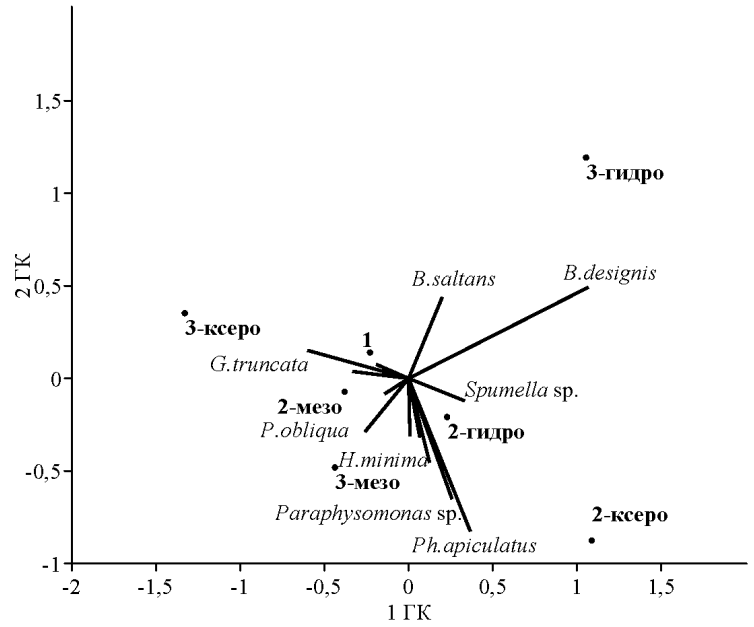


Рис. 5. Результаты ординации локальных сообществ методом главных компонент: 1 ГК – 47,1 %; 2 ГК – 27,2 %

Таким образом, гетеротрофные жгутиконосцы проявляют иные тенденции изменений в соответствии с сукцессионной стадией фитоценозов, чем раковинные амебы. Если ценозы раковинных амеб наиболее дифференцированы в пределах мезосерии, то ценозы флагеллят – в пределах климаксов ксеро- и мезосерий.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования показали, что почвенная нанофауна реагирует на сукцессионное состояние биогеоценозов неоднозначным образом. В рамках многолетнего сукцессионного развития лесных фитоценозов отмечаются направленные смены в сообществах раковинных корненожек от преобладания плагиостомных жизненных форм в молодых березняках к доминированию организмов с центростомными раковинками в липняках и дубравах. Вместе с тем в рамках векторов развития фитоценозов в увлажненных (осинники, заболоченные березо-сосняки) или в засушливых (смешанные леса, сосняки сложные) условиях формируется единый вариант сообществ корненожек, слабо отличимый от первоначального в березняках. Сообщества гетеротрофных жгутиконосцев проявляют иные тенденции: наиболее отличными от первоначального варианта оказываются видовые комплексы из климаксовых дубрав (при среднем уровне увлажнения) и заболоченных лесов (при повышенном увлажнении).

Список литературы

1. **Гельцер, Ю. Г.** Почвенные раковинные амебы и методы их изучения / Ю. Г. Гельцер, Г. А. Корганова, Д. А. Алексеев. – М. : Изд-во МГУ, 1985. – 79 с.
2. **Корганова, Г. А.** Раковинные амебы (Testacea) почв Мещерской низменности / Г. А. Корганова, А. А. Рахлеева // Зоол. журн. – 1997. – Т. 76. – С. 261–268.

3. **Мазей, Ю. А.** Изменение сообществ почвообитающих раковинных амеб вдоль лесостепного градиента в Среднем Поволжье / Ю. А. Мазей, Е. А. Ембулаева // Аридные экосистемы. – 2009. – Т. 15, № 37. – С. 13–23.
4. **Мазей, Ю. А.** Роль пойменного градиента в структурировании сообществ раковинных амеб в аллювиальных почвах р. Илыч / Ю. А. Мазей, Е. А. Малышева, Е. М. Лаптева, А. А. Комаров, А. А. Таскаева // Известия РАН. Серия Биол. – 2012. – № 4. – С. 438–445.
5. **Рахлеева, А. А.** Изменение структуры и разнообразия комплексов почвенных тестацей (Testacea, Protozoa) по элементам мезорельефа Южной Мещеры / А. А. Рахлеева // Известия РАН. Серия Биол. – 1998. – № 6. – С. 749–754.
6. **Стойко, Т. Г.** Особенности пространственного распределения наземных раковинных моллюсков Засурского леса (Среднее Поволжье, Пензенская область) / Т. Г. Стойко, О. В. Булавкина, Ю. А. Мазей // Поволжский экологический журнал. – 2008. – № 2. – С. 126–135.
7. **Тихоненков, Д. В.** Видовой состав и структура сообществ гетеротрофных жгутиконосцев в почвах лесостепи Среднего Поволжья / Д. В. Тихоненков, Ю. А. Мазей, Е. А. Ембулаева // Почвоведение. – 2011. – № 2. – С. 215–225.
8. **Тихоненков, Д. В.** Локальные и региональные факторы и пространственное распределение гетеротрофных жгутиконосцев наземных биотопов / Д. В. Тихоненков, О. И. Белякова, Ю. А. Мазей // Зоол. журн. – 2013. – Т. 92, № 4. – С. 379–388.
9. **Adl, M. S.** Protists in soil ecology and forest nutrient cycling / M. S. Adl, V. V. S. R. Gupta // Canadian Journal of Forest Research. – 2006. – № 36 (7). – P. 1805–1817.
10. **Bartosova, P.** Diversity and Ecology of Ciliates (Alveolata: Ciliophora) Living in the Bark and Decaying Wood Mass in Slovakia / P. Bartosova, E. Tirjakova // Acta Protozoologica. – 2008. – № 47 (3). – P. 173–187.
11. **Bonkowski, M.** Protozoa and plant growth: the microbial loop in soil revisited / M. Bonkowski // New Phytologist. – 2004. – № 162 (3). – P. 617–631.
12. **Ekelund, F.** Notes on protozoa in agricultural soil with emphasis on heterotrophic flagellates and naked amebas and their ecology / F. Ekelund, R. Ronn // FEMS Microbiology Reviews. – 1994. – № 15 (4). – P. 321–353.
13. **Fournier, B.** Toward the use of Testate Amoebae functional traits as indicator of floodplain restoration success / B. Fournier, E. Malysheva, Yu. Mazei, M. Moretti, E. A. D. Mitchell // European Journal of Soil Biology. – 2012. – Vol. 49. – P. 85–91.
14. **Lara, E.** A molecular perspective on ciliates as soil bioindicators / E. Lara, D. Acosta-Mercado // European Journal of Soil Biology. – 2012. – № 49. – P. 107–111.
15. **Lehle, E.** The Effects of Fertilization and Liming on the Soil Ciliates (Protozoa, Ciliophora) of a Spruce Stand in the Black-Forest (Southern Germany) / E. Lehle // Archiv fur Protistenkunde. – 1994. – № 144 (1). – P. 113–125.
16. **Tikhonenkov, D. V.** Effect of ecosystem type on the soil heterotrophic flagellate communities in the forest-steppe conditions / D. V. Tikhonenkov, Yu. A. Mazei, E. A. Embulaeva // Protistology. – 2010. – Vol. 6, № 3. – P. 188–203.
17. **Wilkinson, D. M.** Testate amoebae and nutrient cycling: peering into the black box of soil ecology / D. M. Wilkinson // Trends in Ecology and Evolution. – 2008. – № 23 (11). – P. 596–599.
18. **Wilkinson, D. M.** Testate Amoebae and Nutrient Cycling with Particular Reference to Soils / D. M. Wilkinson, E. A. D. Mitchell // Geomicrobiology Journal. – 2010. – № 27 (6–7). – P. 520–533.

References

1. Gel'tser Yu. G., Korganova G. A., Alekseev D. A. *Pochvennye rakovinnye ameby i metody ikh izucheniya* [Soil testate amoebas and methods of examination thereof]. Moscow: Izd-vo MGU, 1985, 79 p.
2. Korganova G. A., Rakhleeva A. A. *Zool. zhurn*. [Zoological journal]. 1997, vol. 76, pp. 261–268.

3. Mazei Yu. A., Embulaeva E. A. *Aridnye ekosistemy* [Arid ecosystems]. 2009, vol. 15, no. 37, pp. 13–23.
4. Mazei Yu. A., Malysheva E. A., Lapteva E. M., Komarov A. A., Taskaeva A. A. *Izvestiya RAN. Seriya Biol.* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Series: Biology]. 2012, no. 4, pp. 438–445.
5. Rakhleeva A. A. *Izvestiya RAN. Seriya Biol.* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Series: Biology]. 1998, no. 6, pp. 749–754.
6. Stojko T. G., Bulavkina O. V., Mazei Yu. A. *Povolzhskiy ekologicheskiy zhurnal* [Volga region ecological journal]. 2008, no. 2, pp. 126–135.
7. Tikhonenkov D. V., Mazei Yu. A., Embulaeva E. A. *Pochvovedenie* [Pedology]. 2011, no. 2, pp. 215–225.
8. Tikhonenkov D. V., Belyakova O. I., Mazei Yu. A. *Zool. zhurn.* [Zoological journal]. 2013, vol. 92, no. 4, pp. 379–388.
9. Adl M. S, Gupta V. V. S. R. *Canadian Journal of Forest Research*. 2006, no. 36 (7), pp. 1805–1817.
10. Bartosova P., Tirjakova E. *Acta Protozoologica*. 2008, no. 47 (3), pp. 173–187.
11. Bonkowski M. *New Phytologist*. 2004, no. 162 (3), pp. 617–631.
12. Ekelund F., Ronn R. *FEMS Microbiology Reviews*. 1994, no. 15 (4), pp. 321–353.
13. Fournier B., Malysheva E., Mazei Yu., Moretti M., Mitchell E. A. D. *European Journal of Soil Biology*. 2012, vol. 49, pp. 85–91.
14. Lara E., Acosta-Mercado D. *European Journal of Soil Biology*. 2012, no. 49, pp. 107–111.
15. Lehle E. *Archiv fur Protistenkunde* [Archive of monocelled protoza]. 1994, no. 144 (1), pp. 113–125.
16. Tikhonenkov D. V., Mazei Yu. A., Embulaeva E. A. *Protistology*. 2010, vol. 6, no. 3, pp. 188–203.
17. Wilkinson D. M. *Trends in Ecology and Evolution*. 2008, no. 23 (11), pp. 596–599.
18. Wilkinson D. M., Mitchell E. A. D. *Geomicrobiology Journal*. 2010, no. 27 (6–7), pp. 520–533.

Мазей Юрий Александрович
доктор биологических наук, профессор, кафедра зоологии и экологии, Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: yurimazei@mail.ru

Mazei Yuri Alexandrovich
Doctor of biological sciences, professor, sub-department of zoology and ecology, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Ембулаева Елена Александровна
кандидат биологических наук, научный сотрудник, кафедра зоологии и экологии, Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: embulaewa@mail.ru

Embulaeva Elena Alexandrovna
Candidate of biological sciences, researcher, sub-department of zoology and ecology, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

УДК 593.11
Мазей, Ю. А.
Структура сообществ почвообитающих простейших в лесах, находящихся на разных стадиях восстановительной сукцессии (Среднее Поволжье) / Ю. А. Мазей, Е. А. Ембулаева // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 4 (8). – С. 94–107.

ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

УДК 581.9

А. А. Чистякова, Т. Г. Стойко

К 60-ЛЕТИЮ НОВИКОВОЙ ЛЮБОВИ АЛЕКСАНДРОВНЫ

Л. А. Новикова

Новикова Любовь Александровна – пензенский ботаник, доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники, физиологии и биохимии растений ПГУ, заведующий Гербарием им. И. И. Спрыгина, геоботаник, степевед, специалист по травяной растительности лесостепной зоны.

Л. А. Новикова родилась 4 декабря 1954 г. в г. Пензе. С 1962 по 1972 г. училась в средней школе № 11 г. Пензы. В 1977 г. окончила биологический факультет Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева, получив специальность «биолог, учитель биологии и химии». Дипломная работа была посвящена изучению флоры и растительности уникального участка луговых степей «Левжинского склона», сохранившегося в окрестностях г. Саранска. На следующий год после годичной стажировки поступила в очную аспирантуру при кафедре геоботаники биолого-почвенного факультета Ленинградского государственного университета им. А. А. Жданова (ныне Санкт-Петербургский государственный университет), которую окончила в 1981 г. За это время подготовила кандидатскую диссертацию по теме «Динамика луговых степей (на примере Казацкой степи)», которая выполнялась в Центрально-Черноземном государственном природном биосферном заповеднике им. проф. В. В. Алехина в Курской области. Эта работа была успешно защищена в 1982 г.

С 1981 по 1984 г. Любовь Александровна работала старшим научным сотрудником лаборатории инженерной геологии при географическом факультете Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева. За этот период были подготовлены три карты: почвенная, грануло-метрического состава почв и геоботаническая карты на всю территорию Мордовии (М. : Союзгеофонд, 1984).

С 1984 г. Л. А. Новикова работала ассистентом, старшим преподавателем (с 1987 г.) и доцентом (с 1991 г.) кафедры ботаники Пензенского государственного (института) университета им. В. Г. Белинского и в 2003 г. получила звание доцента по кафедре ботаники. С мая 2009 г. вступила в должность заведующего крупнейшим в Поволжье Гербарием им. И. И. Спрыгина (***PKM***) и организовала электронную каталогизацию гербарной коллекции. Опубликовала пять частей «Каталога растений, хранящихся в Гербарии им. И. И. Спрыгина» (Новикова, Солянов, Хрянин, 2010; Новикова, 2011, 2012, 2013, 2014).

В 2012 г. защитила докторскую диссертацию «Структура и динамика травяной растительности лесостепной зоны на западных склонах Приволжской возвышенности и пути ее оптимизации» в Саратовском государственном университете им. Н. Г. Чернышевского. В этом же году получила должность профессора по кафедре ботаники, физиологии и биохимии растений (с 2014 г. кафедра общей биологии и биохимии) Пензенского государственного университета в связи с реорганизацией вуза.

Основные направления научных исследований:

1. Изучение структуры и динамики луговых степей на территории Центрально-Черноземного государственного природного биосферного заповедника им. проф. В. В. Алехина, Государственного природного заповедника «Приволжская лесостепь» и др. Мониторинговые исследования в лесостепных заповедниках (более 30-ти лет). Геоботаническое картирование заповедных луговых степей. Проблемы сохранения и восстановления луговых степей.

2. Изучение флоры Пензенской области. Подготовка двух изданий Красной книги Пензенской области (2002, 2013). Ведение Красной книги. Изучение современного состояния популяций редких растений.

3. Создание современной системы особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Пензенской области. Детальное изучение и организация новых ООПТ на территории Пензенской области.

Любовь Александровна участвовала в работе Ботанических съездов (1988, 2008, 2013) и более 100 конференциях разного уровня. С 1993 г. принимала участие в организации и проведении конференций (региональных, всероссийских и международных), посвященных памяти Ивана Ивановича Спрыгина. Подготовила к печати ранее неизданные рукописи И. И. Спрыгина и опубликовала их отдельной книгой (Спрыгин, 1989) и в материалах конференции (Спрыгин, 2008, 2013). Ею опубликовано более 300 научных работ, из которых 11 монографий и 27 статей в изданиях, рекомендованных ВАК[1], она является членом Диссертационного совета при Пензенском государственном технологическом университете.

Л. А. Новикова читает разработанные ею основные учебные курсы: «Ботаника с основами фитоценологии (систематика растений)», «Биогеография»; специальные курсы: «Геоботаника», «Ботаническая география» «Флора Пензенской области», «Растительность Пензенской области», «Растительность Среднего Поволжья» и др.

Любовь Александровна принимает активное участие в общественной жизни: избрана председателем Пензенского отделения Русского ботанического общества (с 2013 г.), состоит членом областной межведомственной комиссии по решению вопросов, связанных с порядком ведения Красной книги Пензенской области при Правительстве Пензенской области (с 2006 г.), является членом учебно-методической комиссии по внешкольному образованию при Министерстве образования Пензенской области (с 2013 г.).

В связи с 70-летием ПГПУ им. В. Г. Белинского в 2009 г. Л. А. Новикова награждена нагрудной медалью «За многолетний добросовестный труд» и почетной грамотой Министерства образования и науки Российской Федерации.

[1] В списке публикаций Л. А. Новиковой издания, рекомендованные ВАК Российской Федерации, обозначены (*).

Публикации о Л. А. Новиковой

1. Розенберг, Г. С. Любовь Новикова и ее вклад в изучение растительного покрова Приволжской возвышенности / Г. С. Розенберг, С. В. Саксонов, С. А. Сенатор // *Flora folium*. – 2011. – № 26. – С. 9–11.

2. Васюков, В. М. О научной работе доцента кафедры ботаники и физиологии и биохимии растений Пензенского государственного педагогического университета имени В. Г. Белинского, кандидата биологических наук Новиковой Любови Александровны по изучению растительного покрова западной части Приволжской возвышенности / В. М. Васюков, Н. С. Раков // *Flora folium*. – 2011. – № 26. – С. 11–12.

Основные труды Л. А. Новиковой

1981

1. Новикова, Л. А. Пространственная структура водораздельного участка среднерусских луговых степей / Л. А. Новикова // Вестник Ленинград. гос. ун-та. Сер. биол. – 1981. – Вып. 15. – С. 54–62*.

2. Новикова, Л. А. Некоторые методы выделения фитоценозов в луговых степях / Л. А. Новикова, Ю. Н. Нешатаев // Ботан. журн. – 1981. – Т. 66, вып. 12. – С. 1174–1181*.

3. Новикова, Л. А. Особенности микроструктуры растительности «Казацкой степи» / Л. А. Новикова. – Л., 1981. Рукопись представлена Ленинград. гос. ун-том. Деп. ВИНИТИ 11 августа 1981, № 4012–81. – 19 с.

1982

4. Новикова, Л. А. Особенности структуры растительного покрова водораздельных участков «Казацкой степи» / Л. А. Новикова // Научное наследие В. В. Алехина и развитие его идей в заповедном деле : тез. докл. науч. сессии, посвящ. 100-летию со дня рождения проф. В. В. Алехина (Курск, июнь 1982 г.). – Курск, 1982. – С. 93–95.

5. Нешатаев, Ю. Н. Динамика растительности «Казацкой степи» / Ю. Н. Нешатаев, Л. А. Новикова, В. Н. Ухачева // Научное наследие В. В. Алехина и развитие его идей в заповедном деле : тез. докл. науч. сессии, посвящ. 100-летию со дня рождения проф. В. В. Алехина (Курск, июнь 1982 г.). – Курск, 1982. – С. 49–52.

6. Левин, В. К. Материалы к растительности лесостепи на территории Мордовской АССР / В. К. Левин, Л. А. Новикова // Растения и среда : сб. науч. тр. – Саранск : Изд-во Мордов. гос. ун-та, 1982. – С. 24–37.

7. Новикова, Л. А. Горизонтальная структура луговых степей (на примере «Казацкой степи») : автореф. дис. … канд. биол. наук / Новикова Л. А. – Л. : ЛГУ, 1982. – 22 с.

8. Новикова, Л. А. Горизонтальная структура луговых степей (на примере «Казацкой степи») : дис. … канд. биол. наук / Новикова Л. А. – Л. : ЛГУ, 1982. – 250 с.

1984

9. Новикова, Л. А. Почвенная карта МАССР / Л. А. Новикова, А. А. Ямашкин. – М. : Союзгеофонд, 1984. – № 32–81, 1/173 б.

10. Новикова, Л. А. Карта гранулометрического состава почв МАССР / Л. А. Новикова, А. А. Ямашкин, Л. В. Славкина. – М. : Союзгеофонд, 1984. – № 32–81, 1/173 в.

1985

11. Нешатаев, Ю. Н. Многолетняя динамика луговых степей / Ю. Н. Нешатаев, В. Н. Ухачева, Л. А. Новикова // Вопросы биологии и охраны растений : межвуз. сб. науч. тр. – Саранск : Изд-во Мордов. гос. ун-та, 1985. – С. 120–127.

1987

12. Ямашкин, А. А. Ландшафтно-геоботаническая индикация гидрологических условий водообмена юга Нечерноземья / А. А. Ямашкин, В. Н. Сафонов, Л. А. Новикова // Ландшафты Нечерноземья и их мелиорация : межвуз. сб. науч. тр. – Горький, 1987. – С. 54–62.

13. Солянов, А. А. Анализ современного состояния луговых степей Приволжской возвышенности / А. А. Солянов, Л. А. Новикова // Ландшафтный анализ природопользования : сб. науч. тр. – М. : МФ ГО СССР, 1987. – С. 35–40.

1988

14. Солянов, А. А. Заповедные степные участки Пензенской области / А. А. Солянов, Л. А. Новикова // Краеведение в Центральном районе. – Пенза : Приволж. кн. изд-во, Пензен. отд., 1988. – С. 46–50.

