

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ПОВОЛЖСКИЙ РЕГИОН

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

№ 3 (7)

2014

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ

- Семенова Е. Ф., Меженная Н. А., Преснякова Е. В.* Анатомо-морфологические особенности лепестков как эфирноносных структур цветков представителей рода *Rosa* 5
- Гельфандбейн Я. А., Гельфандбейн В. Я., Левин В. И.* Системный анализ в задачах теоретической онкологии 18
- Маркелова Н. Н., Семенова Е. Ф., Шпичка А. И., Жученко Е. В.* Влияние эфирных масел на микроорганизмы различной таксономической принадлежности в сравнении с современными антибиотиками. Сообщение I. Действие розового эфирного масла и антибиотических субстанций на некоторые грамотрицательные бактерии..... 39
- Швеенкова Ю. Б.* Глубокопочвенные виды коллембол и влияние пожара на вертикальную структуру населения в черноземе Попереченской степи (по материалам заповедника «Приволжская лесостепь») 49

ХИМИЯ

- Перельгин Ю. П., Киреев С. Ю., Зуева Т. В.* О роли химического растворения металла при электроосаждении и электрорастворении металлов 61

ГЕОГРАФИЯ

- Ализаде Э. К., Тарихазер С. А.* Современные тенденции усиления геоморфодинамической напряженности в горных регионах (на примере северо-восточного склона Большого Кавказа) 68
- Явкин В. Г., Мельник А. А.* Ветви спада гидрографов паводков как показатели антропогенизации речных бассейнов (карпато-подольские притоки Днестра) 80
- Яковлев П. И.* Сравнительная оценка подземного притока в главные реки Тверской области (Верхняя Волга, р. Молога, р. Зап. Двина) по гидрологическим и гидрохимическим данным 92

ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Левин В. И. История открытия раннего распознавания процессов озлокачествления 109

Новикова Л. А., Леонова Н. А., Горбушина Т. В. К 75-летию со дня рождения Александры Александровны Чистяковой 119

**UNIVERSITY PROCEEDINGS
VOLGA REGION**

NATURAL SCIENCES

№ 3 (7)

2014

CONTENTS

BIOLOGY

-
- Semenova E. F., Mezhennaya N. A., Presnyakova E. V.* Anatomical and morphological features of rose petals as essential-oil-bearing flower structures of the *Rosa* genus representatives..... 5
- Gel'fandbeyn Ya. A., Gel'fandbeyn V. Ya., Levin V. I.* System analysis in problems of theoretical oncology 18
- Markelova N. N., Semenova E. F., Shpichka A. I., Zhuchenko E. V.* Influence of essential oils on microorganisms of different taxonomic positions in comparison with modern antibiotics. Report I. Effect of rose essential oil and antibiotic substances on some gram-negative bacteria 39
- Shveenkova Yu. B.* Deep-soil species of collembolans and impact of fire on the vertical structure of population in chernozem soil of the Poperechenskaya steppe (by the materials of the "Privolzhszkaya lesostep" nature reserve) 49

CHEMISTRY

-
- Perelygin Yu. P., Kireev S. Yu., Zyeva T. V.* On the importance of chemical dissolution of metal during electrodeposition and electro-dissolution of metals 61

GEOGRAPHY

-
- Alizade E. K., Tarikhazer S. A.* Modern trends of geomorphological tensivity in mountain regions (by the example of the north-east slope of Caucasus mountains)..... 68
- Yavkin V. G., Mel'nik A. A.* Recession curves of flood hydrographs as indicators of anthropogenization of river basins (carpathian-podolsk tributaries of the Dniester) 80
- Yakovlev P. I.* Comparative estimation of groundwater inflow to main rivers of Tver region (Upper Volga, Mologa and Zapadnaya Dvina) according to hydrological and hydrochemical data..... 92

HISTORY OF NATURAL SCIENCES

<i>Levin V. I.</i> The history of discovery of early identification of malignization processes.....	109
<i>Novikova L. A., Leonova N. A., Gorbushina T. V.</i> Commemorating 75th jubilee of Alexandra Alexandrovna Chistyakova	119

УДК 58.01:581.46:582.734.4

Е. Ф. Семенова, Н. А. Меженная, Е. В. Преснякова

АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕПЕСТКОВ КАК ЭФИРОНОСНЫХ СТРУКТУР ЦВЕТКОВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *ROSA*

Аннотация.

Актуальность и цели. В связи с повышением спроса на высококачественное эфирное масло розы возникает необходимость совершенствования диагностики эфиромасличного сырья и интенсификации технологических процессов. Детально исследованы анатомическое строение лепестков различных видов и форм роз с целью выявления особенностей расположения секреторных структур.

Материалы и методы. Объектами анатомо-морфологического исследования лепестков служили 10 видов и 11 гибридных форм розы эфиромасличной. Изучение микропрепаратов проводили с помощью светового микроскопа МИКМЕД-1, содержание эфирного масла определяли согласно методике, предложенной в ГФ XI.

Результаты. Коллекционные образцы Мичуринка, гибрид 7806, Казанлыкская, роза желтая, Радуга, Фестивальная характеризовались наибольшей массовой долей эфирного масла. Содержание эфирного масла в сырье имело тенденцию к увеличению для видов и форм с розовыми и желтыми лепестками по сравнению с красными и белыми. Диплоидные и тетраплоидные образцы характеризовались более высокими показателями эфирного масла по сравнению с триплоидами и пентаплоидами.