15. Новикова, Л. А. Особенности восстановления луговых степей на залежах / Л. А. Новикова // Актуальные вопросы ботаники в СССР : тез. докл. VIII делегатского съезда ВБО. – Алма-Ата, 1988. – С. 430.

16. Солянов, А. А. К познанию лесостепной природы в Среднем Поволжье / А. А. Солянов, Г. Р. Дюкова, Л. А. Новикова // Оптимизация природной среды Пензенской области : сб. науч. тр. – М. : МФ ГО СССР, 1988. – С. 12–24.

17. Новикова, Л. А. Редкие степные ассоциации в Пензенской области / Л. А. Новикова // Охрана гено- и ценофонда травяных биогеоценозов : тез. докл. Всесоюз. науч. конф. (Иваново – Плес, 12–17 июня 1988 г.). – Свердловск : Ур.О АН СССР, 1988. – С. 91–92.

1990

18. Дюкова, Г. Р. Восстановление почвенно-растительного покрова после распашки в условиях лесостепи / Г. Р. Дюкова, Л. А. Новикова // Социально-экономические проблемы экологии : тез. докл. зонального семинара. – Пенза : Приволжский дом научно-технической пропаганды, 1990. – С. 77–79.

19. Новикова, Л. А. Устойчивость степных фитоценозов / Л. А. Новикова // Проблема устойчивости биологических систем : тез. докл. Всесоюз. школы (Севастополь, 15–20 октября 1990 г.). – Харьков : АН ССР, 1990. – С 396–397.

20. Новикова, Л. А. Охрана и восстановление почвенных и растительных компонентов лесостепных биогеоценозов / Л. А. Новикова, Г. Р. Дюкова // Экологические проблемы охраны живой природы : тез. Всесоюз. конф. : в 3 т. – М., 1990. – Т. 1. – С. 30–34.

1992

21. Солянов, А. А. Островцовская лесостепь / А. А. Солянов, Л. А. Новикова // Геоботанические, анатомо-морфологические и физиологические особенности растений и растительных сообществ Пензенской области : сб. науч. тр. – Пенза : ПГПИ им. В. Г. Белинского, 1992. – С. 2–9.

22. Дюкова, Г. Р. Перспективы восстановления почвенного и растительного покровов «Островцовской лесостепи» / Г. Р. Дюкова, Л. А. Новикова // Геоботанические, анатомо-морфологические и физиологические особенности растений и растительных сообществ Пензенской области : сб. науч. тр. – Пенза : ПГПИ им. В. Г. Белинского, 1992. – С. 10–14.

23. Чистякова, А. А. Флористическая классификация и прогнозы развития «Островцовской лесостепи» (фитоценотический и популяционный анализ) / А. А. Чистякова, Л. А. Новикова // Геоботанические, анатомо-морфологические и физиологические особенности растений и растительных сообществ Пензенской области : сб науч. тр. – Пенза : ПГПИ им. В. Г. Белинского, 1992. – С. 15–42.

24. Чистякова, А. А. Прогноз развития растительности лесостепи / А. А. Чистякова, Л. А. Новикова // Состояние растительных ресурсов Восточной Европы : тез. Междунар. совещания. – Ульяновск : Печатный двор, 1992. – С. 66–69.

25. ***Я и мы. Лето в лагере: Научно-методические рекомендации для студентов пед. ин-тов***. – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 1992. – 57 с. [***Л. А. Новикова в соавторстве с Н. А. Отрадновой.*** Экология и мы (Экологическое воспитание школьников) (С. 24–27)].

1993

26. Новикова, Л. А. Динамика Пензенских луговых степей и проблема их сохранения / Л. А. Новикова // Бюл. «Самарская лука». – 1993. – Вып. 4. – С. 111–128.

1995

27. Новикова, Л. А. Структура и динамика луговых степей заповедника «Приволжская лесостепь» / Л. А. Новикова // Проблемы сохранения разнообразия природы степных и лесостепных регионов : материалы Рос.-Укр. науч. конф., посвящ. 60-летию ЦЧЗ (Курск, 22–27 мая 1995 г.). – М. : КМК Scintific Press Ltd, 1995. – С. 108–109.

28. Новикова, Л. А. Динамика и прогноз развития растительности «Кунчеровской степи» / Л. А. Новикова // Проблемы изучения и охраны заповедных природных комплексов : материалы науч. конф., посвящ. 60-летию Хоперского заповедника (п. Варварино, Воронежская область, 21–25 августа 1995 г.). – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1995. – С. 120–122.

1996

29. Чистякова, А. А. Структура, динамика и прогноз развития почвенно-растительного покрова Кунчеровского участка заповедника «Приволжская лесостепь» / А. А. Чистякова, Л. А. Новикова, А. Н. Чебураева, Г. Р. Дюкова // Краеведческие исследования в регионах России : материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения А. И. Куренцова (Орел, 2–4 марта 1996 г.). – Орел : Изд-во Орлов. гос. пед. ин-та, 1996. – С. 29–30.

30. Новикова, Л. А. Ценотическое разнообразие заповедных степей и подходы к его сохранению / Л. А. Новикова // Краеведческие исследования и проблемы экологического образования : тез. докл. юбил. науч.-практ. конф. (Пенза, 16–17 мая 1996 г.). – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 1996. – С. 53–54.

31. Новикова, Л. А. Ботанический заказник «Степь Большой ендовы» / Л. А. Новикова // ПОЛЕ. Научно-популярный экологический вестник. – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 1996. – С. 19–22.

32. Дюкова, Г. Р. Проблема охраны почвенно-растительного покрова «Попереченской степи» / Г. Р. Дюкова, Л. А. Новикова, А. Н. Чебураева, А. А. Чистякова // Проблемы охраны биоразнообразия России : материалы Всерос. конф. (Пенза, 24–26 сентября 1996 г.). – Пенза : ПГСХА, 1996. – С. 4–5.

1997

33. Новикова, Л. А. Своеобразие степей заповедника «Приволжская лесостепь» / Л. А. Новикова, Т. В. Добролюбова // Степи Евразии: сохранение природного разнообразия и мониторинг состояния экосистем : материалы Междунар. симп. – Оренбург, 1997. – С. 32–33.

34. Новикова, Л. А. Динамика почвенно-растительного покрова лесостепи Среднего Поволжья / Л. А. Новикова, А. А. Чистякова, А. Н. Чебураева, Г. Р. Дюкова, В. Н. Хрянин // Материалы Всерос. совещания зав. каф. ботаники ун-тов и пед. ун-тов России (Краткие сообщения). – Барнаул : Изд-во Алтайского гос. ун-та, 1997. – С. 70–73.

1998

35. Новикова, Л. А. Значение мониторинговых исследований в практике заповедного дела / Л. А. Новикова // Формирование непрерывного экологического образования : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза : ПФ МНЭПУ, 1998. – С. 185–186.

36. Новикова, Л. А. Геоботаническая характеристика «Кунчеровской степи» / Л. А. Новикова // Материалы конф., посвящ. 120-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (Пенза, 24–26 мая 1993 г.). – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 1998. – С. 77–82.

37. Дюкова, Г. Р. Особенности структуры почвенно-растительного покрова «Кунчеровской степи» и проблема ее происхождения / Г. Р. Дюкова, Л. А. Новикова // Материалы конф., посвящ. 120-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (Пенза, 24–26 мая 1993 г.). – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 1998. – С. 88–93.

38. Новикова, Л. А. Пространственно-временная структура «Островцовской лесостепи» / Л. А. Новикова // Проблемы охраны и рационального использования природных экосистем и биологических ресурсов : материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (Пенза, 24–26 мая 1993 г.). – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 1998. – С. 187–190.

39. Новикова, Л. А. Принципы мониторинга степных экосистем в заповеднике «Приволжская лесостепь» / Л. А. Новикова, А. А. Чистякова // Проблемы охраны и рационального использования природных экосистем и биологических ресурсов : материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ.

125-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (Пенза, 24–26 мая 1993 г.). – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 1998. – С. 52–54.

40. ***Методика экологических мониторинговых исследований организмов, популяций, сообществ : метод. рекомендации*** / сост. Г. Р. Дюкова, Л. А. Новикова, Л. И. Сдобнина [и др.]. – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 1998. – 102 с. [Л. А. Новикова. Мониторинг травяных экосистем (С. 32–43)].

41. Новикова, Л. А. Кунчеровская степь / Л. А. Новикова // Атлас Пензенской области. – М. : Дрофа, Д и К, 1998. – С. 20.

42. Новикова, Л. А. Попереченская степь / Л. А. Новикова // Атлас Пензенской области. – М. : Дрофа, Д и К, 1998. – С. 20.

1999

43. ***Пензенская лесостепь : учеб. пособие по экологии для общеобразовательных учреждений*** / сост.: А. А. Чистякова, Л. А. Новикова, П. И. Заплатин [и др.]. – Пенза, 1999. – 176 с.

44. ***Список редких видов животных, растений и грибов для Красной книги Пензенской области*** / сост.: А. А. Чистякова, Л. А. Новикова, П. И. Заплатин [и др.]. – Пенза : Гос. комитет по окружающей среде Пензенской области, 1999. – 36 с.

45. Новикова, Л. А. Динамика растительного покрова «Попереченской степи» / Л. А. Новикова // Изучение и охрана биологического разнообразия ландшафтов Русской равнины : сб. материалов Междунар. науч. конф., посвящ. 80-летию Пензенского заповедника. – Пенза : Приволжский Дом знаний, 1999. – С. 114–118.

46. Дюкова, Г. Р. Особенности восстановления почвенно-растительного покрова после распашки в «Островцовской лесостепи» / Г. Р. Дюкова, Л. А. Новикова // Изучение и охрана биологического разнообразия ландшафтов Русской равнины : сб. материалов Междунар. науч. конф., посвящ. 80-летию Пензенского заповедника. – Пенза : Приволжский Дом знаний, 1999. – С. 355–358.

47. Чистякова, А. А. Современная тенденция развития луговых степей Среднего Поволжья / А. А. Чистякова, Л. А. Новикова, Г. Р. Дюкова, А. Н. Чебураева // Изучение и охрана биологического разнообразия ландшафтов Русской равнины : сб. материалов Междунар. науч. конф., посвящ. 88-летию Пензенского заповедника. – Пенза : Приволжский Дом знаний, 1999. – С. 12–15.

48. Иванов, А. И. Характеристика растительного покрова территории предполагаемого ОУХО / А. И. Иванов, А. А. Чистякова, Л. А. Новикова // Состояние окружающей среды в районе хранения химического оружия и месте размещения будущего объекта по его уничтожению : сб. материалов общественных слушаний. – Пенза, 1999. – С. 57–64.

49. Новикова, Л. А. К юбилею открытия «Попереченской степи» / Л. А. Новикова // Тез. докл. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию ПГПУ. Естественные науки. – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 1999. – С. 86–87.

50. Новикова, Л. А. Характеристика травяной растительности «Попереченской степи» / Л. А. Новикова // Биологическое разнообразие и динамика природных процессов в заповеднике «Приволжская лесостепь» : тр. ГПЗ «Приволжская лесостепь». – Пенза : Пензенский ЦНТИ, 1999. – Вып. 1. – С. 142–152.

2000

51. Новикова, Л. А. Растительность Пензенской области : метод. указания по спецкурсу для студентов ЕГФ / Л. А. Новикова. – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2000. – 40 с.

52. Новикова, Л. А. Структура как отражение динамики растительного покрова «Островцовской лесостепи» / Л. А. Новикова, А. А. Чистякова, А. Н. Чебураева, Г. Р. Дюкова // Современные проблемы ботанической географии, картографии, геоботаники, экологии : тез. Междунар. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения академика Е. М. Лавренко. – СПб. : БИН РАН, 2000. – С. 198–199.

53. Новикова, Л. А. Состояние и изученность степной растительности в Пензенской области / Л. А. Новикова // Флористические и геоботанические исследования в Европейской России : материалы Всерос. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения А. Д. Фурсаева (Саратов, 21–24 августа 2000 г.). – Саратов : Изд-во Саратов. гос. пед. ин-та, 2000. – С. 103–106.

54. Новикова, Л. А. Мониторинг ценотического разнообразия заповедника «Приволжская лесостепь» / Л. А. Новикова // Степи Северной Евразии: стратегия сохранения природного разнообразия и степного природопользования в 21 веке : материалы Междунар. симп. – Оренбург : Ин-т степи УрО РАН, 2000. – С. 283–284.

55. Новикова, Л. А. Многолетняя динамика растительного покрова «Островцовской лесостепи» / Л. А. Новикова // Состояние, изучение и сохранение заповедных природных комплексов лесостепной зоны : сб. науч. ст., посвящ. 65-летию Хоперского гос. природного заповедника. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2000. – С. 213–215.

56. Иванов, А. И. Охрана биологического разнообразия Пензенской области / А. И. Иванов, А. А. Чистякова, Л. А. Новикова, Г. Е. Толченов, Л. Д. Арбузов // Эколого-экономические проблемы лесостепных регионов : сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. – Пенза, 2000. – С. 18–20.

57. Иванов, А. И. Особо охраняемые территории Пензенской области как резерваты ценного генофонда для интродукции растений / А. И. Иванов, А. А. Чистякова, Л. А. Новикова // Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений : тез. III Междунар. науч.-практ. конф. (Пенза, 14–19 июня 2000 г.). – Пенза, 2000. – Т. 3. – С. 203–206.

58. Иванов, А. И. Характеристика растительного покрова и животного мира территорий предполагаемого строительства УХО / А. И. Иванов, А. А. Чистякова, Л. А. Новикова, В. Ю. Ильин // Пятые публичные слушания по проблеме уничтожения химического оружия (п. Леонидовка – г. Пенза, 6–7 октября 1999 г.). – Пенза, 2000. – С. 117–128.

2001

59. Новикова, Л. А. Местообитания головчатки Литвинова в Пензенской области / Л. А. Новикова // Проблемы изучения и охраны биоразнообразия природных ландшафтов Европы : сб. материалов Междунар. симп. – Пенза, 2001. – С. 74–77.

60. Новикова, Л. А. Распространение терескена серого в Пензенской области / Л. А. Новикова // Экологические и социально-гигиенические аспекты окружающей среды человека : материалы Республ. науч. конф. (Рязань, 7–8 июня 2001 г.). – Рязань : Проверенный, 2001. – С. 280–282.

61. Новикова, Л. А. О распространении кизильника черноплодного в Пензенской области / Л. А. Новикова, А. А. Чистякова // Экологические и социально-гигиенические аспекты окружающей среды человека : материалы Республ. науч. конф. (Рязань, 7–8 июня 2001 г.). – Рязань : Проверенный, 2001. – С. 269–272.

62. Новикова, Л. А. Редкие виды астрагалов Пензенской области и их охрана / Л. А. Новикова, Т. В. Разживина // Экологические и социально-гигиенические аспекты окружающей среды человека : материалы Республ. науч. конф. (Рязань, 7–8 июня 2001 г.). – Рязань : Проверенный, 2001. – С. 211–214.

63. Иванов, А. И. Особо охраняемые территории северо-востока Пензенской области и перспективы их развития / А. И. Иванов, А. А. Чистякова, Л. А. Новикова // Агроэкологические аспекты повышения эффективности сельскохозяйственного производства : материалы юбил. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию ПГСХА и 200-летию Пензенской губернии (Пенза, 10–12 октября 2001 г.). – Пенза : ПГСХА, 2001. – С. 58–60.

64. Новикова, Л. А. Степные памятники природы Пензенской области / Л. А. Новикова // ПОЛЕ. Научно-популярный экологический вестник. – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2001. – Вып. 4. – С. 12–15.

65. Новикова, Л. А. Ардымский шихан / Л. А. Новикова // Пензенская энциклопедия. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – С. 25–26.

66. Новикова, Л. А. Болота низинные / Л. А. Новикова // Пензенская энциклопедия. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – С. 62.

67. Новикова, Л. А. «Кунчеровская степь» (с картой) / Л. А. Новикова // Пензенская энциклопедия. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – С. 284–285.

68. Новикова, Л. А. Луга / Л. А. Новикова // Пензенская энциклопедия. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – С. 311–312.

69. Новикова, Л. А. Ольшанские склоны / Л. А. Новикова // Пензенская энциклопедия. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – С. 415–416.

70. Новикова, Л. А. «Островцовская лесостепь» (с картой) / Л. А. Новикова // Пензенская энциклопедия. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – С. 422–423.

71. Новикова, Л. А. Попереченская степь (с картой) / Л. А. Новикова // Пензенская энциклопедия. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – С. 488–489.

72. Новикова, Л. А. Растительность водная и прибрежно-водная / Л. А. Новикова // Пензенская энциклопедия. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – С. 519.

73. Новикова, Л. А. Степи / Л. А. Новикова // Пензенская энциклопедия. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – С. 585.

74. Новикова, Л. А. Степь Большой ендовы / Л. А. Новикова, И. С. Антонов // Пензенская энциклопедия. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – С. 585–586.

75. Иванов, А. И. Приложение 13. Редкие сосудистые растения Пензенской области / А. И. Иванов, Л. А. Новикова, А. А. Чистякова, П. И. Заплатин // Пензенская энциклопедия. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – С. 711–712.

2002

76–114. ***Красная книга Пензенской области. Т. I. Растения и грибы*** / А. И. Иванов, А. А. Чистякова, Л. А. Новикова [и др.]. – Пенза : Пензенская правда, 2002. – 160 с. [Статьи Л. А. Новиковой: хвойник двуколосковый (С. 39), астра бессарабская (С. 40–41), василек русский (С. 41), козелец крымский (С. 42), крестовник Швецова (С. 42–43), полынь армянская (С. 43–44), полынь понтийская (С. 44), полынь шелковистая (С. 45), полынь широколистная (С. 45–46), солонечник льновидный (С. 46–47), солонечник мохнатый (С. 47–48), солонечник русский (С. 48), солонечник узколистный (С. 48–49), астрагал австрийский (С. 49–50), астрагал изменчивый (С. 50), астрагал шершавый (С. 51), астрагал эспарцетный (С. 51–52), копеечник крупноцветковый (С. 52–53), люпинник белый (С. 53), лядвенец тонкий (С. 53–54), язвенник крупноголовый (С. 54–55), валериана русская (С. 56–57), головчатка Литвинова (С. 63), гвоздика песчаная (С. 63–64), зорька обыкновенная (С. 64–65), качим высочайший (С. 65–66), минуарция щетинковая (С. 66), горечавка легочная (С. 67–68), горечавка крестоцветная (С. 68–69), истод сибирский (С. 78–79), бубенчик лилиелистный (С. 82–83), терескен серый (С. 100–101), льнянка дроколистная (С. 110–111), володушка длиннолистная (С. 139–140), володушка серповидная (С. 140–141), морковник обыкновенный (С. 141), шалфей клейкий (С. 144), шалфей мутовчатый (С. 144–145), шалфей поникающий (С. 145).

115–116. ***Международный инновационный проект «Ноополис Луговой».*** Т. 1. Проблемы экологической реабилитации природной среды русской деревни : коллективная монография / авт. и рук. проекта П. Х. Зайдфудим ; под ред. А. И. Иванова. – М. : Научная книга, 2002. – 116 с. [***Л. А. Новикова в соавторстве с А. И. Ивановым.*** Степи (С. 48–54); ***Л. А. Новикова в соавторстве с А. А. Чистяковой и А. И. Ивановым.*** Флора (С. 62–65)].

117. ***Пензенская лесостепь : учеб. пособие по экологии для общеобразовательных учреждений*** / сост.: А. А. Чистякова, Л. А. Новикова, П. И. Заплатин [и др.]. – 2-е изд.– Пенза : Пензенская правда, 2002. – 184 с.

118. Иванов, А. И. Памятники природы юго-востока Пензенской области / А. И. Иванов, А. А. Чистякова, Л. А. Новикова // Вопросы практической экологии : сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. (Пенза, 29–30 мая 2002 г.). – Пенза : РАЕН, 2002. – С. 67–70.

119. Новикова, Л. А. Роль памятников природы в сохранении каменисто-песчаных и песчаных степей Пензенской области / Л. А. Новикова // Роль особо охраняемых природных территорий в сохранении исчезающих степей Евразии : материалы II Междунар. конф. (Чебоксары, 7–10 июня 2002 г.). – М. : КЛИО, 2002. – С. 46–50.

120. Новикова, Л. А. Памятник природы «Субботинские склоны» / Л. А. Новикова, А. А. Чистякова // Экологические аспекты интенсификации сельскохозяйственного производства : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза : ПГСХА, 2002. – Т. 1. – С. 57–58.

121. Иванов, А. И. Степные и лесостепные памятники природы бассейна реки Суры в Пензенской области / А. И. Иванов, Л. А. Новикова, А. А. Чистякова // Устойчивое развитие административных территорий и лесопарковых хозяйств. Проблемы и пути их решения : материалы науч.-практ.

конф. (Москва, 30–31 октября 2002 г.). – М. : Изд-во Моск. гос. ун-та, 2002. – С. 131–137.

2003

122. Новикова, Л. А. Современное состояние травяной растительности «Островцовской лесостепи» / Л. А. Новикова // Охрана растительного и животного мира Поволжья и сопредельных территорий : материалы Всерос. науч. конф., посвящ. 130-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (Пенза, 20–21 мая 2003 г.). – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2003. – С. 116–118.

123. Новикова, Л. А. Эдафические варинаты степей Пензенской области и их охрана / Л. А. Новикова, А. И. Неворотов // Охрана растительного и животного мира Поволжья и сопредельных территорий : материалы Всерос. науч. конф., посвящ. 130-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (Пенза, 20–21 мая 2003 г.). – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2003. – С. 227–230.

124. Новикова, Л. А. Значение памятников природы для сохранения меловых степей Пензенской области / Л. А. Новикова // Степи Северной Евразии: эталонные степные ландшафты: проблема охраны, экологическая реставрация и использование : материалы III Междунар. симп. – Оренбург : Газпромпечать, 2003. – С. 374–376.

125. Новикова, Л. А. Репрезентативная система ООПТ как основное условие устойчивого развития бассейна реки Суры в пределах Пензенской области / Л. А. Новикова, А. А. Чистякова // Экологические проблемы бассейнов крупных рек – 3 : тез. докл. Междунар. и молодеж. конф. (Тольятти, 15–19 сентября 2003 г.). – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. – С. 198.

2004

126. Васюков, В. М. О находках новых и редких для Пензенской области растений / В. М. Васюков, Т. В. Разживина, Л. А. Новикова, А. А. Чистякова, М. С. Куликовский // Бюл. МОИП, отд. биол. – 2004. – Т. 109, вып. 3. – С. 81–83*.

127. Новикова, Л. А. Мониторинг травяного компонента «Островцовской лесостепи» / Л. А. Новикова // Известия Самарского научного центра РАН. Спецвыпуск «Природное наследие России». – 2004. – Ч. 2. – С. 294–305*.

128. Новикова, Л. А. «Ивановская степь» – степной памятник природы / Л. А. Новикова, А. И. Иванов // Проблемы охраны природных ландшафтов и биоразнообразия России и сопредельных стран. : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. (Пенза, 1–2 июня 2004 г.). – Пенза : РАЕН, 2004. – С. 98–99.

129. Новикова, Л. А. «Шукшинская степь» в Пензенской области / Л. А. Новикова, А. И. Неворотов // Актуальные вопросы ботаники и физиологии растений : материалы Междунар. конф., посвящ. 100-летию проф. В. Н. Ржавитина. – Саранск : Изд-во Мордов. гос. ун-та, 2004. – С. 171–173.

130. Новикова, Л. А. Особенности протекания резерватных смен в «Островцовской лесостепи» / Л. А. Новикова, А. И. Неворотов // Заповедное дело. Проблемы охраны и экологической реставрации степных экосистем : материалы Междунар. конф., посвящ. 15-летию гос. заповедника «Оренбургский». – Оренбург : Газпромпечать, 2004. – С. 135–136.

131. Новикова, Л. А. Урочище «Шуро-сиран» (Пензенская область) – местообитание редких видов / Л. А. Новикова, А. А. Чистякова // Природное

наследие России: изучение, мониторинг, охрана : материалы Междунар. конф. (Тольятти, 21–24 сентября 2004 г.). – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2004. – С. 196–197.

132. Сдобнина, Л. И. Лекарственные растения заповедных степей Пензенской области / Л. И. Сдобнина, Л. А. Новикова // Генетические ресурсы лекарственных и ароматических растений : материалы Междунар. конф., посвящ. памяти проф. А. И. Шретера (Москва, 12–14 июля 2004 г.). – М. : ВИЛАР, 2004. – Т. 1.

2005

133. Новикова, Л. А. Флористическое изучение заповедных степей в процессе их геоботанического картирования / Л. А. Новикова // Изучение флоры Восточной Европы: достижения и перспективы : тез. докл. Междунар. конф. (Санкт-Петербург, 23–28 мая 2005 г.). – М. ; СПб. : Тов-во научных изданий «КМК», 2005. – С. 61–62.

134. Новикова, Л. А. Проблемы сохранения степей в условиях заповедности / Л. А. Новикова // Пензенское краеведение: опыт, перспективы развития : материалы областной науч. конф. (Пенза, 7–8 октября 2004 г.). – Пенза : Пенз. гос. краевед. музей, 2005. – Ч. 2. – С. 54–58.

135. Сдобнина, Л. И. Лекарственные растения заповедных степей Пензенской области / Л. И. Сдобнина, Л. А. Новикова // Пензенское краеведение: опыт, перспективы развития : материалы областной науч. конф. (Пенза, 7–8 октября 2004 г.). – Пенза : Пенз. гос. краевед. музей, 2005. – Ч. 2. – С. 58–61.

136. Новикова, Л. А. Особенности восстановления степи в условиях заповедника / Л. А. Новикова, А. И. Неворотов // Биоресурсы и биоразнообразие экосистем Поволжья: прошлое, настоящее будущее : материалы Междунар. совещания РАН, посвящ. 10-летию Саратовского филиала ИПЭЭ (Саратов, 23–28 апреля 2005 г.). – Саратов : Изд-во Саратов. гос. ун-та, 2005. – С. 89–91.

137. Чистякова, А. А. Красная книга Пензенской области / А. А. Чистякова, Л. А. Новикова, А. И. Иванов // Изучение флоры Восточной Европы: достижения и перспективы : тез. докл. Междунар. конф. (Санкт-Петербург, 23–28 мая 2005 г.). – М. ; СПб. : Тов-во научных изданий «КМК», 2005. – С. 94.

138. Новикова, Л. А. Кунчеровская степь / Л. А. Новикова // Географический атлас Пензенской области: природа, население, хозяйство, культура. – Пенза : Облиздат, 2005. – С. 20.

139. Новикова, Л. А. Попереченская степь / Л. А. Новикова // Географический атлас Пензенской области: природа, население, хозяйство, культура. – Пенза : Облиздат, 2005. – С. 20.

140. Новикова, Л. А. Островцовская лесостепь / Л. А. Новикова // Географический атлас Пензенской области: природа, население, хозяйство, культура. – Пенза : Облиздат, 2005. – С. 20.

141. Иванов, А. И. Особо охраняемые территории / А. И. Иванов, А. А. Чистякова, Л. А. Новикова // Географический атлас Пензенской области: природа, население, хозяйство, культура. – Пенза : Облиздат, 2005. – С. 21.

2006

142. Новикова, Л. А. Вековая динамика флоры заповедных степей / Л. А. Новикова // Вопросы общей ботаники: традиции и перспективы : материалы Междунар. конф., посвящ. 200-летию Казанской ботанической школы. – Казань : Изд-во Казан. гос. ун-та, 2006. – Ч. 2. – С. 173–175.

143. Новикова, Л. А. Байковская степь в Пензенской области / Л. А. Новикова // Бюл. Ботан. сада СГУ : материалы Всерос. науч. конф., посвящ. 50-летию Ботанического сада СГУ (Саратов, 25–26 июня 2000 г.). – Саратов : Научная книга, 2006. – С. 153–155.

144. Новикова, Л. А. Сукцессионная динамика «Островцовской лесостепи» / Л. А. Новикова // Степи Северной Евразии : материалы IV Междунар. симп. (Оренбург, 4–10 сентября 2006 г.). – Оренбург : Газпромпечать ; Оренбурггазпромсервис, 2006. – С. 517–519.

145. Новикова, Л. А. Мониторинг растительного покрова «Попереченской степи» / Л. А. Новикова // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2006. – № 2. – С. 36–44.

146. Чистякова, А. А. Проблемы ведения Красной книги в Пензенской области / А. А. Чистякова, Л. А. Новикова // Флористические исследования в Средней России : материалы VI науч. совещания по флоре Средней России. – М. : Тов-во научных изданий «КМК», 2006. – С. 171–173.

2007

147. Новикова, Л. А. Особенности протекания резерватных смен в «Попереченской степи» на разных элементах рельефа / Л. А. Новикова, А. И. Неворотов, Н. А. Леонова // Биологическое разнообразие и интродукция растений : материалы IV Междунар. науч. конф. (Санкт-Петербург, 5–8 июня 2007 г.). – СПб. : Ботанический сад, БИН, 2007. – С. 63–64.

148. Новикова, Л. А. Виды рода Солонечник (*Galatella* Cass.) / Л. А. Новикова, А. Н. Чебураева, Н. А. Леонова // Биоморфологические исследования в современной ботанике : материалы Междунар. конф. (Владивосток, 18–21 сентября 2007 г.). – Владивосток : Ботанический сад ДВО РАН, 2007. – С. 323–327.

149. Новикова, Л. А. Сукцессионная динамика растительного покрова «Попереченской степи» / Л. А. Новикова // Общие проблемы мониторинга природных экосистем : материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Пенза, май 2007 г.). – Пенза : РИО ПГСХА, 2007. – Ч. 2. – С. 110–113.

2008

150. Новикова, Л. А. Ботаническая география : методические указания для студентов биологических специальностей / Л. А. Новикова. – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2008. – 44 с.

151. Иванов, А. И. Редкие растения Пензенской области / А. И. Иванов, А. А. Чистякова, Л. А. Новикова. – Пенза : Управление природных ресурсов и охраны окружающей среды Пензенской области, 2008. – 22 с.

152. Иванов, А. И. Особо охраняемые природные территории Пензенской области / А. И. Иванов, А. А. Чистякова, Л. А. Новикова. – Пенза : Управление природных ресурсов и охрана окружающей среды по Пензенской области, 2008. – 32 с.

153. Васюков, В. М. *Dianthus volgicus* Juz. **(*Caryophyllacea*)** – эндемичный вид Среднего Поволжья / В. М. Васюков, Л. А. Новикова // Поволжский экологический журнал. – 2008. – Вып. 3. – С. 118–121*.

154. Новикова, Л. А. Экологическая характеристика растительности «Попереченской степи» / Л. А. Новикова, Н. А. Леонова // Принципы и способы сохранения биоразнообразия : материалы III Всерос. науч. конф. (27 января – 1 февраля 2008 г.). – Йошкар-Ола : Марийский гос. ун-т, 2008. – С. 275–276.

155. Новикова, Л. А. Экологическая характеристика травяной растительности в условиях формирования «Островцовской лесостепи» / Л. А. Новикова, Н. А. Леонова // Современное состояние, проблемы и перспективы региональных ботанических исследований : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию Воронежского ун-та и 50-летию Воронежского отделения РБО (Воронеж, 6–7 февраля 2008 г.). – Воронеж : Воронежский гос. ун-т, 2008. – С. 237–238.

156. Новикова, Л. А. Динамика луговых степей Среднего Поволжья по итогам периодического геоботанического картирования / Л. А. Новикова // Биоразнообразие: проблемы и перспективы сохранения : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 135-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (Пенза, 13–16 мая 2008 г.). – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2008. – Ч. 1. – С. 284–286.

157. Чебураева, А. Н. Особенности строения и распространения в Пензенской области люпинника пятилистного / А. Н. Чебураева, Л. А. Новикова, Н. А. Леонова // Биоразнообразие: проблемы и перспективы сохранения : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 135-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (Пенза, 13–16 мая 2008 г.). – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2008. – Ч. 1. – С. 82–84.

158. Новикова, Л. А. Современная структура растительного покрова «Кунчеровской степи» / Л. А. Новикова // Мониторинг природных экосистем : материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Пенза, июнь 2008 г.). – Пенза : ПГСХА, 2008. – С. 133–136.

159. Новикова, Л. А. «Чирчимские склоны» в Пензенской области / Л. А. Новикова, Н. А. Леонова, А. Н. Добролюбов // Проблемы биоэкологии и пути их решения (Вторые Ржавитинские чтения) : материалы Междунар. науч. конф. (Саранск, 15–18 мая 2008 г.). – Саранск : Изд-во Мордов. гос. ун-та, 2008. – С. 93–94.

160. Новикова, Л. А. Итоги геоботанического картирования луговых степей Среднего Поволжья / Л. А. Новикова // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века : материалы Всерос. конф. : в 6 т. (Петрозаводск, 22–27 сентября 2008 г.). – Петрозаводск : Карельский научный центр РАН, 2008. – Т. 5. – С. 239–242.

161. Новикова, Л. А. Структура и динамика «Кунчеровской степи» / Л. А. Новикова, М. С. Соколова // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2008. – № 10 (14). – С. 13–25.

162. Дюкова, Г. Р. К вопросу об особенностях почвообразования в условиях «Кунчеровской степи» / Г. Р. Дюкова, Л. А. Новикова, Н. А. Леонова // Роль почвы в сохранении устойчивости агроландшафтов : материалы Всерос.

науч.-практ. конф., посвящ. памяти Г. Б. Гальдина. – Пенза : ПГСХА, 2008. – С. 33–37.

2009

163. Новикова, Л. А. Структура и динамика растительности «Попереченской степи» / Л. А. Новикова // Известия Самарского научного центра РАН. – 2009. – Т. 11, вып. 1 (4). – С. 622–629*.

164. Силаева, Т. Б. Дополнение к «Флоре… П. Ф. Маевского» (2006) по Пензенской области / Т. Б. Силаева, В. М. Васюков, Л. А. Новикова, А. М. Агеева // Бюл. МОИП, отд. биол. – 2009. – Т. 114, вып. 3. – С. 54–55*.

165. Новикова, Л. А. Восстановление растительности на залежах «Кунчеровской лесостепи» / Л. А. Новикова // Вестник Оренбург. гос. ун-та. – 2009. – Вып. 6. – С. 281–285*.

166. Новикова, Л. А. Восстановление растительности на залежах «Островцовской лесостепи» / Л. А. Новикова, М. О. Полозова // Вестник Оренбург. гос. ун-та. – 2009. – Вып. 6. – С. 286–289*.

167. Полозова, М. О. Основные факторы, влияющие на восстановление степей после распашки в «Кунчеровской лесостепи» / М. О. Полозова, Л. А. Новикова // Экологический сборник. Т. 2. Труды молодых ученых. Актуальные проблемы экологии Волжского бассейна : тез. докл. II молодеж. науч. конф. (Тольятти, 9 февраля 2009 г.). – Тольятти : ИЭВБ РАН, Кассандра, 2009. – С. 128–132.

168. Новикова, Л. А. Галофильный компонент флоры Пензенской области в региональной Красной книге / Л. А. Новикова, Т. Б. Разживина // Раритеты флоры Волжского бассейна : тез. Рос. науч. конф. (Тольятти, 12–15 октября 2009 г.). – Тольятти : РАН, 2009. – С. 153–162.

169. Новикова, Л. А. Динамика растительности «Кунчеровской степи» в зависимости от рельефа / Л. А. Новикова // Степи Северной Евразии : тез. докл. V Междунар. симп. (Оренбург, 18–19 мая 2009 г.). – Оренбург : Газпромпечать, Оренбурггазпромсервис, 2009. – С. 494–497.

170. Новикова, Л. А. Взаимоотношения лесной и травяной растительности в «Кунчеровской лесостепи» / Л. А. Новикова, Н. А. Леонова // Степи Северной Евразии : тез докл. V Междунар. симп. (Оренбург, 18–19 мая 2009). – Оренбург : Газпромпечать, Оренбурггазпромсервис, 2009. – С. 497–501.

171. Новикова, Л. А. Динамика растительности «Кунчеровской степи» / Л. А. Новикова // Мониторинг природных экосистем : сб. ст. третьей Всерос. науч.-практ. конф. (Пенза, июнь 2009 г.). – Пенза : ПГСХА, 2009. – С. 203–206.

172. Леонова, Н. А. Анатомо-морфологические адаптации *Aster amellus* L. к разным экотопам / Н. А. Леонова, Л. А. Новикова, В. И. Фомичева // Тр. VIII Междунар. конф. по морфологии растений, посвящ. памяти И. Г. и Т. И. Серебряковых. – М. : МПГУ, 2009. – Т. 2. – С. 22–29.

173. Новикова, Л. А. Структура и динамика «Островцовской лесостепи» / Л. А. Новикова // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2009. – № 14 (18). – С. 17–30.

174. Новикова, Л. А. Научные конференции, посвященные памяти И. И. Спрыгина / Л. А. Новикова, А. А. Чистякова // Энциклопедия Пензенского государственного педагогического университета им. В. Г. Белинского. – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2009. – С. 245–246.

175. Новикова, Л. А. Красная книга Пензенской области / Л. А. Новикова, А. А. Чистякова, В. Ю. Ильин // Энциклопедия Пензенского государственного педагогического университета им. В. Г. Белинского. – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2009. – С. 201.

2010

176. Новикова, Л. А. Мониторинг растительности «Кунчеровской степи» / Л. А. Новикова // Поволжский экологический журнал. – 2010. – Вып. 4. – С. 351–360*.

177. Новикова, Л. А. Значение Гербария имени И. И. Спрыгина. Каталог видов высших споровых и голосеменных растений / Л. А. Новикова, А. А. Солянов, В. Н. Хрянин // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2010. – № 17 (21). – С. 20–31*.

178. Ямашкин, А. А. Ландшафтная карта и пространственные закономерности природной дифференциации Пензенской области / А. А. Ямашкин, С. Н. Артемова, Л. А. Новикова // Теория и практика планирования культурных ландшафтов : тез. Всерос. науч. конф. (Саранск, ноябрь 2010 г.). – Саранск : Изд-во Мордов. гос. ун-та, 2010. – С. 73–86.

179. Новикова, Л. А. Организация почвенно-растительного покрова лесостепи на палеогеновых отложениях / Л. А. Новикова, Н. А. Леонова, Г. Р. Дюкова // География: проблемы науки и образования. LXIII Герценовские чтения : материалы ежегодной Междунар. науч.-практ. конф. (Санкт-Петербург, 22–24 апреля 2010 г.). – СПб. : Полиграф-ресурс, 2010. – С. 139–142.

180. Новикова, Л. А. Новые местонахождения *Galatella rossica* Novopokr. в Пензенской области / Л. А. Новикова, Н. А. Леонова, Т. В. Разживина // Тр. Рязанского отделения РБО. Вып. 2. Ч. 1. Окская флора : материалы Всерос. школы-семинара по сравнительной флористике, посвящ. 100-летию «Окской флоры» А. Ф. Флерова (Рязань, 24–29 мая 2010 г.). – Рязань : Рязан. гос. ун-т им. С. А. Есенина, 2010. – С. 146–150.

181. Пелих, И. А. Состояние популяций *Salvia nutans* L. в Сердобском районе Пензенской области / И. А. Пелих, Н. А. Леонова, Л. А. Новикова // Проблемы сохранения биологического разноообразия Волжского бассейна и сопредельных территорий : материалы I Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием (Чебоксары, 28 декабря 2009 г.). – Чебоксары : Новое время, 2010. – С. 25–26.

182. Новикова, Л. А. Особенности восстановления степей в «Кунчеровской лесостепи» / Л. А. Новикова // Проблемы изучения и восстановления ландшафтов лесостепной зоны : сб. науч. ст. / под ред. О. В. Буровой, Е. М. Волковой (Тула, 6–8 ноября, 2008 г.). – Тула : Государственный военно-исторический и природный музей-заповедник «Куликово поле», 2010. – Т. 1, вып. 1. – С. 160–168.

183. Новикова, Л. А. Геоботаническое картографирование луговых степей с целью их мониторинга / Л. А. Новикова // Проблемы мониторинга природных процессов на особо охраняемых природных территориях», посвящ. 75-летию Хоперского гос. природного заповедника (Воронежская область, Новохоперский район, п/о Варварено, 20–23 сентября 2010 г.). – Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2010.

184. Ежова, М. В. Растительность «Кунчеровской лесостепи» / М. В. Ежова, Н. А. Леонова, Л. А. Новикова // Перспективы развития и проб-

лемы современной ботаники : материалы II (IV) Всерос. молодеж. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 5–8 октября 2010 г.). – Новосибирск : Изд-во Сибирского отделения РАН, 2010. – С. 72–73.

185. Пелих, И. А. Популяционная структура *Salvia nutans* L. на юге Пензенской области / И. А. Пелих, Н. А. Леонова, Л. А. Новикова // Перспективы развития и проблемы современной ботаники : материалы II (IV) Всерос. молодеж. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 5–8 октября 2010 г.). – Новосибирск : Изд-во Сибирского отделения РАН, 2010. – С. 46–47.

186. Леонова, Н. А. «Двориковский ландшафтный заказник в бассейне реки Белой» – уникальный ботанический объект в Пензенской области / Н. А. Леонова, Л. А. Новикова, Т. Б. Разживина, А. Н. Добролюбов // Роль особо охраняемых природных территорий : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. к 15-летию гос. природного заповедника «Присурский» (Чебоксары, 25–26 ноября 2010 г.). – Чебоксары, 2010. – С. 86–88.

187. Добролюбов, А. Н. Перспективы использования ГИс-технологий для мониторинга динамики экосистем заповедника «Приволжская лесостепь» / А. Н. Добролюбов, Н. А. Леонова, Л. А. Новикова // Геоинформационное картографирование в регионах России : материалы II Всерос. науч.-практ. конф. (Воронеж, 15 ноября 2010 г.). – Воронеж, 2010. – С. 36–37.