Выводы. Проведенные исследования позволили установить локализацию эфирного масла, выявить взаимосвязи между содержанием эфирного масла, окраской лепестков и числом хромосом, а также показали, что характер расположения секреторных структур, их размеры и количество являются видо- и формоспецифичными.

Ключевые слова: виды и формы розы, окраска лепестков, эндогенные и экзогенные секреторные структуры, эфирное масло, хромосомные числа.

E. F. Semenova, N. A. Mezhennaya, E. V. Presnyakova

ANATOMICAL AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF ROSE PETALS AS ESSENTIAL-OIL-BEARING FLOWER STRUCTURES OF THE *ROSA* GENUS REPRESENTATIVES

Abstract.

Background. Due to the increasing demand for high-quality essential rose oil there is a need to improve the diagnosis of the essential raw oil material and to intensify technological processes. The authors studied in detail the anatomy of the petals of various types and forms of roses in order to identify the particular conditions of secretory structures.

Materials and methods. The objects of the anatomical and morphological study of petals were 10 species and 11 hybrids of the essential rose. The study of the microslides were performed using a light microscope MIKMED-1, the content of the essential oil was determined according to the method proposed in GF XI.

Results. The highest mass fraction of the essential oil was featured by the following samples: Michurinka, hybrid 7806, Kazanlykskaya, yellow rose, Raduga, Festivalnaya. The essential oil content in the raw material had a tendency to increase for the kinds and forms of pink and yellow petals, as compared with the red and white. Diploid and tetraploid samples were characterized by higher rates of essential oil, compared with triploids and pentaploids.

Conclusions. The study allowed to establish the localization of essential oil, to identify the relationship between the content of essential oil, colouring of petals and a number of chromosomes, and also showed that the nature of location of the secretory structures, their size and the amount depend on the species and forms.

Key words: species and forms of roses, colouring of petals, endogenous and exogenous secretory structures, essential oil, chromosome numbers.

Введение

Розы возделываются во многих странах в бесчисленном множестве сортов как в качестве декоративных растений, так и в довольно обширных размерах со строго промышленной целью [1]. Цветки отличаются приятным ароматом, обусловленным содержанием в их лепестках эфирного масла. Представляет интерес изучение анатомического строения лепестков различных видов и форм роз с целью выявления особенностей расположения секреторных структур для диагностики эфиромасличного сырья и интенсификации технологических процессов.

Материалы и методы

Объектами изучения служили 10 видов и 11 гибридных форм розы эфиромасличной (табл. 1).

Исследования проводились на растениях, выращенных на коллекционных участках (поселок Крымская Роза Белогорского района Республики Крым), расположенных в северной предгорной части Крымского полуострова. Также изучались образцы, полученные в условиях Ботанического сада им. И. И. Спрыгина (г. Пенза).

Растительный материал фиксировали в ацеталкоголе (1:3) и 6 %-м формалине; поперечные срезы готовились бритвой от руки по общепринятой методике [2, 3]. Изучение проводили с помощью светового микроскопа МИКМЕД-1 при 10-, 40-кратном увеличении. Описания микропрепаратов составлены в соответствии с современной методической и справочной литературой [3, 4]. Фотографирование микро- и макрообъектов проводили цифровыми фотокамерами NikonCoolpix 2500, NikonCoolpix 6300, Panasonic DMC-FX100 с объективом Lumix 12 megapixels.

Для количественного определения эфирного масла в лепестках использовали методику, изложенную в Государственной Фармакопее (ГФ XI) [5]. Математическая обработка данных проводилась по В. М. Шмидту (1984) и Г. Ф. Лакину (1990), уровень значимости $p = 0,95$ [6, 7].

Таблица 1

Виды и формы розы эфиромасличной [3, 8]

Название	Происхождение	Надвидовой таксон – секция
Белая	<i>Rosa alba</i> L.	<i>Gallicae</i> Crep.
Лань	<i>Rosa alba</i> L. x (<i>R. damascena</i> Mill. x <i>R. gallica</i> L.)	<i>Gallicae</i> Crep.
Мичуринка	<i>R. damascena</i> Mill. x <i>R. gallica</i> L.	<i>Gallicae</i> Crep.
Украина	<i>R. damascena</i> Mill. x <i>R. gallica</i> L.	<i>Gallicae</i> Crep.
Фестивальная	<i>R. damascena</i> Mill. x <i>R. gallica</i> L.	<i>Gallicae</i> Crep.
Кооператорка	<i>R. damascena</i> Mill. x <i>R. gallica</i> L.	<i>Gallicae</i> Crep.
Казанлыкская	<i>R. damascena</i> f. <i>trigintipetala</i> (Dieck.) R. Keller	<i>Gallicae</i> Crep.
Крымская Красная	<i>R. gallica</i> L.	<i>Gallicae</i> Crep.
Весна	<i>R. damascena</i> Mill. x <i>R. gallica</i> subsp. <i>Eriosila</i> Kell. var. <i>Austriaca</i> Br.	<i>Gallicae</i> Crep.
Радуга	<i>R. gallica</i> subsp. <i>Eriosila</i> Kell. var. <i>Austriaca</i> Br. x <i>R. gallica</i> L.	<i>Gallicae</i> Crep.
Гибрид 7806	<i>R. gallica</i> subsp. <i>Eriosila</i> Kell. var. <i>Austriaca</i> Br. x <i>R. gallica</i> L.	<i>Gallicae</i> Crep.
Таврида	<i>R. damascena</i> Mill. x неизвестн.	<i>Gallicae</i> Crep.
Кавказская Красная	<i>R. gybrida</i>	<i>Gallicae</i> Crep.
Гибрид М-215	<i>R. gybrida</i>	<i>Gallicae</i> Crep.
Роза моховая	<i>R. centifolia</i> L. f. <i>muscosa</i>	<i>Gallicae</i> Crep.
Роза желтая	<i>R. lutea</i> Mill. (<i>R. foetida</i> Herrm.)	<i>Lutea</i> Crep.
Прима Красная	<i>R. rugosa</i> Thunb.	<i>Cinnamomeae</i> Crep.
Роза морщинистая	<i>R. rugosa</i> Thunb.	<i>Cinnamomeae</i> Crep.
Роза коричная (Р. майская)	<i>R. cinnatomea</i> L. (<i>R. majalis</i> Herrm.)	<i>Cinnamomeae</i> Crep.
Роза собачья	<i>R. canina</i> L.	<i>Caninae</i> Dc.
Роза одесская	<i>R. odessiana</i> Hort.	<i>Caninae</i> Dc.

Результаты и обсуждение

Цветки розы имеют 5–90 и более лепестков, их масса достигает 8 г. Форма их, как правило, обратосердцевидная. Окраска венчика различных оттенков – розовая: Мичуринка, Фестивальная, Таврида, Кооператорка, Лань, Украина, Весна, Радуга, *R. gybrida* 7806, *R. damascena* f. *trigintipetala* (Dieck.) R. Keller, *R. cinnatomea* L., *R. canina* L., *R. odessiana* Hort.; красная: Крымская Красная, Кавказская Красная, Прима Красная, *R. gybrida* М-215, *R. centifolia* L. f. *muscosa*, *R. rugosa* Thunb.; белая *R. alba* L. или желтая *R. lutea* Mill. Тип цветка – простой: *R. canina* L., *R. rugosa* Thunb., *R. cinnatomea* L., *R. odessiana* Hort.; полумахровый: *R. damascena* f. *trigintipetala* (Dieck.) R. Keller, *R. lutea* Mill., *R. alba* L., Прима Красная, Кооператорка; махровый: Радуга, Таврида, Весна, Лань, Фестивальная, Мичуринка, *R. gybrida* М-215; густомахровый: Украина, Кавказская Красная, Крымская Красная, *R. centifolia* L. f. *muscosa*, *R. gybrida* 7806 (рис. 1, табл. 2, 3).

Результаты анатомического изучения лепестков видов и форм роз показали, что клетки верхнего эпидермиса многоугольные, клетки нижнего эпидермиса имеют слабоизвилистые контуры стенки. Устьица располагаются преимущественно с нижней стороны лепестка, мелкие. На поперечном срезе

лепестка (рис. 2) видно, что снаружи он покрыт таблитчатыми клетками эпидермиса, плотно прилегающими друг к другу и покрытыми штриховатой кутикулой. Клетки верхнего эпидермиса вытягиваются в сосочки конусовидной формы. Имеется плотная продольно-морщинистая кутикула. Содержимое клеток эпидермальной ткани окрашено за счет содержания хромопластов.

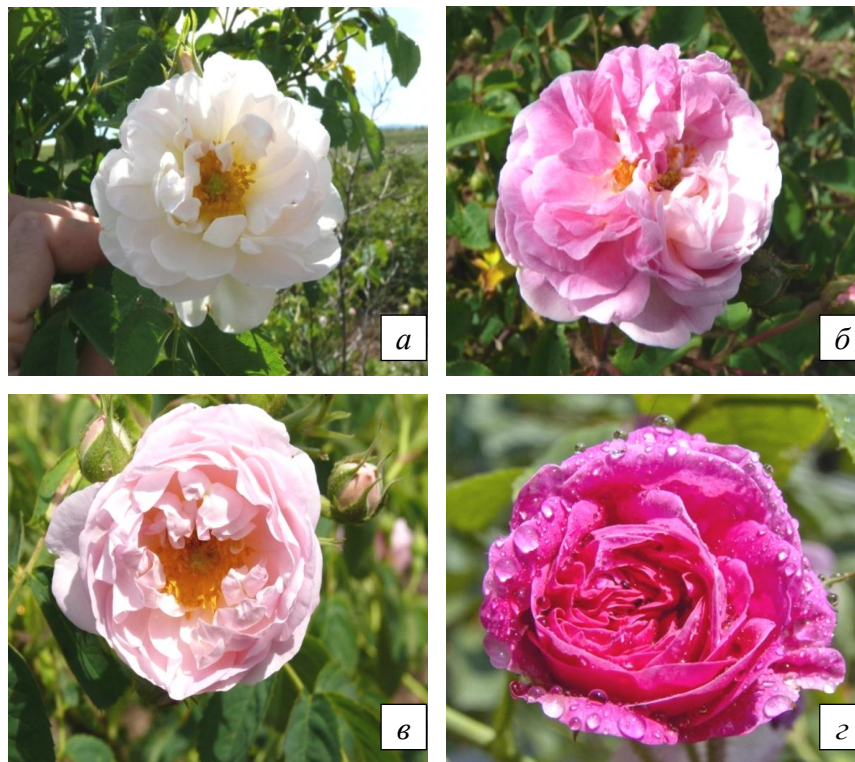


Рис. 1. Морфологическая структура цветков эфиромасличной розы в момент их раскрытия: а – полумахровый (*R. alba* L.); б, в – махровый (Мичуринка, Лань); г – густомахровый (Украина)

Под эпидермисом располагается паренхимная ткань, состоящая из 4–12 слоев неокрашенных клеток с тонкими оболочками округлой или неправильной формы, образующих большое количество межклетников. Механическая ткань отсутствует. Проводящая ткань представлена спиральными трахеидами в паренхимной обкладке, состоящей из мелких плотно примыкающих друг к другу клеток.