2011

188. Ямашкин, А. А. Ландшафтная карта и пространственные закономерности природной дифференциации Пензенской области / А. А. Ямашкин, С. Н. Артемова, Л. А. Новикова, Н. А. Леонова, Н. С. Алексеева // Проблемы региональной экологии. – 2011. – Вып. 1. – С. 49–57*.

189. Леонова, Н. А. Особенности формирования растительности на палеогеновых отложениях в лесостепной зоне / Н. А. Леонова, Л. А. Новикова, Г. Р. Дюкова // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2011. – № 25. – С. 107–116*.

190. Новикова, Л. А. Экстразональная растительность «Кунчеровской лесостепи» / Л. А. Новикова, М. О. Полозова // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2011. – № 25. – С. 117–124*.

191. Новикова, Л. А. Каталог видов покрытосемянных растений Гербария им. И. И. Спрыгина. Ч. 2 / Л. А. Новикова // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2011. – № 25. – С. 127–153*.

192. Ухачева, В. Н. Основные маркеры многолетней динамики Среднерусской лесостепи / В. Н. Ухачева, Л. А. Новикова, Е. И. Строкина // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2011. – № 25. – С. 165–169*.

193. Ямашкин, А. А. Электронная ландшафтная карта Пензенской области / А. А. Ямашкин, С. Н. Артемова, Л. А. Новикова, Н. А. Леонова, Н. С. Алексеева // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2011. – № 25. – С. 655–663*.

194. Новикова, Л. А. Ценные флористические находки (*Aulacospermum multifidum* (Sm.) Meinsh. и *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch) в Пензенской области / Л. А. Новикова, Н. А. Леонова, Т. В. Горбушина // Изучение и охрана флоры Средней России : материалы VII науч. совещания по флоре Средней России (Курск, 29–30 января 2011 г.). – М. : Изд-во Ботанического сада МГУ, 2011. – С. 97–99.

195. Новикова, Л. А. Характеристика растительности «Балки Каменная» (Сердобский район Пензенской области) / Л. А. Новикова, Н. А. Леонова // Экология, география растений и сообществ Среднего Поволжья : сб. науч. работ. – Тольятти : Кассандра, 2011. – С. 250–260.

196. Новикова, Л. А. Продолжение мониторинга растительного покрова «Казацкой степи» (ЦЧЗ им. В. В. Алехина) / Л. А. Новикова, Е. И. Строкина, В. Н. Ухачева // Развитие геоботаники: история и современность : материалы Всерос. конф., посвящ. 80-летию кафедры геоботаники и экологии растений Санкт-Петербургского (Ленинградского) гос. ун-та и юбилейным датам его преподавателей (Санкт-Петербург, 31 января – 2 февраля 2011 г.). – СПб. : СПБГУ, 2011. – С. 86.

197. Новикова, Л. А. Особенности формирования степной растительности по склонам южной экспозиции «Кунчеровской лесостепи» / Л. А. Новикова, М. О. Полозова // Проблемы изучения и восстановления ландшафтов лесостепной зоны : сб. науч. ст. / Государственный военно-исторический и природный музей-заповедник «Куликово поле» (с. Монастырщина, Тульская область, 14–18 июня 2011 г.). – Тула, 2011. – Вып. 2. – С. 109–114.

198. Новикова, Л. А. Структура и динамика луговых степей западных склонов Приволжской возвышенности / Л. А. Новикова // Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы : материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием (Санкт-Петербург, 20–24 сентября 2011 г.). Т. 2. Структура и динамика растительных сообществ. Экология растительных сообществ. – СПб. : Карельский научный центр РАН, 2011. – С. 168–171.

199. Леонова, Н. А. Организация лесостепной растительности в ландшафтах эрозионно-денудационных равнин Приволжской возвышенности / Н. А. Леонова, Л. А. Новикова // Современные проблемы популяционной экологии, геоботаники, систематики и флористики : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 110-летию А. А. Уранова : в 2 т. (Кострома, 31 октября – 3 ноября 2011 г.). – Кострома : Костромской гос. ун-т им. Н. А. Некрасова, 2011. – Т. 2. – С. 41–45.

200. Новикова, Л. А. Патриарх Пензенских ботаников – Солянов Александр Андрианович / Л. А. Новикова, Г. С. Розенберг, В. М. Васюков, Н. С. Раков, С. А. Сенатор, С. В. Саксонов // Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2011. – Вып. 9. – С. 5–7.

201. Novikova, L. A. Geobotanical characteristic of steppe of the south Penza region / L. A. Novikova, N. A. Leonova, D. V. Pankina // «Biodiversity. Ecology. Adaptation. Evolution», dedicated to 160-th anniversary from the birth of professor Frants Kamenskiy (Odesa, 13–17 june 2011). – Odesa, 2011. – P. 46–47.

2012

202. Новикова, Л. А. Новоараповские меловые степи – ценный ботанический объект в Пензенской области / Л. А. Новикова, Т. В. Горбушина, Е. Ю. Истомина // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Т. 14, вып. 1 (7). – С. 1805–1807*.

203. Новикова, Л. А. Каталог видов покрытосеменных растений Гербария имени И. И. Спрыгина. Ч. 3 / Л. А. Новикова // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2012. – № 29. – С. 69–91*.

204. Новикова, Л. А. Балка «Каменная» – новый ценный ботанический объект в Пензенской области / Л. А. Новикова, Д. В. Панькина // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2012. – № 29. – С. 92–97*.

205. Васюков, В. М. Материалы по редким растениям Пензенской области / В. М. Васюков, Л. А. Новикова, С. В. Саксонов, Т. В. Горбушина, Н. А. Леонова, Д. В. Поликанин, М. Г. Щербаков, С. В. Шибаев, О. А. Полумордвинов // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2012. – № 29. – С. 42–46*.

206. Новикова, Л. А. Современное состояние флоры и растительности регионального памятника природы «Урочище Подгорное» (Пензенская область, Колышлейский район) / Л. А. Новикова, А. А. Чистякова, Т. В. Горбушина // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2012. – Т. 21, вып. 3. – С. 105–107.

207. Саксонов, С. В. Патриарх Пензенских ботаников – Солянов Александр Андрианович / С. В. Саксонов, Л. А. Новикова, Г. С. Розенберг, В. М. Васюков, Н. С. Раков, С. А. Сенатор // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2012. – Т. 21, вып. 2. – С. 221–223.

208. Новикова, Л. А. Особенности восстановления луговых степей в разных ландшафтах Приволжской возвышенности / Л. А. Новикова // Режимы степных особо охраняемых природных территорий : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 130-летию со дня рождения проф. В. В. Алехина (Курск – пос. Заповедный, 15–18 января 2012 г.). – Курск : Центрально-Черноземный гос. заповедник, 2012. – С. 131–135.

209. Новикова, Л. А. Особенности динамики луговых степей в разных ландшафтах Приволжской возвышенности / Л. А. Новикова // Степи Северной Евразии : материалы VI Междунар. симп. – Оренбург : Газпромпечать, Оренбурггазпромсервис, 2012. – С. 529–532.

210. Новикова, Л. А. Охрана разнообразия степей на западных склонах Приволжской возвышенности / Л. А. Новикова // Раритеты флоры Волжского бассейна : докл. участников II Рос. науч. конф. (Тольятти, 11–13 сентября 2012 г.). – Тольятти : Кассандра, 2012. – С. 175–179.

211. Новикова, Л. А. Луговая растительность «Кунчеровской лесостепи» / Л. А. Новикова, Д. В. Панькина // Репродуктивная биология, экология и география растений и сообществ Среднего Поволжья : материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Ульяновск, 27–29 ноября 2012 г.). – Ульяновск : Изд-во Ульяновского гос. пед. ун-та им. И. Н. Ульянова, 2012. – С. 130–134.

212. Новикова, Л. А. Формирование растительности на засоленных участках в южных районах Пензенской области / Л. А. Новикова, Д. В. Панькина // Мониторинг экологически опасных промышленных объектов и природных экосистем : сб. ст. VI Всерос. науч.-практ. конф. (Пенза, август 2012 г.). – Пенза : ПГСХА, 2012. – С. 82–86.

213. Неворотов, А. И. Физико-географические условия «Островцовской лесостепи» / А. И. Неворотов, Л. А. Новикова // Биологическое разнообразие и динамика природных процессов в заповеднике «Приволжская лесостепь». «Островцовская лесостепь» : тр. гос. заповедника «Приволжская лесостепь». – Пенза : ИП С. Ю. Тугушева, 2012. – Вып. 2. – С. 7–11.

214. Новикова, Л. А. Изменение травяной растительности «Островцовской лесостепи» в условиях заповедности / Л. А. Новикова // Биологическое разнообразие и динамика природных процессов в заповеднике «Приволжская лесостепь» : тр. гос. заповедника «Приволжская лесостепь». – Пенза : ИП С. Ю. Тугушева, 2012. – Вып. 2. – С. 43–65.

215. Новикова, Л. А. Антропогенная динамика «Островцовской лесостепи» / Л. А. Новикова // Биологическое разнообразие и динамика природных процессов в заповеднике «Приволжская лесостепь» : тр. гос. заповедника «Приволжская лесостепь». – Пенза : ИП С. Ю. Тугушева, 2012. – Вып. 2. – С. 66–73.

216. Новикова, Л. А. Структура и динамика травяной растительности лесостепной зоны на западных склонах Приволжской возвышенности и пути ее оптимизации : автореф. дис. … д-ра биол. наук / Новикова Л. А. – Саратов : СГУ, 2012. – 44 с.

217. Новикова, Л. А. Структура и динамика травяной растительности лесостепной зоны на западных склонах Приволжской возвышенности и пути ее оптимизации : дис. … д-ра биол. наук / Новикова Л. А. – Саратов, 2012. – 547 с.

2013

218. ***Изумрудная книга Российской Федерации. Территории особого природоохранного значения Европейской России. Предложения по выявлению* (*Коллективная монография*)** Ч. 1 (ред.: Н. А. Соболев, Е. А. Белоновская) / под ред. А. А. Тишкова, Р. А. Сагитова, В. А. Орлова. – М. : Институт географии РАН, 2011–2013. – 307 с. [***А. М. Агеева, Е. В. Варгот, В. М. Васюков, Т. В. Горбушина, Е. Ю. Истомина, И. В. Кирюхин, Л. А. Новикова, Т. Б. Силаева, А. А. Чистякова.*** Территории особого природоохранного значения Пензенской области (С. 126–128)].

219. Новикова, Л. А. Новые флористические находки в Пензенской области / Л. А. Новикова, В. М. Васюков, Т. В. Горбушина, Н. А. Леонова, А. И. Иванов, Д. В. Поликанин, С. В. Шибаев, О. А. Полумордвинов // Бюл. МОИП, отд. биол. – 2013. – Вып. 3. – С. 72–75*.

220. Вяль, Ю. А. Особенности генезиса гипноносных луговых почв в условиях Пензенской области / Ю. А. Вяль, Л. А. Новикова, Г. А. Карпова, Н. Г. Лойко // Нива Поволжья. – 2013. – Вып. 2 (27). – С. 21–26*.

221. Новикова, Л. А. Прижизненные и посмертные издания трудов И. И. Спрыгина / Л. А. Новикова // Известия Самарского научного центра РАН. – 2013. – Т. 16, вып. 1. – С. 108–114.

222. Новикова, Л. А. Каменисто-песчаные степи Пензенского района / Л. А. Новикова, Н. А. Леонова, О. А. Крылова // Актуальные проблемы экологии и физиологии живых организмов (Четвертые чтения памяти проф. О. А. Зауралова) : материалы Всерос. (с междунар. участием) науч. конф. (Саранск, 15–16 мая 2013 г.). – Саранск : Изд-во Мордов. гос. ун-та, 1913. – С. 139–142.

223. Новикова, Л. А. Разнообразие растительности «Кунчеровской лесостепи» в Пензенской области / Л. А. Новикова, Н. А. Леонова, Д. В. Панькина, Д. А. Кулакова // Актуальные проблемы исследования окружающей среды : материалы V Междунар. науч. конф. (Сумы, 23–25 мая 2013 г.). – Сумы, 2013. – Т. 1. – С. 43–48.

224. Новикова, Л. А. Характеристика засоленных участков в Малосердобинском и Сердобском районах Пензенской области / Л. А. Новикова, Д. В. Панькина // Вестник Мордов. гос. ун-та. – 2013. – Вып. 3–4. – С. 21–26.

225. Панькина, Д. В. Степная растительность Малосердобинского и Сердобского районов Пензенской области / Д. В. Панькина, Л. А. Новикова //

Актуальные проблемы науки и образования : тр. XXIV науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Пензенского гос. ун-та (Пенза, 23–27 апреля 2013 г.) / под ред. И. И. Артемова. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2013. – Ч. 1. – С. 228–230.

226. Новикова, Л. А. Каталог видов покрытосеменных растений Гербария имени И. И. Спрыгина. Ч. 4 / Л. А. Новикова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2013. – № 1 (1). – С. 15–59.

227. Новикова, Л. А. Характеристика луговой растительности «Кунчеровской лесостепи» / Л. А. Новикова, Д. В. Панькина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2013. – № 1 (1). – С. 91–101.

228. Новикова, Л. А. Итоги Спрыгинской конференции / Л. А. Новикова, Н. А. Леонова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2013. – № 3 (3). – С. 91–95.

229. Новикова, Л. А. Растения семейства бобовые (*Fabaceae* LINDL.) в Красной книге Пензенской области / Л. А. Новикова, В. М. Васюков, Т. В. Горбушина, С. В. Саксонов // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2013. – Т. 22, вып. 3. – С. 116–128.

230. Новикова, Л. А. Пять конференций (1993–2013), посвященных И. И. Спрыгину: библиографическое описание работ / Л. А. Новикова, С. А. Сенатор, С. В. Саксонов, В. М. Васюков // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2013. – Т. 22, вып. 3. – С. 161–211.

231. Новикова, Л. А. Редкие растения семейства гвоздичные (*Caryophyllaceae* JUSS.) в Красной книге Пензенской области) / Л. А. Новикова, В. М. Васюков // Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2013. – Т. VII, вып. 4. – С. 86–92.

232. Новикова, Л. А. Особенности восстановления степей на «Островцовской лесостепи» / Л. А. Новикова // Проблемы изучения и восстановления ландшафтов лесостепной зоны: историко-культурные и природные территории : сб. науч. ст. : материалы третьей Всерос. науч.-практ. конф. (Гос. музей-заповедник «Куликово поле», 3–8 июня 2013 г.). – Тула : ЗАО «Гриф и К», 2013. – Вып. 3. – С. 138–144.

233. Новикова, Л. А. Разнообразие степей Пензенской области / Л. А. Новикова // Лесостепь Восточной Европы: структура, динамика и охрана : сб. ст. Междунар. науч. конф., посвящ. 140-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (Пенза, 10–13 июня 2013 г.). – Пенза : Изд-во ПГУ, 2013. – С. 189–191.

234. Иванов, А. И. Второе издание Красной книги Пензенской области / А. И. Иванов, Л. А. Новикова, А. А. Чистякова, Н. А. Леонова, Т. В. Горбушина // Лесостепь Восточной Европы: структура, динамика и охрана : сб. ст. Междунар. науч. конф., посвящ. 140-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (Пенза, 10–13 июня 2013 г.). – Пенза : Изд-во ПГУ, 2013. – С. 149–151.

235. Вяль, Ю. А. Засоленные луговые почвы как компонент транссупераквальных ландшафтов лесостепи / Ю. А. Вяль, Л. А. Новикова, Н. Г. Лойко, Н. Г. Мазей, Г. А. Карпова // Лесостепь Восточной Европы: структура, динамика и охрана : сб. ст. Междунар. науч. конф., посвящ. 140-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (Пенза, 10–13 июня 2013 г.). – Пенза : Изд-во ПГУ, 2013. – С. 364–366.

236. Новикова, Л. А. Новый ценный ботанический объект в Пензенской области – «Елшанская степь» / Л. А. Новикова, Д. В. Панькина // Лесостепь Восточной Европы: структура, динамика и охрана : сб. ст. Междунар. науч. конф., посвящ. 140-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (Пенза, 10–13 июня 2013 г.). – Пенза : Изд-во ПГУ, 2013. – С. 186–188.

237. Новикова, Л. А. Растительность новых ботанических объектов на юге Пензенской области / Л. А. Новикова, Д. В. Панькина // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : сб. работ молодых ученых IV Междунар. науч.-практ. конф. (Владикавказ, 16–19 июня 2013 г.). – Владикавказ : Литера, 2013. – С. 23–26.

238. Новикова, Л. А. Редкие виды семейства зонтичные (*Apiaceae*) в Красной книге Пензенской области / Л. А. Новикова, Т. В. Горбушина, В. М. Васюков, С. В. Саксонов // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2013. – Т. 23, вып. 3. – С. 131–140.

239. Панькина, Д. В. «Елшанская степь» в Пензенской области / Д. В. Панькина, Л. А. Новикова // Современная ботаника в России : материалы XIII Делегатского съезда РБО (Тольятти, 16–22 сентября 2013 г.). – Тольятти : Кассандра, 2013. – Т. 2. – С. 287–288.

240. Новикова, Л. А. Галофильные луга Пензенской области (на примере участка «Ольшанский солонец») / Л. А. Новикова, Ю. А. Вяль, Д. В. Панькина // Систематические и флористические исследования Северной Евразии : Междунар. конф, посвящ. 85-летию со дня рождения проф. А. Г. Еленевского (Москва, 12–14 декабря 2013 г.). – М., 2013. – С. 162–164.

241. Новикова, Л. А. Итоги Международной научной конференции, посвященной 140-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (г. Пенза, 10–13 июня 2013 г.) / Л. А. Новикова, Н. А. Леонова, А. Н. Добролюбов, С. В. Саксонов, С. А. Сенатор // Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2013. – Т. VII, вып. 3. – С. 1346–1401.

242–291. ***Красная книга Пензенской области. Т. 1. Грибы, лишайники, мхи, сосудистые растения*** / сост.: А. И. Иванов, Л. А. Новикова, А. А. Чистякова [и др.]. – 2-е изд. / под ред. А. И. Иванова. – Пенза : Пензенская правда, 2013. – 300 с. [Статьи ***Л. А. Новиковой***: хвощ ветвистый (С. 90), эфедра (хвойник) двуколосковая (С. 99), астра ромашковая (А. бессарабская, А. итальянская) (С. 100), василек русский (С. 102), девясил германский (С. 103), козелец крымский (С. 104), козелец мечелистный (С. 106), крестовник Швецова (С. 109), крестовник эруколистный (С. 110), полынь сантонинная (С. 111), солонечник льновидный (С. 112), солонечник мохнатый (С. 113), солонечник русский (С. 114), солонечник узколистный (С. 115), астрагал австрийский (С. 116), астрагал бороздчатый (С. 118), астрагал донской (С. 119), астрагал изменчивый (С. 120), астрагал шершавый (С. 122), астрагал эспарцетный (С. 123), копеечник крупноцветковый (С. 124), люпинник (люпинастр) белый (С. 125), валериана клубненосная (С. 127), валериана русская (С. 128), головчатка Литвинова (С. 136), скабиоза исетская (С. 137), гвоздика песчаная (С. 138), зорька обыкновенная, или татарское мыло (С. 139), качим высочайший (С. 140), минуарция щетинковая (С. 141), смолевка сибирская (С. 142), горечавка крестовидная (С. 145), горечавка легочная (С. 146), истод сибирский (С. 159), сирения горная (С. 161), бубенчик лилиелистный (С. 166), адонис волжский (С. 183), лютик иллирийский (С. 188), алтей лекарственный

(С. 195), терескен серый (С. 197), авран лекарственный (С. 212), вероника седая (С. 213), володушка золотистая (С. 267), володушка серповидная (С. 268), морковник обыкновенный (С. 270), зопник колючий (С. 279), шалфей мутовчатый (С. 283), чабрец (тимьян) Палласа (С. 284); ***Л. А. Новикова в соавторстве с Н. А. Леоновой***: шалфей клейкий (С. 281), шалфей поникающий (С. 282)].

2014

292. Новикова, Л. А. Геоботаническая характеристика «Ольшанского солонца» в Пензенской области / Л. А. Новикова, Ю. А. Вяль, Н. А. Леонова, Д. В. Панькина // Нива Поволжья. – 2014. – Вып. 1 (30). – С. 49–56*.

293. Новикова, Л. А. Кальцефитная растительность Пензенской области как резерват редких и реликтовых растений (памятник природы «Субботинские склоны») / Л. А. Новикова, Н. А. Леонова, Д. В. Панькина, Д. А. Кулакова // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – Т. 16, вып. 1. – С. 108–114*.

294. Новикова, Л. А. Современное состояние кальцефитной растительности Пензенской области / Л. А. Новикова, Н. А. Леонова // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – Т. 16, вып. 5. – С. 158–163*.