В лепестках имеются экзогенные выделительные структуры – железистые пятна, представляющие собой мелкокапельные скопления эфирного масла под кутикулой эпидермиса, вызывающие ее отслаивание. Они вырабатываются отдельными группами выделительных клеток, разбросанных в эпидермальной ткани. Эндогенные секреторные структуры – эфиромасличные вместилища, расположенные в толще паренхимной ткани, овальной формы, содержат капли эфирного масла. Эти данные согласуются с выявленными ранее для сорта Крымская Красная, относящегося к розе французской *R. gallica* L., (см. рис. 2) и важны для прогнозирования первичной переработки конкретных видов и форм, интенсификации технологических процессов [9].

Таблица 2

Морфометрические характеристики цветков
изучаемых видов и форм розы (шиповника)

Название	Количество в цветке, шт.			
	лепестков	тычинок	пестиков	элементов суммарно
<i>R. canina</i> L.	5 ± 0	74 ± 2	32 ± 1	111 ± 2
<i>R. odessiana</i> Hort.	5 ± 0	76 ± 3	25 ± 1	106 ± 3
<i>R. alba</i> L.	48 ± 2	49 ± 4	40 ± 3	137 ± 5
<i>R. gybrida</i> M-215	77 ± 6	45 ± 6	35 ± 4	157 ± 7
<i>R. cinnamomea</i> L.	5 ± 0	61 ± 4	38 ± 2	114 ± 4
<i>R. rugosa</i> Thunb.	5 ± 0	57 ± 8	27 ± 8	89 ± 9
Кавказская Красная	156 ± 6	1 ± 1	55 ± 3	213 ± 9
Украина	107 ± 4	61 ± 4	18 ± 2	186 ± 5
Крымская Красная	94 ± 3	51 ± 3	29 ± 2	174 ± 5
Весна	64 ± 4	76 ± 4	27 ± 1	167 ± 6
Прима Красная	29 ± 1	208 ± 5	161 ± 3	398 ± 8
<i>R. centifolia</i> L. f. <i>muscosa</i>	96 ± 7	5 ± 2	19 ± 3	120 ± 7
Таврида	64 ± 5	78 ± 5	20 ± 3	162 ± 6
Кооператорка	27 ± 1	136 ± 3	38 ± 3	201 ± 5
Лань	61 ± 5	92 ± 8	43 ± 2	197 ± 6
Фестивальная	71 ± 2	50 ± 4	35 ± 2	156 ± 2
Радуга	56 ± 2	80 ± 5	25 ± 1	161 ± 3
<i>R. lutea</i> Mill.	25 ± 0	39 ± 4	25 ± 2	89 ± 5
<i>R. damascena</i> f. <i>trigintipetala</i> (Dieck.) R. Keller	36 ± 2	78 ± 1	29 ± 1	143 ± 2
<i>R. gybrida</i> 7806	89 ± 8	38 ± 7	35 ± 5	160 ± 9
Мичуринка	75 ± 4	42 ± 3	32 ± 3	149 ± 4

Таблица 3

Сравнительная характеристика изучаемых видов и форм розы

Название	Число хромосом	Окраска лепестков	Тип цветка	Содержание эфирного масла (МДЭМ), %
1	2	3	4	5
<i>R. canina</i> L.	35	Бледно-розовая	Простой	0,0435
<i>R. odessiana</i> Hort.	35	Бледная с розовым основанием	Простой	0,0487
<i>R. alba</i> L.	28	Белая	Полу-махровый	0,0518
<i>R. gybrida</i> M-215	–	Ярко-красная	Полу-махровый	0,0544
<i>R. cinnamomea</i> L.	14	Розовая	Простой	0,0702
<i>R. rugosa</i> Thunb.	14	Красная	Простой	0,0767
Кавказская Красная	21	Ярко-красная	Густо-махровый	0,0787
Украина	21	Бледно-розовая	Густо-махровый	0,0839
Крымская Красная	28	Ярко-красная	Махровый	0,0865

1	2	3	4	5
Весна	28	Розовая	Полу-махровый	0,0994
Прима Красная	14	Красная	Полу-махровый	0,1092
<i>R. centifolia</i> L. <i>f. muscosa</i>	28	Темно-красная	Густо-махровый	0,1148
Таврида	–	Бледно-розовая	Махровый	0,1200
Кооператорка	28	Розовая	Полу-махровый	0,1233
Лань	–	Бледно-розовая	Махровый	0,1275
Фестивальная	–	Розово-красная	Махровый	0,1357
Радуга	–	Розово-красная	Махровый	0,1380
<i>R. lutea</i> Mill.	28	Желтая	Полу-махровый	0,1413
<i>R. damascena f. trigintipetala</i> (Dieck.) R. Keller	28	Бледно-розовая	Полу-махровый	0,1528
<i>R. hybrida</i> 7806	–	Ярко-розовая	Махровый	0,1640
Мичуринка	–	Розовая	Махровый	0,1852

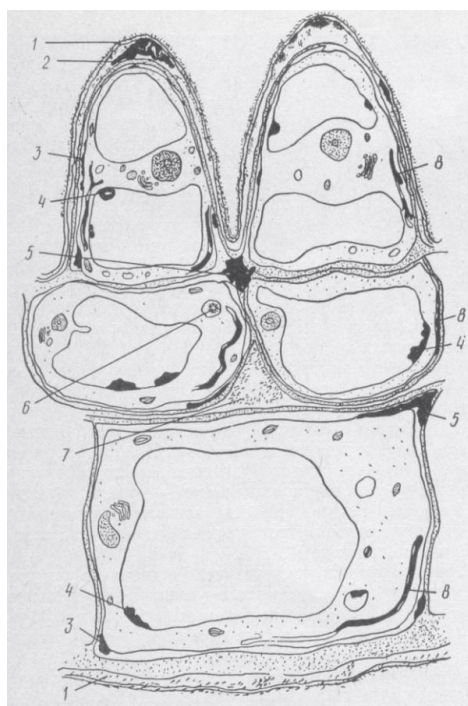
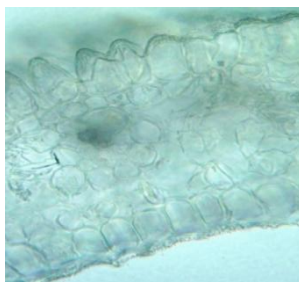
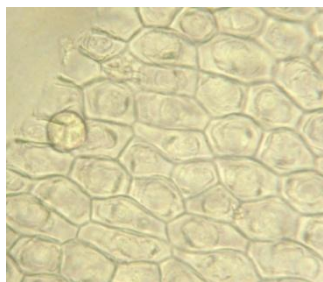


Рис. 2. Схема строения лепестка розы и локализации эфирного масла и воска [9]

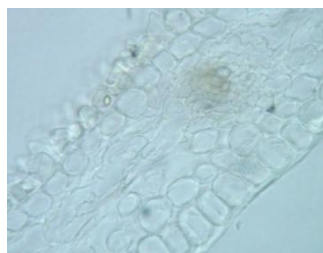
Восковые отложения: 1 – на кутикуле; 2 – в пространстве между клеточной оболочкой и кутикулой; 6 – в вакуолях; 7 – в межклетниках.

Эфирное масло: 2 – в пространстве между клеточной оболочкой и кутикулой; 3 – в экстраплазматическом пространстве (между оболочкой и плазмалеммой); 4 – в вакуолях; 5 – в межклетниках; 8 – в межмембранном пространстве эндоплазматического ретикула

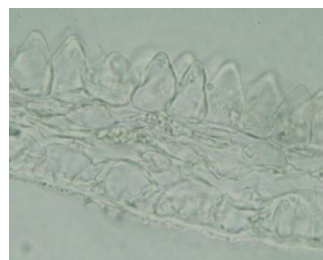
Микроморфологические особенности изученных видов и форм представлены ниже (рис. 3, 4).



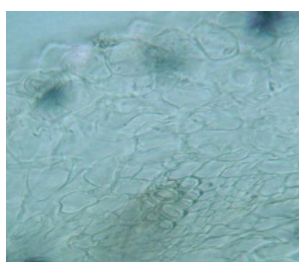
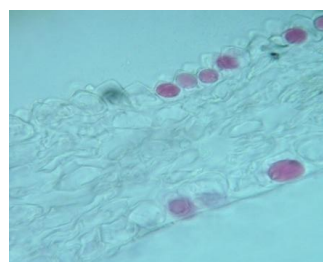
R. cinnatomea L.



R. canina L.



R. odessiana Hort.

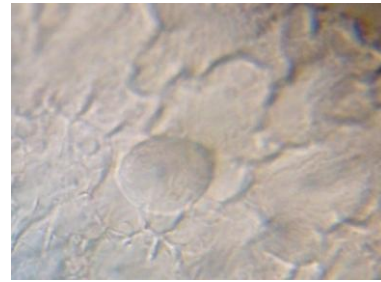
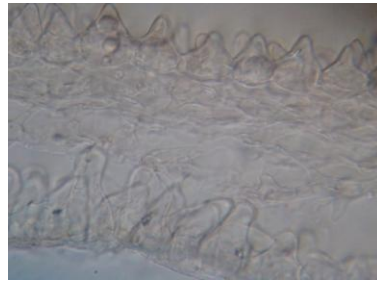


R. rugosa Thunb.

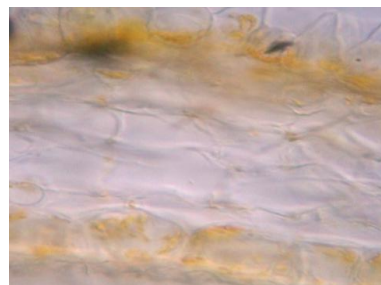
Рис. 3. Поперечные срезы лепестков шиповников