295. Леонова, Н. А. Влияние рельефа на распределение основных типов растительных сообществ в «Кунчеровской лесостепи» / Н. А. Леонова, Л. А. Новикова // Современные проблемы эволюции и экологии: XXVIII Любищевские чтения – 2014 : сб. материалов Междунар. конф. (Ульяновск, 7–9 апреля 2014 г.). – Ульяновск : УлГПУ, 2014. – С. 335–241.

296. Новикова, Л. А. Меловая растительность Пензенской области на примере памятника природы «Субботинские склоны» / Л. А. Новикова, Н. А. Леонова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 2 (6). – С. 46–56.

297. Новикова, Л. А. Каталог видов покрытосеменных растений Гербария имени И. И. Спрыгина. Ч. 5 / Л. А. Новикова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 2 (6). – С. 68–93.

298. Новикова, Л. А. К 100-летию со дня рождения Солянова Александра Александровича / Л. А. Новикова, А. А. Чистякова, Н. А. Леонова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 2 (6). – С. 120–128.

299. Новикова, Л. А. К 75-летию Чистяковой Александры Александровны / Л. А. Новикова, Н. А. Леонова, Т. В. Горбушина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 3 (7). – С. 119–138.

300. Новикова, Л. А. Подзональная и региональная неоднородность лесостепи на западных склонах Приволжской возвышенности / Л. А. Новикова // Современная ботаника в России : материалы XIII Делегатского съезда РБО (Тольятти, 16–22 сентября 2013 г.). – Тольятти : Кассандра, 2014. – Т. 4. – С. 77–78.

301. Леонова, Н. А. Временная трансформация растительности Кунчеровской лесостепи / Н. А. Леонова, Л. А. Новикова, Д. А. Кулакова, Д. В. Панькина // Современное состояние, тенденции развития, рациональное использование и сохранение биологического разнообразия растительного

мира : материалы Междунар. науч. конф. (Минск – Нарочь, 23–26 сентября 2014 г.) / под ред. М. Е. Никифорова [и др.]. – Минск : Экоперспектива, 2014. – С. 216–219.

302. Новикова, Л. А. Особенности распределения экстразональной растительности на территории заповедного участка «Кунчеровская лесостепь» / Л. А. Новикова, Д. В. Панькина, А. А. Миронова // Экология и география растений и сообществ Среднего Поволжья : сб. Всерос. конф. (Тольятти, 3–5 октября 2014 г.) / под ред. С. А. Сенатора, С. В. Саксонова, Г. С. Розенберга. – Тольятти : Кассандра, 2014. – С. 463–471.

303. Вяль, Ю. А. Онтоморфогенез *Valeriana tuberosa* L. (Valerianaceae) / Ю. А. Вяль, Н. Г. Мазей, Л. А. Новикова, О. А. Карманова // Экология и география растений и сообществ Среднего Поволжья : сб. Всерос. конф. (Тольятти, 3–5 октября 2014 г.) / под ред. С. А. Сенатора, С. В. Саксонова, Г. С. Розенберга. – Тольятти : Кассандра, 2014. – С. 57–63.

304. Горбушина, Т. В. Исследования Б. А. Келлера на территории Пензенской области (К 140-летию со дня рождения) / Т. В. Горбушина, Л. А. Новикова // Экология и география растений и сообществ Среднего Поволжья : сб. Всерос. конф. (Тольятти, 3–5 октября 2014 г.) / под ред. С. А. Сенатора, С. В. Саксонова, Г. С. Розенберга. – Тольятти : Кассандра, 2014. – С. 508–516.

305. Панькина, Д. В. Демутационная динамика степной растительности на склонах Приволжской возвышенности / Д. В. Панькина, Л. А. Новикова, А. А. Миронова // Биологические аспекты распространения, адаптации и устойчивости растений : тез. Всерос. (с междунар. участием) науч. конф. (Саранск, 20–22 ноября 2014 г.). – Саранск : Изд-во Мордов. гос. ун-та, 2014. – С. 154–157.

306. Леонова, Н. А. Кальцефитная флора и растительность Пензенской области / Н. А. Леонова, Л. А. Новикова, Д. В. Панькина, Д. А. Кулакова // IX Междунар. конф. по экологической морфологии растений, посвящ. памяти И. Г. и Т. И. Серебряковых (Москва, 10–13 декабря 2014 г.). – М., 2014 (в печати).

Составитель работ И. И. Спрыгина

307. Спрыгин, И. И. Из области Пензенской лесостепи. Ч. III. Степи песчаные, каменисто-песчаные, солонцеватые на южных и меловых склонах / И. И. Спрыгин ; сост. Л. А. Новикова с комментариями (С. 123–138) / под ред. и с предисловием В. Н. Тихомирова). – Пенза : Полиграфист, 1998. – 139 с.

308. Спрыгин, И. И. Растительность Кичкилейки с комментариями составителя / И. И. Спрыгин ; сост. Л. А. Новикова с комментариями (С. 6–7) // Биоразнообразие: проблемы и перспективы сохранения : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 135-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (Пенза, 13–16 мая 2008 г.). – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2008. – Ч. 1. – С. 4–7.

309. Спрыгин, И. И. Отзыв о работе Л. М. Черепнина «Растительность каменистых степей Жигулевских гор» (диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук) [Рукопись 1941 г.] / И. И. Спрыгин ; сост. Л. А. Новикова с комментариями (С. 20–23) // Лесостепь Восточной Европы: структура, динамика и охрана : сб. ст. Междунар. науч. конф., посвящ. 140-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (Пенза, 10–13 июня 2013 г.). – Пенза : Изд-во ПГУ, 2013. – С. 6–23.

310. Спрыгин, И. И. Отзыв о работе «Л. М. Черепнин. Растительность каменистых степей Жигулевских гор» (диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук) [Рукопись 1941 г.]. / И. И. Спрыгин ; сост. Л. А. Новикова с комментариями (С. 4–6) // Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2013. – Т. VII, вып. 2. – С. 4–27.

Чистякова Александра Александровна
кандидат биологических наук, профессор, кафедра ботаники, физиологии и биохимии растений, Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: chistyakova91@mail.ru

Chistyakova Aleksandra Aleksandrovna
Candidate of biological sciences, professor, sub-department of botany, plant physiology and biochemistry, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Стойко Тамара Григорьевна
кандидат биологических наук, профессор, кафедра зоологии и экологии, Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: tgsojko@mail.ru

Stojko Tamara Grigorievna
Candidate of biological sciences, professor, sub-department of zoology and ecology, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

УДК 581.9
Чистякова, А. А.
К 60-летию Новиковой Любови Александровны / А. А. Чистякова, Т. Г. Стойко // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 4 (8). – С. 108–132.

УДК 54(092)+547.00

В. О. Козьминых

КОЗЬМИНЫХ ОЛЕГ КОЗЬМИЧ – ПЕДАГОГ И УЧЕНЫЙ (К 95-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

О. К. Козьминых

В апреле 2014 г. исполнилось 95 лет со дня рождения талантливого Пермского ученого и педагога Олега Козьмича Козьминых – моего отца.

О. К. Козьминых родился в г. Перми 16 апреля 1919 г. в семье служащего. В 1940 г. он с отличием окончил Пермский фармацевтический институт и приступил к работе на кафедре фармакологии Пермского медицинского института под руководством выдающегося ученого А. К. Сангайло (см. справочник «Ученые Пермской государственной фармацевтической академии» (1997) в разделе «Хронологический указатель некоторых публикаций, в которых приведены сведения об Олеге Козьмиче Козьминых»).

НАРКОМЗДРАВ РСФСР
Пермский Фармацевтический институт
Студенческий билет
№ 94800
Место печати.
Фамилия
Имя
Время поступления
Факультет
Директор Института
Билет действителен до
Дата выдачи билета

Студенческий билет О. К. Козьминых
(Пермский фармацевтический институт, 1938–1939 гг.)

С 13 ноября 1940 г. по 26 сентября 1953 г. Олег Козьмич Козьминых служил в рядах Советской Армии. Был участником Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. Как офицер медицинской службы он работал на должностях начальника аптеки стрелкового полка, начальника медицинского снабжения стрелковой дивизии, начальника отдела армейских и фронтовых медицинских складов 2-го и 3-го Украинских фронтов. О. К. Козьминых служил в частях Дальневосточного военного округа (248-я отдельная курсантская стрелковая бригада, 42-я стрелковая дивизия 87-го стрелкового полка, стрелковый полк 233-й ОКЗ стрелковой дивизии). Воевал в частях Сталинградского, Донского, Степного фронтов (24-я и 65-я армии, 233-я ОКЗ Кременчугско-Знаменская стрелковая дивизия; 284-я отдельная механизированная бригада). Служил в южной группе войск, а также Прикарпатском и Уральском военных округах. В составе 233-й Краснознаменной Кременчугско-Знаменской стрелковой дивизии О. К. Козьминых прошел боевой путь от Сталинграда до Вены.

Участник Сталинградской битвы. На фронте в 1943 г. вступил в ряды КПСС. С 1944 по 1950 г. служил в воинских частях в Болгарии и Румынии.

Болгария, г. Сливен, 1946 г. Офицеры войсковой части;
в первом ряду второй слева – капитан О. К. Козьминых

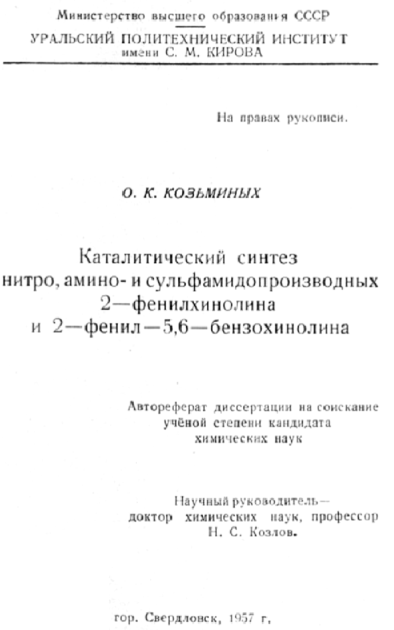
В результате тяжелой фронтовой контузии, а также после заболевания малярией, полученной в Придунайских болотах Румынии, О. К. Козьминых несколько раз проходил лечение в госпиталях Констанцы, Бухареста, Одессы, Киева и Проскурова.

За службу в Вооруженных Силах СССР в годы Великой Отечественной войны и послевоенные трудовые заслуги Олег Козьмич Козьминых был награжден орденами Красной Звезды, Отечественной войны 2-й степени и Трудового Красного Знамени, а также 13 медалями СССР. О. К. Козьминых были вручены следующие медали: «За боевые заслуги», за оборону Сталинграда, за взятие Будапешта, Вены, освобождение Белграда, «За Победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», «20 лет Победы в Великой Отечественной войне», «30 лет Победы в Великой Отечественной войне», «40 лет Победы в Великой Отечественной войне», «30 лет Советской Армии и Флота», «50 лет Вооруженных Сил СССР», «60 лет Вооруженных Сил СССР», «Победа в Сталинградской битве 1943–2003 гг. (60 лет)»; памятные знаки ветерана Степного и 2-го Украинского фронтов, ветерана 53-й Армии, фронтовика 1941–1945 гг.

Привожу несколько строк из личных воспоминаний моего отца: «По окончании войны спустя шесть лет после ухода в армию осенью 1946 года я получил свой первый отпуск и приехал на побывку на родину в Пермь. Зайдя на кафедру фармакологии медицинского института – место прежней работы – я был представлен сотрудникам заведующим кафедрой профессором А. К. Сангайло. Познакомился с молодым ассистентом Лобанцевой Эмилией Михайловной. Мы подружились, посещали театры, кино, вскоре пришло решение соединить свои судьбы. Все сотрудники кафедры гуляли на свадьбе. Через четыре дня мы уехали за рубеж по месту службы. Началась обычная для военнослужащего жизнь: гарнизоны, переезды из страны в страну. В Румынии родилась дочь. Наконец, в 1953 году добились перевода в Пермь. Вышел в отставку, поступил в аспирантуру. Вся дальнейшая жизнь оказалась связанной с педагогической и научной работой…».

Научно-педагогическая деятельность Олега Козьмича Козьминых началась после войны. Уволившись в запас, с 1954 по 1957 г. О. К. Козьминых обучался в аспирантуре при кафедре химии Молотовского (Пермского) государственного педагогического института, где в то время преподавал и выполнял научную работу его руководитель – профессор Николай Семенович Козлов. Н. С. Козлов работал в Перми в 1946–1967 гг., затем был избран академиком Академии Наук Белорусской ССР в 1966 г. и в начале 1967 г. уехал в Минск, где возглавил Институт физико-органической химии АН БССР (см. «Биобиблиографический указатель … трудов Н. С. Козлова» (1987) в разделе «Хронологический указатель некоторых публикаций … об О. К. Козьминых»).

Основной тематикой научных исследований Олега Козьмича стала химия производных хинолина и бензохинолина. В декабре 1957 г. по окончании срока аспирантуры О. К. Козьминых защитил диссертацию по специальности «Органическая химия» на тему «Каталитический синтез нитро-, амино- и сульфамидопроизводных 2-фенилхинолина и 2-фенил-5,6-бензохинолина» с присуждением ученой степени кандидата химических наук, его научным руководителем выступил профессор Н. С. Козлов.



Министерство высшего образования СССР

УРАЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ имени С. М. КИРОВА

На правах рукописи.

О. К. КОЗЬМИНЫХ

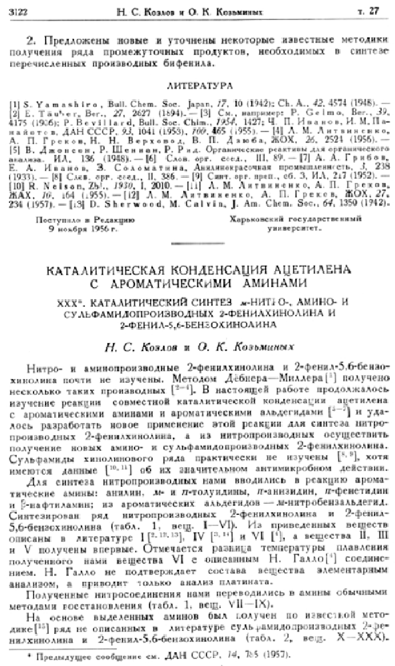
Каталитический синтез нитро, амино- и сульфамидопроизводных 2—фенилхинолина и 2—фенил—5,6—бензохинолина

Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата химических наук

Научный руководитель — доктор химических наук, профессор Н. С. Козлов.

гор. Свердловск, 1957 г.

Титульный лист автореферата диссертации О. К. Козьминых (1957 г.)



3122 Н. С. Козлов и О. К. Козьминых т. 27

2. Предложены новые и уточнены некоторые известные методики получения ряда промежуточных продуктов, необходимых в синтезе перечисленных производных бифенила.

ЛИТЕРАТУРА

[1] S. Yamashiro, Bull. Chem. Soc. Japan, *17*, 10 (1942); Ch. A., *42*, 4574 (1948). — [2] E. Täuber, Ber., *27*, 2627 (1894). — [3] См., например: P. Gelmo, Ber., *39*, 4175 (1906); P. Bevillard, Bull. Soc. Chim., *1954*, 1427; Ч. П. Иванов, И. М. Панайотов, ДАН СССР, *93*, 1041 (1953), *100*, 465 (1955). — [4] Л. М. Литвиненко, А. П. Греков, Н. Н. Верховод, В. П. Дзюба, ЖОХ, *26*, 2524 (1956). — [5] В. Джонсон, Р. Шеннан, Р. Рид. Органические реактивы для органического анализа. ИЛ, 136 (1948). — [6] Слов. орг. соед., III, 89. — [7] А. А. Грибов, Е. А. Иванов, З. Соломатина, Анилинокрасочная промышленность, *3*, 238 (1933). — [8] Слов. орг. соед., II, 386. — [9] Синт. орг. преп., сб. 3, ИЛ, 217 (1952). — [10] R. Nelson, Zbl., *1930*, I, 2010. — [11] Л. М. Литвиненко, А. П. Греков, ЖАХ, *10*, 164 (1955). — [12] Л. М. Литвиненко, А. П. Греков, ЖОХ, *27*, 234 (1957). — [13] D. Sherwood, M. Calvin, J. Am. Chem. Soc., *64*, 1350 (1942).

Поступило в Редакцию 9 ноября 1956 г. Харьковский государственный университет.

КАТАЛИТИЧЕСКАЯ КОНДЕНСАЦИЯ АЦЕТИЛЕНА С АРОМАТИЧЕСКИМИ АМИНАМИ

XXX*. КАТАЛИТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ *м*-НИТРО-, АМИНО- И СУЛЬФАМИДОПРОИЗВОДНЫХ 2-ФЕНИЛХИНОЛИНА И 2-ФЕНИЛ-5,6-БЕНЗОХИНОЛИНА

Н. С. Козлов и О. К. Козьминых

Нитро- и аминопроизводные 2-фенилхинолина и 2-фенил-5,6-бензохинолина почти не изучены. Методом Дёбнера—Миллера [1] получено несколько таких производных [2–4]. В настоящей работе продолжалось изучение реакции совместной каталитической конденсации ацетилена с ароматическими аминами и ароматическими альдегидами [5–7] и удалось разработать новое применение этой реакции для синтеза нитропроизводных 2-фенилхинолина, а из нитропроизводных осуществить получение новых амино- и сульфамидопроизводных 2-фенилхинолина. Сульфамиды хинолинового ряда практически не изучены [8, 9], хотя имеются данные [10, 11] об их значительном антимикробном действии.

Для синтеза нитропроизводных нами вводились в реакцию ароматические амины: анилин, *м*- и *п*-толуидины, *п*-анизидин, *п*-фенетидин и β-нафтиламин; из ароматических альдегидов — *м*-нитробензальдегид. Синтезирован ряд нитропроизводных 2-фенилхинолина и 2-фенил-5,6-бензохинолина (табл. 1, вещ. I—VI). Из приведенных веществ описаны в литературе I [2, 12, 13], IV [3, 14] и VI [4], а вещества II, III и V получены впервые. Отмечается разница температуры плавления полученного нами вещества VI с описанным Н. Галло [4] соединением. Н. Галло не подтверждает состава вещества элементарным анализом, а приводит только анализ платината.

Полученные нитросоединения нами переводились в амины обычными методами восстановления (табл. 1, вещ. VII—IX).

На основе выделенных аминов был получен по известной методике [15] ряд не описанных в литературе сульфамидопроизводных 2-фенилхинолина и 2-фенил-5,6-бензохинолина (табл. 2, вещ. X—XXX).

* Предыдущее сообщение см. ДАН СССР, *14*, 7?5 (1957).

Начальная страница статьи в «Журнале общей химии» за 1957 г. (№ 11)

В период с 1957 по 1958 г. О. К. Козьминых возглавлял исследовательскую группу органических полупродуктов и красителей центральной лаборатории Пермского химического завода имени Орджоникидзе, а также работал ассистентом и доцентом в Пермском сельскохозяйственном и педагогическом институтах. В конце 1950-х гг. О. К. Козьминых успешно изучал отдельные производственные аспекты химии органических анилиновых красителей

(основного фиолетового, основного ярко-зеленого, кислотного ярко-голубого), полимеров и усовершенствовал технологические методы получения ряда реагентов (нитробензола, анилина). Подробные сведения об этой работе содержатся в производственных отчетах и материалах, хранящихся в архиве ЦЗЛ ПХЗ г. Перми.

С конца 1958 г. до июля 1959 г. Олег Козьмич был преподавателем кафедры химии Пермского государственного сельскохозяйственного института. В период с 25 июля 1959 г. по 9 ноября 1962 г. работал доцентом кафедры химии Пермского педагогического института.

Коллектив сотрудников кафедры химии Пермского педагогического института (1960 г.): в первом ряду крайняя слева – к. х. н. И. А. Шур, в центре – зав. кафедрой профессор Н. С. Козлов, справа от него – ректор ППИ доцент, к. х. н. С. Я. Чумаков; во втором ряду третий справа – к. х. н. О. К. Козьминых

Основателем научной школы по органической химии и руководителем научных исследований кафедры химии педагогического института был профессор Николай Семенович Козлов, который заведовал кафедрой до 1967 г. С конца 1950-х гг. Н. С. Козлов предложил новое направление – изучение реакций каталитической конденсации азометинов с *CH*-кислотами в синтезе азотистых производных линейных и *N*-гетероциклических соединений. Была начата разработка этой темы с коллективом сотрудников кафедры химии Пермского педагогического института.

ШКОЛА ПРОФЕССОРА Н. С. КОЗЛОВА

ВЧЕРА

ОСОБЕННЫЙ

Заметка из газеты «Звезда» (Пермь) от 9 сентября 1961 г.
«Школа профессора Н. С. Козлова»

Н. С. Козловым и его учениками (З. А. Абрамовой, Е. А. Британ, Н. Д. Зуевой, Б. И. Киселевым, О. К. Козьминых, А. Д. Николаевым, В. Д. Пак, С. Я. Чумаковым, И. А. Шур и др.) в эти годы было установлено, что в условиях каталитического протонирования происходит нуклеофильное присоединение *CH*-кислот по азометиновой связи оснований Шиффа. В результате были получены разнообразные аминокетоны, производные аминокислот, замещенные хинолины и их аналоги.