R. cinnatomea L. Эпидермальные клетки верхней стороны лепестка многоугольные, образуют сосочковидные выросты с утолщенной наружной стенкой. С нижней стороны эпидермальные клетки изодиаметрической фор-

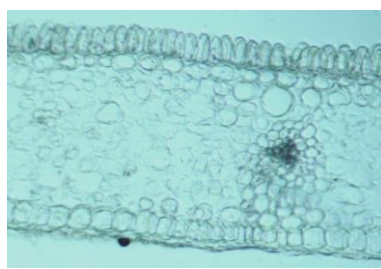
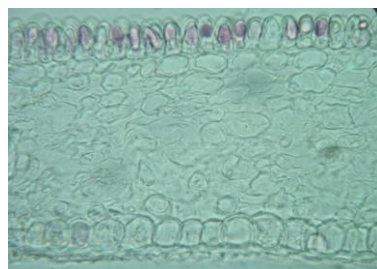
мы с штриховатой кутикулой, по размеру не отличающиеся от клеток верхнего. Паренхимные клетки расположены в 4–6 слоев. Эфирноносныеместилища крупные, округлые, располагающиеся участками, нечасто, близко к поверхности.



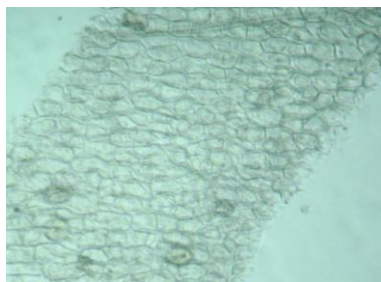
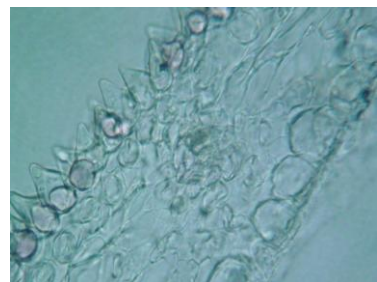
R. alba L.



R. lutea Mill.



R. gallica L.



R. gallica var. *centifolia* L.

Рис. 4. Поперечные срезы лепестков видов и форм роз

R. canina L. Клетки верхнего эпидермиса мельче или равны нижнему. Кутикула у изодиаметрических клеток эпидермиса волнистая. Паренхимные клетки располагаются в 6–8 слоев, межклетников меньше. Эндогенные вместилища мелкие, находятся в глубине паренхимы. Заметны железистые пятна в сосочковом слое.

R. odessiana Hort. Анатомическое строение лепестка схоже с *R. cinnamomea* L. Эндогенные вместилища располагаются относительно равномерно по всей площади, некрупные. Заметны экзогенные выделительные структуры в сосочковом слое.

R. rugosa Thunb. Клетки верхнего эпидермиса овальной, слегка вытянутой формы, окрашены, по размерам не отличаются от нижних эпидермальных клеток. Паренхимные клетки располагаются в 7–10 слоев. Имеются крупные редкие эндогенные вместилища, находящиеся в толще паренхимы. Проводящие элементы представлены трахеидами, располагающимися группами по 8–10 или по 3–4.

R. alba L. Сосочковидные клетки сильно заостренные, по размерам меньше или равные клеткам верхнего эпидермиса. Эпидермальные клетки не окрашены. Паренхима состоит из 8–12 слоев клеток овальной формы. Эндогенные вместилища крупные, располагаются редко, близко к поверхности. Хорошо заметны железистые пятна в сосочковом слое и слое нижнего эпидермиса.

R. lutea Mill. Эпидермальные клетки окрашены в желто-оранжевый цвет. Сосочкообразные клетки заострены, равны или чуть более крупные, чем клетки нижнего эпидермиса. Паренхимные клетки располагаются в 3–5 слоев, много межклетников. Эндогенные вместилища находятся близко к нижнему эпидермису.

R. gallica L. Эпидермальные клетки окрашены. Сосочкообразные клетки незаостренные, плотно примыкают друг к другу, несколько меньше или равные изодиаметрическим клеткам нижнего эпидермиса. Паренхима составлена 10–12 слоями клеток. Эндогенные вместилища мелкие, овальные, располагаются равномерно в глубине паренхимы лепестка. Проводящие элементы представлены трахеидами, располагающимися группами по 8–10 или по 3–4.

R. gallica var. *centifolia* L. (*R. centifolia* L.) Клетки эпидермиса окрашены в розово-фиолетовый цвет. Сосочкообразные клетки крупнее либо равны клеткам нижнего эпидермиса, имеют сильно утолщенную наружную стенку. Клетки паренхимы располагаются в 4–5 слоев, лепесток тонкий. Проводящие элементы находятся ближе к наружному эпидермису. Имеются два типа выделительных структур. Эндогенные вместилища овальной формы, не крупные (по размеру как паренхимные клетки), располагающиеся в 2–3 слое паренхимы. Выделительные пятна находятся в сосочковидных клетках.

Проведенный анатомо-морфологический анализ расширенного набора образцов позволяет подтвердить выделенные нами ранее [10] диагностические признаки эфиромасличного сырья розы:

- размеры клеток верхнего и нижнего эпидермиса;
- окраску эпидермальных клеток;
- форму клеток верхнего эпидермиса;
- число слоев паренхимных клеток;
- характер расположения вместилищ.

В результате определения содержания эфирного масла в лепестках обнаружено, что наибольшими показателями характеризовались коллекционные образцы Мичуринка, Радуга, Фестивальная, *R. hybrida* 7806, *R. damascena f. trigintipetala* (Dieck.) R. Keller, *R. lutea* Mill., относящиеся к секциям *Gallicae* Среп. и *Lutea* Среп. Наименьшее содержание эфирного масла характерно для видов розы: *R. canina* L., *R. odessiana* Hort., *R. alba* L. Отмечена тенденция: чем ниже массовая доля эфирного масла в расчете на сырую массу лепестков, тем в более глубоком слое расположены эфирносные вместилища, встречающиеся редко и отличающиеся мелкими размерами.

Хромосомные числа представителей рода *Rosa* варьируют от 14 до 56, составляя, таким образом, полиплоидный ряд с основным числом хромосом 7. В литературных источниках имеются сведения, что различный уровень плоидности не коррелирует с содержанием эфирного масла к моменту раскрытия цветка [1]. Однако полученные экспериментальные данные свидетельствуют, что массовая доля эфирного масла у диплоидных и тетраплоидных форм и видов, как правило, выше по сравнению с триплоидными и пентаплоидными (см. табл. 3).

Прослеживается тенденция увеличения массовой доли эфирного масла у образцов с розовыми и желтыми лепестками цветков по сравнению с красными и белыми, что согласуется с литературными данными [1, 8].

Заключение

Результаты исследований позволяют определить диагностические анатомические признаки лепестков роз разных видов и форм, к которым относятся: размеры клеток верхнего и нижнего эпидермиса, окраска эпидермальных клеток, форма клеток верхнего эпидермиса, число слоев паренхимных клеток и характер расположения вместилищ. Секреторные структуры у видов и форм роз различных направлений использования (декоративных, эфиромасличных, витаминных шиповников) представлены эндогенными вместилищами овальной формы, расположенными в толще паренхимной ткани и содержащими капли эфирного масла; экзогенными выделительными структурами – железистыми пятнами, представляющими собой мелкокапельные скопления эфирного масла под кутикулой эпидермиса. Показано, что расположение секреторных структур, их размеры и количество видо- и формоспецифичны. Мелкие эфирносные вместилища, отличающиеся глубоким расположением в толще ткани лепестка, преимущественно характерны для образцов с низким содержанием эфирного масла. Проведенный анализ позволил также выявить возможные взаимосвязи между содержанием эфирного масла, окраской лепестков и числом хромосом: наблюдается тенденция увеличения массовой доли эфирного масла у желто- и розоволепестковых форм и видов, уровень плоидности которых кратен $2n$.

Полученные данные по анатомическому строению лепестков видов и форм роз различных направлений использования представляют интерес для интродукционно-селекционной работы в качестве маркерных признаков, для диагностики эфиромасличного сырья, в частности, в разрабатываемых фитосборах (фиточаях), другой фармацевтической и пищевой продукции [11–13], а также для интенсификации технологических процессов его первичной переработки.

Список литературы

1. Назаренко, Л. Г. Культура эфиромасличной розы / Л. Г. Назаренко, Б. П. Миньков [и др.] ; под ред. Г. И. Мустяцэ, А. В. Мурина. – Кишинев : Штиинца, 1983. – 186 с.
2. Семенова, Е. Ф. Практикум по ботанике / Е. Ф. Семенова, Н. А. Меженная, Т. М. Фадеева. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2012. – 162 с.
3. Самылина, И. А. Фармакогнозия. Атлас / И. А. Самылина, О. Г. Аносова. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2007. – Т. 1. – 192 с.
4. Лотова, Л. И. Морфология и анатомия высших растений / Л. И. Лотова. – М. : Эдиториал УРСС, 2000. – 528 с.
5. Государственная Фармакопея СССР. XI изд. – М. : Медицина, 1989. – Вып. 1. – 336 с.
6. Шмидт, В. М. Математические методы в ботанике / В. М. Шмидт. – Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.
7. Лакин, Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М. : Высш. шк., 1990. – 352 с.
8. Назаренко, Л. Г. Роза эфиромасличная (история, биологические особенности и селекция) / Л. Г. Назаренко. – Киев : Наукова думка, 1978. – 200 с.
9. Бугорский, П. С. Микроморфологические параметры цветов розы / П. С. Бугорский, А. М. Бугара, Л. М. Теплицкая // Масложировая промышленность. – 1985. – № 7. – С. 23–25.
10. Семенова, Е. Ф. Микроморфологические особенности лепестков розы / Е. Ф. Семенова, Н. А. Меженная // Университетское образование. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2013. – Вып. 17. – С. 430–431.
11. Семенова, Е. Ф. Фармакогностические аспекты разработки препаратов на основе жирномасличного и эфирномасличного сырья / Е. Ф. Семенова // Современные проблемы отечественной медико-биологической и фармацевтической промышленности. Развитие инновационного и кадрового потенциала Пензенской области : материалы I Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза : ПГУ, 2011. – С. 73–77.
12. Семенова, Е. Ф. Обоснование разработки фитосбора «Бифолия» / Е. Ф. Семенова, А. П. Правосудова, С. С. Грабова, Е. А. Косматова, И. А. Артамонова // Медицинские технологии в охране здоровья здоровых, в диагностике, лечении и реабилитации больных : сб. ст. VIII науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2012. – С. 197–198.
13. Семенова, Е. Ф. Разработка фитосбора «Бифолия+» / Е. Ф. Семенова, О. В. Понкратова, В. П. Величко, Н. Н. Иванов, И. В. Китаева // Материалы 78-й итоговой студ. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 95-летию со дня рождения профессора Ю. М. Лубенского. – Красноярск : Тип. КрасГМУ, Версо, 2014. – С. 566–568.