В ноябре 1962 г. О. К. Козьминых был назначен ректором Пермского государственного фармацевтического института и 21 год работал в этой должности. В 1973 г. он был утвержден в ученом звании профессора.

Много сил и энергии Олег Козьмич отдал развитию и совершенствованию работы Пермского фармацевтического института. Этот небольшой вуз со временем стал одним из самых крупных фармацевтических учебных заведений в стране: штат преподавателей достиг 260 человек, на очном, заочном факультетах и факультете специализации и усовершенствования провизоров обучалось около 3900 студентов и слушателей. Были построены два учебных корпуса и два общежития. Учебно-производственная база пополнилась питомником лекарственных растений, был создан студенческий спортивно-оздоровительный лагерь. Улучшилась подготовка научно-педагогических кадров, возросла научная продукция института.

За заслуги в развитии фармацевтического института и подготовке кадров О. К. Козьминых был награжден орденом Трудового Красного Знамени, медалями «За доблестный труд» и «Ветеран труда», памятными знаками «За отличные успехи в работе Высшей школы», «Отличник здравоохранения» и другими наградами. За многолетнюю плодотворную научно-педагогическую деятельность и в связи с 60-летием со дня рождения О. К. Козьминых награжден почетной грамотой Президиума Верховного Совета РСФСР. Олег Козьмич также был неоднократно награжден грамотами Пермского областного комитета КПСС и областного исполнительного комитета, областного комитета ВЛКСМ, городского комитета КПСС, Центрального и областного комитетов профсоюза медицинских работников, Центрального и областного правления общества «Знание» РСФСР, Российского республиканского совета ДСО «Буревестник». О. К. Козьминых неоднократно выступал с докладами на научных и методических симпозиумах, участвовал в работе Всесоюзных и республиканских конференций и совещаний.

С 1983 по 1987 г. О. К. Козьминых работал профессором кафедры неорганической химии Пермского фармацевтического института. В период многолетней работы в Пермском фармацевтическом институте он успешно выполнял научно-исследовательскую работу в области каталитического синтеза производных хинолина и бензохинолина, изучал свойства жидкофазных катализаторов на основе оксидов ванадия и молибдена, руководил аспирантами, консультировал соискателей по кандидатским диссертациям, участвовал в подготовке кандидатов наук.

О. К. Козьминых является автором более 70 научных, учебно-методических и научно-популярных работ, в том числе им получены шесть авторских свидетельств на изобретения СССР.

Изобретения, автором которых является О. К. Козьминых, относятся к новым технологически значимым способам получения формальдегида, аце-

тальдегида, посвящены результатам исследований коллектива сотрудников по способам предотвращения наводораживания стали, созданию катализаторов реакций окисления и реакторов для химико-технологических целей.

СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК
КОМИТЕТ ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ
при СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 352874

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Комитет по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР выдал настоящее свидетельство

КОЗЬМИНЫХ Олегу Козьмичу
и другим, указанным в прилагаемом описании

на изобретение "Способ получения ацетальдегида"

по заявке №1443783 с приоритетом от 22 мая 1970г.

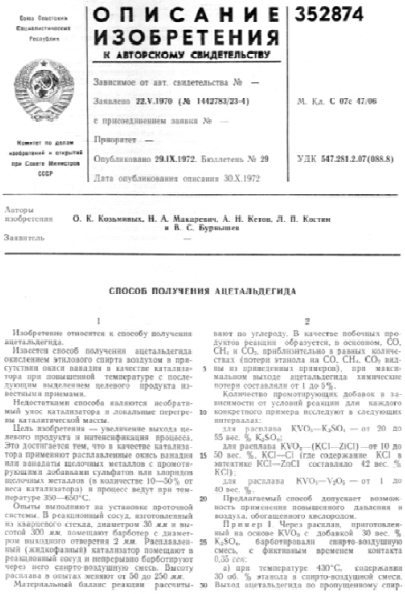
автор (и изобретения: они же

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Союза ССР
28 июня 1972 г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР

Председатель Комитета
Начальник отдела

Титульный лист авторского свидетельства на изобретение № 352874 (1970)



Союз Советских Социалистических Республик

Комитет по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ
К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

352874

Зависимое от авт. свидетельства № —

Заявлено 22.V.1970 (№ 1442783/23-4)
с присоединением заявки № —

Приоритет —

Опубликовано 29.IX.1972. Бюллетень № 29

Дата опубликования описания 30.X.1972

М. Кл. С 07с 47/06

УДК 547.261.2.07(088.8)

Авторы изобретения: О. К. Козьминых, Н. А. Макаревич, А. Н. Кетов, Л. П. Костин и В. С. Бурлыцев

Заявитель —

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АЦЕТАЛЬДЕГИДА

Первая страница авторского свидетельства на изобретение № 352874 (1970)

Подробный отзыв на научные работы Олега Козьмича Козьминых в мае 1972 г. дал академик Николай Семенович Козлов, который к тому времени стал директором Научно-исследовательского института физико-органической химии Академии Наук Белорусской ССР. Он, в частности, писал: «…Темой ряда работ О. К. Козьминых является изучение условий и механизма реакции каталитической конденсации ацетилена с основаниями Шиффа, получение продуктов реакции – новых соединений ряда 2-фенилхинолина и 2-фенил-5,6-бензохинолина, – исследование их свойств. О. К. Козьминых глубоко разработал указанную тему, получил большой ряд соединений нитро-, амино- и сульфамидо-производных 2-фенилхинолина и 2-фенил-5,6-бензохинолина (из них 57 соединений, не описанных в химической литературе). При изучении свойств полученных соединений было установлено, что они обладают выраженной способностью к комплексообразованию с неорганическими солями, их хелатные комплексы с изменением цветности образовывались при весьма малых концентрациях ряда двухвалентных катионов, что создавало предпосылки для изучения этих веществ с целью применения в аналитической практике. Полученные вещества оказались биологически активными. Исследование их биологической активности показало, что они обладают выраженными противогрибковыми свойствами, особенно для патогенных актиномицетов. Исследуя свойства полученных новых соединений, О. К. Козьминых обнаружил, что ряд сульфамидных производных 2-фенилхинолина являются очень хорошими ингибиторами, особенно для предотвращения наво-

дораживания стали при ее катодной поляризации в процессах обезжиривания, травления и электроосаждения металлов».

Н. С. Козлов отметил в своем отзыве, что «…другие научные работы О. К. Козьминых также связаны с проблемой поиска путей каталитического синтеза органических соединений, изучением механизма реакций и свойств полученных соединений. О. К. Козьминых развивает новое перспективное направление получения органических соединений путем окисления… алифатических спиртов и непредельных углеводородов в среде расплавленных катализаторов на основе оксидов ванадия и молибдена». По отзыву Н. С. Козлова, «…метод основан на поиске низкоплавких эвтектических систем, например $KVO_3 – V_2O_5$ с добавками Li_2O, K_2O, Na_2O, которые при температурах 350–450 °С дают возможность проводить мягкое окисление органических веществ кислородом при совместном барботировании паров соединения и воздуха, обогащенного кислородом, через слой жидкого катализатора. Были изучены условия окисления метанола, этанола, пропанолов, диметилового эфира, пропилена и других соединений алифатического ряда. … Получены результаты, которые позволяют считать, что метод окисления в жидкофазных катализаторах перспективен и может дать серьезный вклад в практику. Установлено, что этим способом можно получить формальдегид, ацетальдегид, ацетон и другие продукты с выходами, не уступающими тем, которые имеют место в практике окисления на контактных (например, серебряных) катализаторах. Окисление в условиях применения жидкого катализатора имеет целый ряд преимуществ перед использованием для этих целей твердофазных катализаторов… – простота технологического оформления и автоматизации, возможность устранения резких перегревов, исключение необратимого уноса контактной массы и др. …».

В конце 70-х гг. О. К. Козьминых посвятил значительное время написанию и изданию учебно-методических сборников по изучению курса неорганической химии для студентов Пермского фармацевтического института. К 1986 г. были подготовлены и выпущены 13 методических разработок общим объемом более 600 страниц.

Олег Козьмич проводил активную общественную работу. Он неоднократно избирался депутатом Пермского городского Совета народных депутатов (в 1973–1977 гг.), двадцать лет был членом Ленинского районного комитета КПСС г. Перми (в 1963–1983 гг.). О. К. Козьминых принимал активное участие в работе областного комитета профессиональных союзов медицинских работников (был членом обкома ПСМР в 1964 г.), являлся членом редакционного совета журнала «Фармация», Центрального управления Всесоюзного научного общества фармацевтов СССР, Методической Комиссии по высшему образованию Министерства Здравоохранения СССР.

По воспоминаниям профессора Владимира Георгиевича Беликова (работал ректором Пятигорского государственного фармацевтического института, позднее – Пятигорской фармацевтической академии в 1965–1996 гг.): «…Ректором Пермского фармацевтического института многие годы был участник Великой Отечественной войны, окончивший тот же институт, Козьминых Олег Козьмич. Там же он окончил аспирантуру, защитил кандидатскую диссертацию, работал на различных преподавательских должностях, а с 1962 по 1983 г. – ректором. Несмотря на большую занятость административной

деятельностью, он успешно занимался научно-исследовательской работой по изучению физико-химических свойств жидкофазных катализаторов. В 1973 г. ему было присвоено ученое звание профессора. Олег Козьмич активно занимался общественной деятельностью. Он награжден орденами Красной Звезды и Трудового Красного Знамени, пятью медалями, отмечен рядом других наград министерства здравоохранения РСФСР. Я много раз бывал в Перми в качестве проверяющего и на совещаниях, гостил дома у Козьминых. Мы с Олегом Козьмичем были очень дружны. Это истинный пермяк, любящий свою малую родину. Он показал мне очень многие исторические места. Особое впечатление на меня произвела Кунгурская пещера, расположенная приблизительно в 100 км от Перми, с подводными озерами и различными лабиринтами. Много и других интересных мест Перми нам показали, и везде, где бы мы ни были, в том числе дома у преподавателей, нас встречали истинное гостеприимство, приветливость, доброжелательность. Олег Козьмич – очень добрый человек, и ни одна моя просьба к нему (также и его ко мне) не оставалась без ответа. Отзывы на статьи и диссертации – все это в самой доброжелательной форме, не исключая критических замечаний, исполнялось в самые короткие сроки...» (Беликов, 2011).

Сохранились личные воспоминания Олега Козьмича о родословной своей семьи с 1794 г. (записи он вел с довоенных лет), которые собраны для отдельного издания.

С 1987 г. О. К. Козьминых вышел на пенсию.

После тяжелой и продолжительной болезни 29 марта 2003 г. в возрасте 83 лет Олег Козьмич ушел из жизни.

Светлая память об Олеге Козьмиче Козьминых сохранилась у многих бывших студентов и сотрудников, военных и гражданских людей, у родных и близких. За время болезни особую чуткость и отзывчивость проявили его лечащие врачи: доцент Елена Львовна Михайлина, кардиолог Виктория Ефимовна Кон, терапевт Лидия Николаевна Белякова, заведующая отделением областного госпиталя инвалидов Отечественной войны Тамара Васильевна Одегова.

Памяти Олега Козьмича Козьминых посвящен некролог, составленный его родными, близкими и коллегами, опубликованный в центральном издании – «Химико-фармацевтическом журнале» (выпуск 2003 г., том 37, № 7).

Основные даты жизни и деятельности Олега Козьмича Козьминых
(*по документам и личным воспоминаниям*)

1919 г. – 16 апреля в городе Перми в семье служащего родился Олег Козьмич Козьминых.

1936 г. (сентябрь) – 1940 г. (август). – Учился в Пермском (Молотовском) государственном университете и в Пермском государственном фармацевтическом институте (с 1937 г.), окончил ПГФИ с отличием. Диплом провизора № 214755 от 2 июля 1940 г.

1940 г. (сентябрь) – 1940 г. (ноябрь). – Работа на кафедре фармакологии Пермского (Молотовского) государственного медицинского института.

1940 г. (ноябрь) – 1953 г. (сентябрь). – Служба в рядах Советской Армии на должностях офицерского состава медицинской службы: начальника аптеки полка, начальника медицинского снабжения дивизии, начальника от-

дела армейских и фронтовых медицинских складов. Дальневосточный фронт, Донской, Сталинградский, Степной, 2-й и 3-й Украинские фронты.

1940 г. (ноябрь) – 1941 г. – Красноармеец 1-й строевой учебной роты 42-й стрелковой дивизии 87-го стрелкового полка. 1-я Краснознаменная Армия Дальневосточного фронта, Владивосток. 629-й Батальон аэродромного обслуживания дивизии. 248-я Отдельная курсантская стрелковая бригада. Помощник командира медслужбы роты. Владивостокский военный госпиталь.

1941–1942 гг. – 734-й Стрелковый полк 233-й Красного Знамени стрелковой дивизии. Техник-интендант 1-го ранга (звание присвоено 31 марта 1942 г., приказ 06134 СО штаба 25-й армии, г. Ворошилов-Уссурийский). Лейтенант медицинской службы. Начальник аптеки. На фронте с 1 сентября 1942 г.

1942 г. (сентябрь) – 1943 г. (июнь). – Донской фронт, 24-я армия (с 1 января 1943 г. – 65-я армия), 233-я Краснознаменная Кременчугско-Знаменская стрелковая дивизия (до февраля 1943 г.). Сталинградский фронт (с февраля до июня 1943 г.).

1943 г. – Награжден медалью за оборону Сталинграда.

1943 г. (июнь) – 1944 г. (октябрь). – Степной и 2-й Украинский фронты. 284-я Отдельная Механизированная Бригада.

1944 г. (октябрь) – 1945 г. (май). – 3-й Украинский фронт.

1945 г. (май) – 1953 г. (сентябрь). – Служба в частях Южной группы войск Советской Армии на территории Болгарии и Румынии. Окончание службы в Прикарпатском и Уральском военных округах.

1945 г. – Награжден орденом Красной Звезды и медалью «За боевые заслуги».

1953 г. (сентябрь) – 1954 г. (октябрь). – Преподаватель химии и гигиены Пермского (Молотовского) техникума физической культуры.

1953 г. – Окончил Вечерний Университет марксизма-ленинизма при Пермском городском комитете КПСС, выдано удостоверение № 113.

1954 г. (октябрь) – 1955 г. (октябрь). – Поступление и обучение в аспирантуре при кафедре химии Пермского государственного педагогического института под руководством профессора Николая Семеновича Козлова.

1955 г. (октябрь) – 1957 г. (сентябрь). – Продолжение обучения в аспирантуре при Пермском государственном университете им. А. М. Горького под руководством профессора Н. С. Козлова.

1957 г. (сентябрь) – 1958 г. (октябрь). – Руководитель исследовательского отдела органических полупродуктов и красителей центральной лаборатории Пермского химического завода им. Орджоникидзе.

1957 г. (16 декабря). – Защита диссертации по специальности «органическая химия» в диссертационном совете химико-технологического факультета Уральского государственного политехнического института им. С. М. Кирова в Свердловске на тему: «Каталитический синтез нитро-, амино- и сульфамидопроизводных 2-фенилхинолина и 2-фенил-5,6-бензохинолина» (руководитель – Н. С. Козлов) с последующим присуждением ученой степени кандидата химических наук. Выдан диплом кандидата химических наук МХМ № 001402 от 27 января 1958 г.

1958 г. (октябрь) – 1959 г. (июль). – Ассистент кафедры химии Пермского государственного сельскохозяйственного института.

1959 г. (июль) – 1962 г. (ноябрь). – Доцент кафедры химии Пермского государственного педагогического института.

1962 г. (ноябрь) – 1983 г. (июль). – Ректор Пермского государственного фармацевтического института.

1971 г. – Награжден орденом Трудового Красного Знамени.

1973 г. – Утвержден в ученом звании профессора МПР № 020255 от 28 декабря 1973 г. (протокол № 92).

1979 г. – Правительственным Указом от 19.04.1979 г. «За многолетнюю плодотворную научно-педагогическую деятельность и в связи с 60-летием со дня рождения» награжден почетной грамотой Президиума Верховного Совета РСФСР.

1983 г. (июль) – 1987 г. (август). – Профессор кафедры неорганической химии Пермского государственного фармацевтического института. В 1987 г. вышел на пенсию в возрасте 68 лет.

Фронтовой путь Олега Козьмича Козьминых (август 1942 г. – май 1945 г.) (*по личным записям*)

Москва (август 1942 г., резерв медицинского состава армии), Наро-Фоминск (август 1942 г., 734-й Стрелковый полк), Воронеж, Вертячий, Грачи (Котлубань), Солдатская Балка, Мамаев Курган, Сталинград (Донской и Сталинградский фронты), Каменка-Верховка Курской области, Петропавловка, Подъяруги (Донская) (июль 1943 г., Степной фронт), Полевое (Харьков), Люботин, Старый Мерчик (Доброполье), Голещина, Козельщина, Кременчуг, Куцеволовка (прибытие в 284-ю Отдельную Механизированную Бригаду), Крутояровка, Троица, Лозовашка, Павлыш (Сметановка), Розополь, Богдановка, Хировка, Букварка, Сентово, Казацкое, Умань, Знаменка, Терновка, Молдовка, Кодыма, Рашков, Рыбница, Сороки, Оргеев, Ваду-Рашку, Катюджаны-Веки, Капрешты, Заиканы, Сухолучень, Глинное, Дубоссары, Мустяца (Фалешты), Кишкарень, Проданешты, Логофтень, Герман (Прут), Яссы (24 августа 1944 г.), Васлуй, Бырлад, Текучи, Рымникул-Сэраш, Бухарест (31 августа 1944 г.), Бригадиру (с 8 до 12 сентября 1944 г.), Гогошари, Джурджу, Рошиори-де-Веде, Байя (Дунай), Каракал, Александрия, Крайова, Турну-Северин, Оршова (переправа через Дунай), Кладова, Неготин, Ябуковац, Рудна глава, Петровац, Велика плана, Смедерево, Гродска, Белград, Омолица, Панчево, Тисса, Нови Сад, Пивница, Оджацы, Сомбор, Бездан, Надьбарачка, Колут, Батина, Беремещ, Шиклош, Печь, Дарань, Барч, р. Драва, Вировитица, Капогивар, Надьконий (16 января 1945 г., МСБ), Гламагин, Пинцехель, Силаш-Балхаш, Шимонторния, Будапешт (3–5 марта 1945 г.), Дунафельдвар, Цеце, Пакш, Калоча (7 марта 1945 г.), Веспреш, Сомбашхей, Винер, Нейштадт, Вена, Нейкирхен, Мюрцушлаг, Леобен, Брук, Гриммен-штейн, Капфенберг.

Послевоенные места прохождения службы в армии О. К. Козьминых (1945–1953 гг.)

Вена, Будапешт, Балатон, Веспрем, Секешфехервар, Кечкемеш, Сентеш, Орошхаза, Арад, Дева, Сибиу, Питешти (август 1945 г., медицинский склад 26-й Армии), Бухарест (1945–1946 гг.), Яссы, Сливен, Галац, Тыршоуноу (Плоешти), Бузэу, Одесса, Москва (октябрь–ноябрь 1950 г.), Львов, Проскуров, Пермь (октябрь 1952 г.).

Правительственные боевые и трудовые награды Олега Козьмича Козьминых

Награды за службу в рядах Вооруженных Сил СССР и боевые заслуги в годы Великой Отечественной войны

1. Орден Красной Звезды № 2057183 от 1 июля 1945 г.
2. Орден Отечественной войны 2-й степени (не вручен; наградные материалы посланы из МСБ-284 16 мая 1945 г. за № 0604).
3. Медаль за оборону Сталинграда Д № 02260 от 26 августа 1943 г.
4. Медаль «За боевые заслуги» № 1667377 от 25 июля 1945 г.
5. Медаль за освобождение Белграда А № 030754 от 29 сентября 1946 г.
6. Медаль за взятие Будапешта А № 058327 от 29 октября 1946 г.
7. Медаль за взятие Вены.
8. Медаль «За Победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.» Р № 170033 от 5 июня 1946 г.
9. Медаль «30 лет Советской Армии и Флота» (от 15 августа 1948 г.).
10. Медаль «20 лет Победы в Великой Отечественной войне» А № 2585659 от 4 июня 1966 г.
11. Медаль «40 лет Победы в Великой Отечественной войне».
12. Медаль «50 лет Вооруженных Сил СССР» (от 6 мая 1969 г.).
13. Медаль «60 лет Вооруженных Сил СССР» (от 9 мая 1978 г.).
14. Медаль «30 лет Победы в Великой Отечественной войне». Участнику войны (от 29 апреля 1979 г.).
15. Медаль «70 лет Вооруженных Сил СССР».
16. Медаль «Победа в Сталинградской битве 1943–2003 гг. (60 лет)».
17. Памятный знак «Ветеран Степного и 2-го Украинского фронтов» (от 3 мая 1979 г.).
18. Памятный знак «Ветеран 53-й Армии» (удостоверение № 16404 от 18 июля 1979 г.).
19. Памятный знак фронтовика 1941–1945 гг.
20. Памятный знак «25 лет Победы в Великой Отечественной войне».

Трудовые награды

21. Орден Трудового Красного Знамени № 656097 (Указ Президиума Верховного Совета СССР от 20 июля 1971 г.).
22. Медаль «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В. И. Ленина» (от 2 апреля 1970 г.).
23. Медаль «Ветерану труда. За долголетний добросовестный труд» (удостоверение от 17 апреля 1979 г.).
24. Знак «Отличник здравоохранения» (Приказ Министра Здравоохранения СССР № 450 от 17 июня 1967 г.).
25. Знак «Отличник гражданской обороны СССР» (Приказ Начальника штаба гражданской обороны Пермской области № 193 от 3 августа 1970 г.).
26. Памятный знак «За отличные успехи в работе Высшей школы» (1976 г.).

Почетная грамота

27. Почетная грамота Президиума Верховного Совета РСФСР (Указ от 19.04.1979 г. «За многолетнюю плодотворную научно-педагогическую деятельность и в связи с 60-летием со дня рождения»).

Имеются также грамоты Пермского областного комитета КПСС и областного исполнительного комитета, областного комитета ВЛКСМ, городского комитета КПСС, Центрального и областного комитетов профсоюза медицинских работников, Центрального и областного правления общества «Знание» РСФСР, Российского республиканского совета ДСО «Буревестник» (*1961–1980 гг.*).

Библиографический указатель научных, научно-популярных и методических трудов О. К. Козьминых

(*составлен в хронологическом порядке*)

1957

1. Козлов, Н. С. Каталитическая конденсация ацетилена с ароматическими аминами. XXVII. Каталитический синтез производных 3-фенилбензо[f]хинолина / Н. С. Козлов, О. К. Козьминых // Журнал общей химии. – 1957. – Т. 27 (89), № 6. – С. 1628–1631; Chemical Abstracts. – 1957. – Vol. 50. – Abstr. 13923e.

2. Козлов, Н. С. Каталитическая конденсация ацетилена с ароматическими аминами. XXX. Каталитический синтез *м*-нитро-, амино- и сульфамидопроизводных 2-фенилхинолина и 2-фенил-5,6-бензохинолина / Н. С. Козлов, О. К. Козьминых // Журнал общей химии. – 1957. – Т. 27 (89), № 11. – С. 3122–3127; РЖ Химия. – 1959. – № 1. – Реф. 1289; Chemical Abstracts. – 1960. – Vol. 52. – Abstr. 4645 c.

3. Козлов, Н. С. Каталитический синтез пара-, нитро-, амино- и сульфамидопроизводных 2-фенилхинолина и 2-фенил-5,6-бензохинолина / Н. С. Козлов, О. К. Козьминых // Доклады АН СССР. – 1957. – Т. 114, № 4. – С. 785–788.

4. Козьминых, О. К. Каталитический синтез нитро-, амино- и сульфамидопроизводных 2-фенилхинолина и 2-фенил-5,6-бензохинолина : дис. … канд. хим. наук (рукопись) / Козьминых О. К. – Молотов, 1957. – 232 с.; автореф. дис. … канд. хим. наук / Козьминых О. К. – Свердловск : Уральский политехнический ин-т им. С. М. Кирова, 1957. – 14 с.; РЖ Химия. – 1958. – № 3. – Реф. 8070Д.

5. Козьминых, О. К. Синтезы нитро-, амино- и сульфамидопроизводных в ряду альфа-фенилхинолина и 5,6-бензохинолина / О. К. Козьминых // Отчетная науч. конф. (25–29 марта 1957 г.) : тез. докл. технического и химического факультетов. – Молотов : Молотовский гос. ун-т им. А. М. Горького, 1957. – С. 41–42.

1958

6. Козьминых, О. К. Каталитический синтез нитро-, амино- и сульфамидопроизводных 2-фенилхинолина и 2-фенил-5,6-бензохинолина / О. К. Козьминых // Ученые записки. Пермский гос. ун-т им. А. М. Горького. – 1958. – Т. 15, № 4. – С. 111–127; РЖ Химия. – 1959. – № 10. – Реф. 34896; Chemical Abstracts. – 1961. – Vol. 55. – Abstr. 27313.

7. Козьминых, О. К. Химия красителей на службе народа / О. К. Козьминых // Звезда (Пермь). – 1958. – 31 июля. – № 179 (11935). – С. 2.

8. Козьминых, О. К. Получение основного фиолетового лака из смесевого красителя : рукопись / О. К. Козьминых, Т. Н. Носкова. – Пермь, архив ЦЗЛ ПХЗ и НИОПИКА, 1958. – Инв. № 534. – 7 с.

9. Козьминых, О. К. Исследование методики получения и качества лаков основного фиолетового и основного ярко-зеленого : рукопись / О. К. Козьминых, С. Н. Патракова, Т. Ф. Постникова. – Пермь, архив ЦЗЛ ПХЗ и НИОПИКА, 1958. – Инв. № 525. – 68 с.

10. Козьминых, О. К. Проведение опытных операций получения красителя основного фиолетового «К» с добавкой 15 % монометиланилина : рукопись / О. К. Козьминых, С. Н. Патракова, Т. Ф. Постникова. – Пермь, архив ЦЗЛ ПХЗ и НИОПИКА, 1958. – Инв. № 521. – 8 с.

11. Козьминых, О. К. Возможность замены бихромата натрия хроматом калия в производстве красителя кислотного ярко-голубого «з» : рукопись / О. К. Козьминых, С. Н. Патракова, Т. Ф. Середнякова. – Пермь, архив ЦЗЛ ПХЗ и НИОПИКА, 1958. – Инв. № 523. – 6 с.

12. Козьминых, О. К. Обследование производства нитробензола : рукопись / О. К. Козьминых, Д. А. Патрушев. – Пермь, архив ЦЗЛ ПХЗ и НИФПИКА, 1958. – Инв. № 524. – 25 с.

13. Козьминых, О. К. Исследование некоторых изменений на стадии окисления в производстве красителя основного фиолетового «К» : рукопись / О. К. Козьминых, Т. Ф. Постникова, Т. Н. Носкова. – Пермь, архив ЦЗЛ ПХЗ и НИОПИКА, 1958. – Инв. № 536. – 12 с.

14. Козьминых, О. К. Улучшение качества анилина : рукопись / О. К. Козьминых, К. С. Файнштейн. – Пермь, архив ЦЗЛ ПХЗ и НИОПИКА, 1958. – Инв. № 536. – 15 с.

1960

15. Козлов, Н. С. Каталитический синтез производных 2-фенил-5,6-бензохинолина / Н. С. Козлов, О. К. Козьминых // Химия, технология и применение производных пиридина и хинолина. – Рига : АН ЛатвССР, 1960. – С. 159–169; РЖ Химия. – 1961. 8 Ж 176; Chemical Abstracts. – 1960. – Vol. 52. – Abstr. 4645c.

1961

16. Козьминых, О. К. О передовом опыте работы на предприятиях химической промышленности Пермского экономического района. Материал в помощь лектору / О. К. Козьминых. – Пермь : Пермское обл. отделение общества по распространению политических и научных знаний РСФСР, 1961. – 36 с.

1962

17. Козлов, Н. С. Наглядность в пропаганде химических знаний. В помощь лектору. Всесоюзное общество по распространению политических и научных знаний / Н. С. Козлов, О. К. Козьминых. – М. : Знание, 1962. – 40 с.

18. Козьминых, О. К. Химическая промышленность Пермского экономического района / О. К. Козьминых. – Пермь : Пермское областное отделение Всесоюзного общества по распространению политических и научных знаний (изд. на ротаторе), 1962. – 120 с.

1963

19. Козьминых, О. К. Каталитическая конденсация оснований Шиффа с диэтилмалоновым эфиром / О. К. Козьминых // Материалы XXII итоговой

науч. конф. Пермского фармацевтического института (Пермь, 26–29 марта 1963 г). – Пермь : Изд-во ПГФИ, 1963. – С. 31–32.

20. Козьминых, О. К. Каталитическая конденсация оснований Шиффа с кетонами жирного ряда / О. К. Козьминых // Материалы XXII итоговой науч. конф. Пермского фармацевтического института (Пермь, 26–29 марта 1963 г.). – Пермь : Изд-во ПГФИ, 1963. – С. 29–31.

1965

21. Козьминых, О. К. Каталитическая конденсация оснований Шиффа с кетонами жирного ряда / О. К. Козьминых, С. Я. Чумаков, И. А. Шур // Каталитические превращения органических соединений. Ученые записки. Пермский педагогический институт. – 1965. – Т. 32. – С. 44–49; РЖ Химия. – 1966. – 24 Ж 366.

1968

22. Козьминых, О. К. К пятидесятилетию высшего фармацевтического образования на Урале / О. К. Козьминых, И. П. Софронова // Вопросы социальной гигиены, организации здравоохранения и истории медицины. Материалы межобластной науч. конф. по социальной гигиене и организации здравоохранения, посвященной 50-летию Великого Октября и юбилею института. Тр. Пермский гос. медицинский ин-т. – Пермь, 1968. – Т. 87, вып. 5. – С. 408–413.

23. А. с. 268834 СССР. Способ предотвращения наводороживания стали при ее катодной поляризации / Л. Н. Олешко, С. М. Белоглазов, О. К. Козьминых. – Заявл. 29.07.1968, опубл. 03.02.1970.

1969

24. Козьминых, О. К. К 50-летию высшего фармацевтического образования на Урале / О. К. Козьминых, В. С. Залесов, И. П. Софронова // Фармация. – 1969. – № 5. – С. 5–9.

1970

25. А. с. 352874 СССР. Способ получения ацетальдегида / О. К. Козьминых, Н. А. Макаревич, А. Н. Кетов, Л. П. Костин, В. С. Бурнышев. – Заявл. 22.06.1970, опубл. 30.10.1972 // Бюллетень изобретений. – 1972. – № 29; РЖ Химия. – 1973. – 15 Н 41 П.

1971

26. Козьминых, О. К. Синтезы пиридиновых соединений. 2. Получение и свойства азометиновых производных 2- и 4-аминопиридинов / О. К. Козьминых, Ю. Н. Коньшин // Синтез, поиски природных и исследование биологически активных веществ и методов их анализа : науч. тр. Пермский гос. медицинский ин-т, Пермский гос. фармацевтический ин-т. – Пермь, 1971. – Вып. 4. – С. 7–14; РЖ Химия. – 1973. – 3 Ж 270.

27. Козьминых, О. К. Разработка методик анализа 1-метил-2-этиламино-4-оксибензола / О. К. Козьминых, М. В. Кошелева, В. В. Андрианов, Н. А. Макаревич, М. И. Стрельников // Каталитический синтез органических азотистых соединений. Сборник 5. Тр. Перм. гос. сельскохоз. ин-та им. акад.

Д. Н. Прянишникова. – 1971. – Т. 79. – С. 73–77; РЖ Химия. – 1972. – 10 Н 203.

28. Козьминых, О. К. Синтезы пиридиновых соединений. 1. Получение и свойства азометиновых производных 3-аминопиридина / О. К. Козьминых, В. В. Смирнова, Ю. Н. Коньшин // Синтез, поиски природных и исследование биологически активных веществ и методов их анализа : науч. тр. Перм. гос. мед. ин-т, Перм. гос. фармацевт. ин-т. – Пермь, 1971. – Вып. 4. – С. 3–7; РЖ Химия. – 1972. – 22 Ж 324.

1972

29. Козьминых, О. К. О бактерицидной активности солей 4-замещенного аммония / О. К. Козьминых, М. В. Кошелева, Э. В. Долбилкина // Тр. Перм. гос. сельскохоз. ин-та. – 1972. – Т. 80. – 6 с.

30. А. с. 422186 СССР. Катализатор для окисления диметилового эфира в формальдегид / О. К. Козьминых, М. В. Кошелева, Э. В. Долбилкина, А. Н. Кетов, Л. П. Костин, Н. С. Козлов. – Заявл. 19.04.1972, опубл. 16.09.1975; РЖ Химия. – 1976. – 13 Л 273 П.

31. А. с. 413139 СССР. Способ получения формальдегида / О. К. Козьминых, М. В. Кошелева, Э. В. Долбилкина, А. Н. Кетов, Л. П. Костин, Н. А. Макаревич, Н. С. Козлов. – Заявл. 03.04.1972, опубл. 01.07.1974. // Бюллетень изобретений. – 1974. – № 4; РЖ Химия. – 1975. – 6 Н 29 П.

32. Козьминых, О. К. Расплавы ванадиевых соединений как катализаторы для окисления этанола / О. К. Козьминых, Н. А. Макаревич, А. Н. Кетов // Первое Всесоюзное совещание по химии, технологии и применению ванадиевых соединений. – Пермь, 1972. – С. 59.

1973

33. Кетов, А. Н. О некоторых особенностях хлорирования двуокиси и оксихлорида церия фосгеном и смесью хлора с окисью углерода / А. Н. Кетов, Е. В. Бурмистрова, О. К. Козьминых // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. – 1973. – Т. 16, № 6. – С. 79–83; РЖ Химия. – 1974. – 11 Л 90.

34. Козьминых, О. К. Исследование окисления этилового спирта в расплаве $KVO_3 – V_2O_5$ / О. К. Козьминых, Н. А. Макаревич, А. Н. Кетов // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 1973. – Т. 16, № 5. – С. 723–725; РЖ Химия. – 1973. – 18 Б 758.

35. Козьминых, О. К. Исследование процесса окисления *н*-пропанола в расплаве $KVO_3 – V_2O_5$ / О. К. Козьминых, Н. А. Макаревич, А. Н. Кетов, С. А. Куценко // Исследования в области химической технологии : сб. науч. тр. Перм. политехн. ин-т. – Пермь, 1973. – Вып. 135. – С. 23–26; РЖ Химия. – 1974. – 1 Б 1216.

36. Козьминых, О. К. Окисление метанола в расплаве $KVO_3 – Na_2Mo_2O_7$ / О. К. Козьминых, М. И. Стрельников // IV Обл. науч.-техн. конф. по химии и химической технологии : материалы конф. – Пермь : Перм. политехн. ин-т, Перм. гос. ун-т им. А. М. Горького, 1973. – Ч. 1. – С. 33.

37. Макаревич, Н. А. Поверхностное натяжение и плотность расплава в системе $KVO_3 – V_2O_5$ / Н. А. Макаревич, О. К. Козьминых, А. Н. Кетов // Редколлегия «Журнала физической химии» АН СССР. – М., 1973. – 11 с. –

Рукопись деп. в ВИНИТИ 25.09.73, № 6801-73 Деп.; РЖ Химия. – 1974. – 6 Б 1273 Деп.

38. Макаревич, Н. А. Электропроводность расплавов в системе KVO_3 – V_2O_5 / Н. А. Макаревич, О. К. Козьминых, А. Н. Кетов // IV Обл. науч.-техн. конф. по химии и химической технологии : материалы конф. – Пермь : Перм. политехн. ин-т, Перм. гос. ун-т им. А. М. Горького, 1973. – Ч. 1. – С. 146–147.

39. Макаревич, Н. А. Каталитическая активность расплава KVO_3 – V_2O_5 в процессе окисления алифатических спиртов / Н. А. Макаревич, О. К. Козьминых, А. Н. Кетов, М. В. Кошелева // IV Обл. науч.-техн. конф. по химии и химической технологии : материалы конф. – Пермь : Перм. политехн. ин-т, Перм. гос. ун-т им. А. М. Горького, 1973. – Ч. 1. – С. 32–33.

1974

40. Козьминых, О. К. Изучение свойств расплавленных катализаторов в реакции окисления диметилового эфира в формальдегид. I. Зависимость превращения диметилового эфира в формальдегид от окислительно-восстановительных процессов катализаторов / О. К. Козьминых, М. В. Кошелева, Э. В. Долбилкина, Н. М. Хакимуллина // Перм. гос. фармацевт. ин-т. – Пермь, 1974. – 7 с. – Рукопись деп. в ВИНИТИ 10.12.74, № 3116-74 Деп.; Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 1976. – Т. 19, № 9. – С. 1467; РЖ Химия. – 1975. – 8 Б 1171 Деп.

41. Козьминых, О. К. Расплавы ванадиевых соединений как катализаторы для окисления этанола / О. К. Козьминых, Н. А. Макаревич, А. Н. Кетов // Химия и технология ванадиевых соединений. – Пермь, 1974. – С. 236–242; РЖ Химия. – 1975. – 1 Б 1099.

42. Козьминых, О. К. Исследование окисления пропилена в расплаве метаванадата калия / О. К. Козьминых, В. А. Скворцов // Гетерогенные химические реакции. Перм. гос. фармацевт. ин-т. Науч. труды.– Пермь, 1974. – Вып. 6. – С. 125–127; РЖ Химия. – 1974. – 24 Б 1097.

43. Макаревич, Н. А. Взаимодействие этилового, *н*-пропилового и *изо*-пропилового спиртов с расплавом KVO_3 – V_2O_5 / Н. А. Макаревич, О. К. Козьминых, А. Н. Кетов // Гетерогенные химические реакции. Перм. гос. фармацевт. ин-т. Науч. тр. – Пермь, 1974. – Вып. 6. – С. 118–125; РЖ Химия. – 1975. – 1 Н 46.

44. Макаревич, Н. А. Поверхностное натяжение и плотность расплава в системе KVO_3 – V_2O_5 (раздел «Аннотации статей, депонированных в ВИНИТИ») / Н. А. Макаревич, О. К. Козьминых, А. Н. Кетов // Журнал физической химии. – 1974. – Т. 48, № 1. – С. 235.

45. Макаревич, Н. А. Исследование окисления изопропанола в расплаве KVO_3 – V_2O_5 / Н. А. Макаревич, М. В. Кошелева, О. К. Козьминых // Гетерогенные химические реакции. Перм. гос. фармацевт. ин-т. Науч. тр. – Пермь, 1974. – Вып. 6. – С. 114–117; РЖ Химия. – 1974. – 24 Н 36.

1975

46. Долбилкина, Э. В. Изучение свойств расплавленных катализаторов в реакции окисления диметилового эфира в формальдегид. II. Взаимодействие диметилового эфира с расплавом неорганических солей / Э. В. Долбилкина, М. В. Кошелева, О. К. Козьминых, А. Н. Кетов, Н. М. Хакимуллина //

Редколлегия журнала «Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология». – Иваново, 1975. – 8 с. – Рукопись деп. в ВИНИТИ 13.06.75, № 1722-75 Деп.; Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 1977. – Т. 20, № 1. – С. 146; РЖ Химия. – 1975. – 20 Б 1256 Деп.

47. Макаревич, Н. А. О влиянии газов на поверхностные свойства в расплаве $KVO_3 – V_2O_5$ / Н. А. Макаревич, О. К. Козьминых, А. Н. Кетов // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 1975. – Т. 18, № 6. – С. 993–995; РЖ Химия. – 1975. – 23 Б 1607.

48. Мусихин, В. И. Вязкость и электропроводность расплавов $V_2O_5 – KVO_3$ / В. И. Мусихин, В. Г. Черняев, Н. А. Макаревич, О. К. Козьминых // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 1975. – № 8. – С. 9–13; РЖ Химия. – 1976. – 3 Б 1691.

1976

49. Долбилкина, Э. В. Исследование окисления диметилового эфира в расплаве / Э. В. Долбилкина, М. В. Кошелева, О. К. Козьминых // Редколлегия журнала «Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология». – Иваново, 1976. – 7 с. – Рукопись деп. в ВИНИТИ 05.07.76, № 2516-76 Деп.; Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 1977. – Т. 20, № 8. – С. 1260; РЖ Химия. – 1976. – 22 Н 36 Деп.

50. Долбилкина, Э. В. Определение молибдена различных степеней окисления в отработанных ванадий – молибденовых катализаторах / Э. В. Долбилкина, М. В. Кошелева, О. К. Козьминых // Тр. Перм. гос. сельскохоз. ин-та. – 1976. – Т. 118. – С. 46–50; РЖ Химия. – 1976. – 18 Г 211.

51. Долбилкина, Э. В. Исследование физико-химических свойств системы $KVO_3 – MoO_3$ / Э. В. Долбилкина, М. В. Кошелева, О. К. Козьминых, А. Н. Кетов // Второе Всесоюзное совещание по химии, технологии и применению ванадиевых соединений. – Алма-Ата : Ин-т металлургии и обогащения АН Казахской ССР, 1976. – С. 104–105.

52. Долбилкина, Э. В. $KVO_3 – MoO_3$ – катализатор для окисления диметилового эфира / Э. В. Долбилкина, М. В. Кошелева, О. К. Козьминых, А. Н. Кетов // Второе Всесоюзное совещание по химии, технологии и применению ванадиевых соединений. – Алма-Ата : Ин-т металлургии и обогащения АН Казахской ССР, 1976. – С. 105.

53. Долбилкина, Э. В. Поверхностное натяжение системы $KVO_3 – MoO_3$ / Э. В. Долбилкина, М. В. Кошелева, О. К. Козьминых, А. Н. Кетов // Редколлегия «Журнала физической химии» АН СССР. – М., 1976. – 6 с. – Рукопись деп. в ВИНИТИ 20.07.76, № 2775-76 Деп.; Журнал физической химии. – 1977. – Т. 51, № 1. – С. 277; РЖ Химия. – 1976. – 22 Б 1254 Деп.

54. Долбилкина, Э. В. Электропроводность системы $KVO_3 – MoO_3$ / Э. В. Долбилкина, М. В. Кошелева, О. К. Козьминых, А. Н. Кетов // Перм. гос. фармацевт. ин-т. – Пермь, 1976. – 9 с. – Рукопись деп. в ВИНИТИ 02.07.76, № 2494-76 Деп.; РЖ Химия. – 1976. – 22 Б 1159 Деп.

55. А. с. 593727 СССР. Катализатор для окисления диметилового эфира в формальдегид / Э. В. Долбилкина, М. В. Кошелева, О. К. Козьминых, Н. С. Козлов. – Заявл. 28.04.1976, опубл. 05.02.1978 // Бюллетень изобретений. – 1978. – № 7; РЖ Химия. – 1979. – 8 Л 185 П.

1977

56. Долбилкина, Э. В. Плотность и мольный объем расплавов в системе $KVO_3 – MoO_3$ / Э. В. Долбилкина, М. В. Кошелева, О. К. Козьминых // Химия и технология процессов, протекающих в среде расплавленных солей : межвуз. сб. науч. тр. Перм. политехн. ин-т. – Пермь : Изд-во Перм. гос. ун-та, 1977. – Вып. 210. – С. 78–81; РЖ Химия. – 1978. – 16 Б 1758.

57. Долбилкина, Э. В. Поверхностное натяжение системы $KVO_3 – MoO_3$ на границе с различными газами / Э. В. Долбилкина, М. В. Кошелева, О. К. Козьминых, А. Н. Кетов // Перм. гос. мед. ин-т, Перм. гос. фармацевт. ин-т. – Пермь, 1977. – 6 с. – Рукопись деп. в ВИНИТИ 15.07.77, № 2874-77 Деп.; РЖ Химия. – 1977. – 21 Б 1674 Деп.

1979

58. Козьминых, О. К. Периодический закон химических элементов Д. И. Менделеева. Учебно-методическая разработка и указания по изучению курса неорганической химии. Для студентов фармацевтического факультета заочного обучения / О. К. Козьминых. – Пермь : Перм. гос. фармацевт. ин-т, 1979. – 43 с.

59. Козьминых, О. К. Номенклатура химических соединений. Выпуск 1. Использование новых правил номенклатуры неорганических соединений при изучении химических и фармацевтических дисциплин : учеб.-метод. указания для преподавателей и студентов фармацевтических вузов и фармацевтических факультетов очного и заочного обучения / О. К. Козьминых, Л. П. Костин. – Пермь : Перм. гос. фармацевт. ин-т, 1979. – 31 с.

60. А. с. 758599 СССР. Реактор / О. К. Козьминых, Л. П. Костин, Л. А. Перевозчиков, А. Н. Кетов, В. И. Малкиман, Б. П. Ваньков, В. П. Болев. – Заявл. 22.02.1979.

61. Яковлева, Л. Ф. Высшее фармацевтическое образование на Урале / Л. Ф. Яковлева, О. К. Козьминых // Фармация. – 1979. – № 1. – С. 45–48.

1980

62. Козьминых, О. К. Элементы периодической системы Д. И. Менделеева. Выпуск 1. Водород. Учебно-методическая разработка и указания по изучению курса неорганической химии для студентов фармацевтического факультета заочного обучения / О. К. Козьминых. – Пермь : Перм. гос. фармацевт. ин-т, 1980. – 32 с.

63. Козьминых, О. К. Элементы периодической системы Д. И. Менделеева. Выпуск 2. Элементы VII А группы. Галогены. Учебно-методическая разработка и указания по изучению курса неорганической химии для студентов фармацевтического факультета заочного обучения / О. К. Козьминых. – Пермь : Перм. гос. фармацевт. ин-т, 1980. – 40 с.

64. Козьминых, О. К. Элементы периодической системы Д. И. Менделеева. Выпуск 3. Элементы группы VII В. Группа марганца. Учебно-методическая разработка и указания по изучению курса неорганической химии для студентов фармацевтического факультета заочного обучения / О. К. Козьминых. – Пермь : Пермский гос. фармацевт. ин-т, 1980. – 19 с.

65. Козьминых, О. К. Элементы периодической системы Д. И. Менделеева. Выпуск 4. Инертные газы. Учебно-методическая разработка и указания

по изучению курса неорганической химии для студентов фармацевтического факультета заочного обучения / О. К. Козьминых. – Пермь : Перм. гос. фармацевт. ин-т, 1980. – 20 с.

66. Козьминых, О. К. Элементы периодической системы Д. И. Менделеева. Выпуск 5. Элементы группы VIII B. Учебно-методическая разработка и указания по изучению курса неорганической химии для студентов фармацевтического факультета заочного обучения / О. К. Козьминых. – Пермь : Перм. гос. фармацевт. ин-т, 1980. – 39 с.

67. Козьминых, О. К. Комплексные соединения. Учебно-методическая разработка по изучению курса неорганической химии для студентов фармацевтического факультета заочного обучения / О. К. Козьминых, Л. П. Костин. – Пермь : Перм. гос. фармацевт. ин-т, 1980. – 43 с.

1981

68. Долбилкина, Э. В. Окисление диметилового эфира в расплаве KVO_3 – MoO_3 / Э. В. Долбилкина, М. В. Кошелева, О. К. Козьминых, А. Н. Кетов // Перм. гос. фармацевт. ин-т. – Пермь, 1981. – 10 с. – Рукопись деп. в ВИНИТИ 31.03.81, № 1441-81 Деп.; РЖ Химия. – 1981. – 15 Б 1168 Деп.

1982

69. Костин, Л. П. Расплавы солей – катализаторы окислительно-восстановительных процессов в химической технологии / Л. П. Костин, О. К. Козьминых, А. Н. Кетов, Н. А. Макаревич, Б. П. Ваньков // Химия, технология и применение ванадиевых соединений : тез. докл. IV Всесоюз. совещания в г. Нижнем Тагиле (15–18 июня 1982 г.). – Свердловск : Ин-т металлургии УНЦ АН СССР, 1982. – Ч. I. – С. 153.

70. Костин, Л. П. Непрерывная регенерация жидкофазного ванадиевого катализатора / Л. П. Костин, Л. А. Перевозчиков, Б. П. Ваньков, О. К. Козьминых, А. Н. Усенко, Б. Т. Васильев // Химия, технология и применение ванадиевых соединений : тез. докл. IV Всесоюз. совещания в г. Нижнем Тагиле (15–18 июня 1982 г.). – Свердловск : Ин-т металлургии УНЦ АН СССР, 1982. – Ч. I. – С. 154.

1984

71. Козьминых, О. К. Растворы и их свойства. Учебно-методическая разработка и указания по изучению курса неорганической химии для студентов фармацевтического факультета заочного обучения / О. К. Козьминых. – Пермь : Перм. гос. фармацевт. ин-т, 1984. – 48 с.

72. Козьминых, О. К. Химические реакции и равновесие в растворах электролитов. Учебно-методическая разработка и указания по изучению курса неорганической химии для студентов фармацевтического факультета заочного обучения / О. К. Козьминых. – Пермь : Перм. гос. фармацевт. ин-т, 1984. – 118 с.

73. Козьминых, О. К. Комплексные соединения. Учебно-методическая разработка и указания по изучению курса неорганической химии для студентов фармацевтического факультета заочного обучения / О. К. Козьминых, Л. П. Костин. – Пермь : Перм. гос. фармацевт. ин-т, 1984. – 56 с.

1986

74. Козьминых, О. К. Реакции с переносом электронов. Учебно-методическая разработка и указания по изучению курса неорганической химии для студентов фармацевтического факультета заочного обучения / О. К. Козьминых, Л. П. Костин. – Пермь : Перм. гос. фармацевт. ин-т, 1986. – 60 с.

75. Козьминых, О. К. Энергетика и направление химических реакций. Элементы химической термодинамики. Учебно-методическая разработка и указания по изучению курса неорганической химии для студентов фармацевтического факультета заочного обучения / О. К. Козьминых, Л. П. Костин. – Пермь : Перм. гос. фармацевт. ин-т, 1986. – 45 с.

Сборники под редакцией профессора О. К. Козьминых

1. Гетерогенные химические реакции. Научные труды. Вып. 6. Пермский государственный медицинский институт, Пермский государственный фармацевтический институт : сб. ст. / отв. ред. проф. О. К. Козьминых. – Пермь : ПГФИ, 1974. – 155 с.

2. Изыскание фармакологических и химиотерапевтических средств среди продуктов органического синтеза и природных веществ : сб. ст. / отв. ред. проф. О. К. Козьминых. – Пермь : ПГФИ, 1982. – 60 с.

3. Изыскание, изучение действия и анализ синтетических и природных биологически активных веществ : сб. ст. / отв. ред. проф. О. К. Козьминых. – Пермь : ПГФИ, 1983. – 104 с.

Диссертация, защищенная под руководством О. К. Козьминых

1. Макаревич, Н. А. Исследование свойств расплава $KVO_3 – V_2O_5$ и окисления в нем алифатических спиртов : дис. ... канд. хим. наук (неорганическая химия) / Макаревич Н. А. Научные руководители: доктор хим. наук, проф. А. Н. Кетов, канд. хим. наук, проф. О. К. Козьминых. Пермский политехнический ин-т. – Пермь, 1974. [Автореф. 22 с.].

Список отдельных публикаций, ссылающихся на научные работы О. К. Козьминых (*приведен в алфавитном порядке*)

1. Ботоева, Е. А. Экспериментальная фармакотерапия повреждений матки и ее придатков растительными средствами : дис. ... д-ра мед. наук (14.03.06 – фармакология, клиническая фармакология) / Ботоева Е. А. – Улан-Удэ : Бурят. гос. ун-т, 2014. – 271 с. – URL: http://igaeb.bol.ru/sovet/DM00302802/dissertations/Botoeva.pdf (дата обращения: 05.04.2014). – На стр. 242 приведена ссылка на издание: «Козьминых, О. К. Методы анализа биологически активных веществ / О. К. Козьминых. – Пермь, 1975. – 121 с.»

2. Козлов, Н. С. 5,6-Бензохинолины / Н. С. Козлов. – Минск : Наука и техника, 1970. – 136 с. – Ссылки на пять статей: Козьминых О. К. (1958); Козлова Н. С., Козьминых О. К. (1957 – две статьи; 1960); Козьминых О. К., Чумакова С. Я., Шур И. А. (1965).

3. Козлов, Н. С. Каталитическая конденсация ацетилена с первичными ароматическими аминами / Н. С. Козлов // Катализ в высшей школе. Вып. I. Ч. 2. Труды I Межвузовского совещания по катализу / под ред. А. А. Баландина, Н. И. Кобозева. – М. : Изд-во Моск. гос. ун-та, 1962. – С. 194–200. –

На стр. 200 приведены ссылки на три статьи Козлова Н. С., Козьминых О. К. (1957).

4. Козлов, Н. С. Каталитический синтез фторпроизводных 2,4-дифенил-5,6-бензохинолина / Н. С. Козлов, Р. К. Исаева // Химия гетероциклических соединений. – 1965. – Т. 1, № 3. – С. 379–381. – Ссылка на статью Козлова Н. С., Козьминых О. К. (1960).

5. Кулакова, А. А. Взаимодействие шиффовых оснований с растворителями / А. А. Кулакова, В. И. Летунов // Ученые записки Забайкальского государственного гуманитарно-педагогического университета им. Н. Г. Чернышевского. – 2013. – № 1 (48). – С. 191–197. – Ссылка на статью Козьминых О. К., Чумакова С. Я., Шур И. А. (1965).

6. Летунов, В. И. Совместная конденсация 2-аминопиридина, ароматических альдегидов и кетонов / В. И. Летунов, Н. П. Солдатова // Химия гетероциклических соединений. – 1987. – № 8. – С. 1077–1081. – Ссылка на статью Козьминых О. К., Коньшина Ю. Н. (1971).

7. Указатель статей, опубликованных в журнале «Известия вузов. Черная металлургия» (1959–1999 гг.). Вып. 5. Физическая химия / сост.: Н. В. Зубкова, М. Л. Сергачева, Л. В. Крылова. Сибирский гос. индустриальный ун-т. – Новокузнецк, 2007. – 95 с. – На стр. 59 приведена ссылка на статью Мусихина В. И., Черняева В. Г., Макаревича Н. А., Козьминых О. К. (1975).

8. The Chemistry of Heterocyclic Compounds. Quinolines. Ed. Jones G. – Vol. 32. – Part 1. – London ; New York ; Sydney ; Toronto : Intersci. Publ., 1977. – 898 p. – На стр. 132 обзора (сноска 281) и на стр. 295 (список литературы) приведена ссылка на статью Козьминых О. К. (1958).

Хронологический указатель некоторых публикаций, в которых приведены сведения об Олеге Козьмиче Козьминых

1958

Мокроусов, С. Творцы новой технологии / С. Мокроусов // Звезда (Пермь). – 1958. – 18 июля. – № 168 (11924). – С. 1.

1961

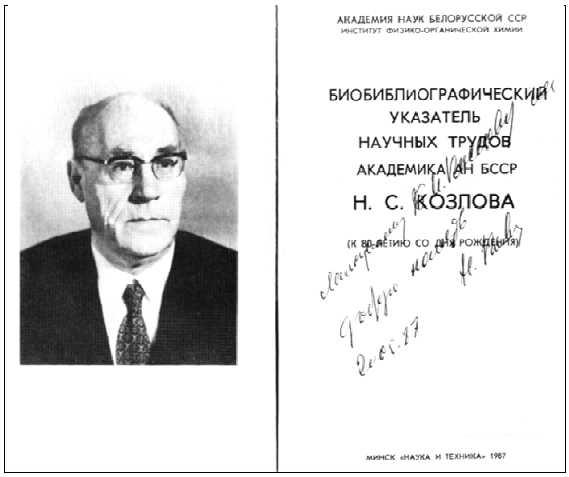
Семанов, Э. Школа профессора Н. С. Козлова / Э. Семанов // Звезда (Пермь). – 1961. – 9 сентября. – № 214 (12892). – С. 4.

1979

Юбилей. Олег Козьмич Козьминых // Фармация. – 1979. – № 4. – С. 76–77.

1987

Биобиблиографический указатель научных трудов академика АН БССР Н. С. Козлова (к 80-летию со дня рождения) / сост.: В. А. Сержанина, Н. Я. Юрашевич, К. Н. Гусак, Ф. Б. Качеровская. Академия Наук Белорусской ССР, Институт физико-органической химии. – Минск : Наука и техника, 1987. – 105 с. – На стр. 23, 78, 93, 95 приведен список статей, тезисов научных докладов и авторских свидетельств на изобретения в соавторстве с О. К. Козьминых.



Титульные страницы книги о научной деятельности академика Н. С. Козлова с дарственной надписью автора Б. И. Киселеву, заведующему кафедрой химии Пермского педагогического института (1987 г.)

1997

Ученые Пермской государственной фармацевтической академии. Биографический справочник. – Пермь : Типография «Книга», 1997. – 72 с. – На стр. 24–25 приведены сведения о проф. О. К. Козьминых.

2000

Сбоева, С. Г. Летопись российской фармации. XX век. Всероссийское научное общество фармацевтов / С. Г. Сбоева, Е. Е. Лоскутова, Т. П. Лагуткина. – М. : Химия и бизнес, 2000. – 304 с. – На стр. 138–139 приведены сведения о проф. О. К. Козьминых.

2003

Биографический словарь. Профессора и преподаватели Пермского государственного педагогического университета (1921–2003) / под ред. проф. И. С. Капцуговича. – Пермь : Книжный мир, 2003. – 471 с. – На стр. 199 приведены биографические данные о проф. О. К. Козьминых.

Памяти Олега Козьмича Козьминых // Звезда (Пермь). – 2003. – 1 апреля. – № 45 (30342). – С. 2.

Памяти Олега Козьмича Козьминых (1919–2003) // Химико-фармацевтический журнал. – 2003. – Т. 37, № 7. – С. 56.

To the Memory of O. K. Koz'minykh (1919–2003) // Pharmaceutical Chemistry Journal. – 2003. – Vol. 37, № 7. – P. 395.

2007

Ученые Пермской государственной фармацевтической академии. Биографический справочник. – Пермь : Изд-во ПГФА, 2007. – 101 с. – Приведены сведения о проф. О. К. Козьминых.

2011

Беликов, В. Г. Воспоминания о выдающихся людях, оставивших глубокий след в моей жизни : монография / В. Г. Беликов. – Пятигорск : Пятигор-

ский медико-фармацевтический ин-т, 2011. – 110 с. – URL: http://www.pgfa.ru/arhiv-saita/doc_download/367 (дата обращения: 05.04.2014).

Козьминых Владислав Олегович
доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химии, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет
(Россия, г. Пермь, ул. Сибирская, 24)

E-mail: kvoncstu@yahoo.com

Kozminykh Vladislav Olegovitch
Doctor of chemical sciences, professor, head of sub-department of chemistry, Perm State Humanitarian Pedagogical University (24 Sibirskaya street, Perm, Russia)

УДК 54(092)+547.00
Козьминых, В. О.
Козьминых Олег Козьмич – педагог и ученый (к 95-летию со дня рождения) / В. О. Козьминых // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 4 (8). – С. 133–155.

Вниманию авторов!

Редакция журнала «Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки» приглашает специалистов опубликовать на его страницах оригинальные статьи, содержащие новые научные результаты в области биологии, химии, географии, экологии, а также обзорные статьи по тематике журнала.

Статьи, ранее опубликованные, а также принятые к опубликованию в других журналах, редколлегией не рассматриваются.

Редакция принимает к рассмотрению статьи, подготовленные с использованием текстового редактора Microsoft Word for Windows (тип файла – RTF, DOC).

Необходимо представить статью в электронном виде (VolgaVuz@mail.ru) и дополнительно на бумажном носителе в двух экземплярах. Оптимальный объем рукописи 10–14 страниц формата А4. Основной шрифт статьи – Times New Roman, 14 pt через полуторный интервал. Статья **обязательно** должна содержать индекс УДК, ключевые слова и развернутую аннотацию объемом от 100 до 250 слов, имеющую четкую структуру **на русском** (Актуальность и цели. Материалы и методы. Результаты. Выводы) **и английском** (Background. Materials and methods. Results. Conclusions) **языках**.

Рисунки и таблицы должны быть размещены в тексте статьи и представлены в виде отдельных файлов (растровые рисунки в формате TIFF, BMP с разрешением 300 dpi, векторные рисунки в формате Corel Draw с минимальной толщиной линии 0,75 pt). Рисунки должны сопровождаться подрисуночными подписями.

Формулы в тексте статьи **обязательно** должны быть набраны в редакторе формул Microsoft Word Equation (версия 3.0) или MathType. Символы греческого и русского алфавитов должны быть набраны прямо, нежирно; латинского – курсивом, нежирно; обозначения векторов и матриц – прямо, жирно; цифры – прямо, нежирно. Наименования химических элементов набираются прямо, нежирно. Эти же требования **необходимо** соблюдать и в рисунках. Допускается вставка в текст специальных символов (с использованием шрифтов Symbol).

В списке литературы **нумерация источников** должна соответствовать **очередности ссылок** на них в тексте ([1], [2], …). Номер источника указывается в квадратных скобках. **Требования к оформлению списка литературы** на русские и иностранные источники: **для книг** – фамилия и инициалы автора, название, город, издательство, год издания, том, количество страниц; **для журнальных статей, сборников трудов** – фамилия и инициалы автора, название статьи, полное название журнала или сборника, серия, год, том, номер, страницы; **для материалов конференций** – фамилия и инициалы автора, название статьи, название конференции, город, издательство, год, страницы.

К материалам статьи **должна** прилагаться следующая информация: фамилия, имя, отчество, ученая степень, звание и должность, место и юридический адрес работы (на русском и английском языках), e-mail, контактные телефоны (желательно сотовые).

Обращаем внимание авторов на то, что перевод имен собственных на английский язык в списке литературы осуществляется автоматически с использованием программы транслитерации в кодировке BGN (сайт translit.ru). Для обеспечения единообразия указания данных об авторах статей во всех реферируемых базах при формировании авторской справки при подаче статьи необходимо представить перевод фамилии, имени, отчества каждого автора на английский язык, или он будет осуществлен автоматически в программе транслитерации в кодировке BGN.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается. Рукопись, полученная редакцией, не возвращается. Редакция оставляет за собой право проводить редакторскую и допечатную правку текстов статей, не изменяющую их основного смысла, без согласования с автором.

Статьи, оформленные без соблюдения приведенных выше требований, к рассмотрению не принимаются.