References

1. Nazarenko L. G., Min'kov B. P. et al. *Kul'tura efiromaslichnoy rozy* [The essential rose culture]. Kishinev: Shtiintsa, 1983, 186 p.
2. Semenova E. F., Mezhenayaya N. A., Fadeeva T. M. *Praktikum po botanike* [Practical work in botany]. Penza: Izd-vo PGU, 2012, 162 p.
3. Samylina I. A., Anosova O. G. *Farmakognosiya. Atlas* [Pharmacognosy. Atlas]. Moscow: GEOTAR-Media, 2007, vol. 1, 192 p.
4. Lotova L. I. *Morfologiya i anatomiya vysshikh rasteniy* [Morphology and anatomy of embryophyte]. Moscow: Editorial URSS, 2000, 528 p.
5. *Gosudarstvennaya Farmakopeya SSSR. XI izd.* [State pharmacopeia of USSR. XI edition]. Moscow: Meditsina, 1989, iss. 1, 336 p.
6. Shmidt V. M. *Matematicheskie metody v botanike* [Mathematical methods in botany]. Leningrad: Izd-vo Leningr. un-ta, 1984, 288 p.

7. Lakin G. F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow: Vyssh. shk., 1990, 352 p.
8. Nazarenko L. G. *Roza efiromaslichnaya (istoriya, biologicheskie osobennosti i selektsiya)* [Essential rose (history, biological features and selection)]. Kiev: Naukova dumka, 1978, 200 p.
9. Bugorskiy P. S., Bugara A. M., Teplitskaya L. M. *Maslozhirovaya promyshlennost'* [Low-fat products industry]. 1985, no. 7, pp. 23–25.
10. Semenova E. F., Mezhennaya N. A. *Universitetskoe obrazovanie* [University education]. Penza: Izd-vo PGU, 2013, iss. 17, pp. 430–431.
11. Semenova E. F. *Sovremennye problemy otechestvennoy mediko-biologicheskoy i farmatsevticheskoy promyshlennosti. Razvitie innovatsionnogo i kadrovogo potentsiala Penzenskoy oblasti: materialy I Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Modern problems of Russian biomedical and pharmaceutical industry. Development of innovative and human resource potential of Penza region: proceedings of I International scientific and practical conference]. Penza: PGU, 2011, pp. 73–77.
12. Semenova E. F., Pravosudova A. P., Grabova S. S., Kosmatova E. A., Artamonova I. A. *Meditssinskie tekhnologii v okhrane zdorov'ya zdorovykh, v diagnostike, lechenii i reabilitatsii bol'nykh: sb. st. VIII nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem* [Medical technologies in health protection of the healthy, in diagnostics, treatment and rehabilitation of the sick: collected articles of VIII scientific and practical conference with international participation]. Penza: Izd-vo PGU, 2012, pp. 197–198.
13. Semenova E. F., Ponkratova O. V., Velichko V. P., Ivanov N. N., Kitaeva I. V. *Materialy 78-y itogovoy stud. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem, posvyashch. 95-letiyu so dnya rozhdeniya professora Yu. M. Lubenskogo* [Proceedings of 78th concluding student scientific and practical conference with international participation commemorating 95th jubilee of professor Yu. M. Lubensky]. Krasnoyarsk: Tip. KrasGMU, Verso, 2014, pp. 566–568.

Семенова Елена Федоровна

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

E-mail: sef1957@mail.ru

Semenova Elena Fedorovna

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

Меженная Наталья Александровна

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

E-mail: natalia984@mail.ru

Mezhennaya Natalia Aleksandrovna

Postgraduate 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)

УДК 58.01:581.46:582.734.4

Семенова, Е. Ф.

Анатомо-морфологические особенности лепестков как эфирно-носных структур цветков представителей рода *Rosa* / Е. Ф. Семенова, Н. А. Меженная, Е. В. Преснякова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 3 (7). – С. 5–17.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ЗАДАЧАХ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ОНКОЛОГИИ¹

Аннотация.

Актуальность и цели. Над современным человечеством висит серьезная угроза онкологических заболеваний. Диагноз «рак» звучит как смертный приговор. Ежегодно по этой причине умирают миллионы людей. Многих из них можно было спасти, если бы существовала методика раннего распознавания указанной болезни. В основе такой методики должна лежать содержательная теория возникновения и развития злокачественных опухолей.

Материалы и методы. Объектом изучения являлись клеточные множества организма человека, находящиеся в процессе развития и связанного с ним возможного появления злокачественной опухоли. Методом изучения явилось использование общей теории систем. Предварительно проверялось соответствие процессов гомеостаза в организме человека всем постулатам указанной теории.

Результаты. Установлено существование в организме человека двух механизмов гомеостаза, находящихся между собой в отношении антагонистического противоречия. Первый из них – собственно гомеостазис, направленный на стабилизацию клеточного роста на ограниченном уровне. Второй – антигомеостазис, направленный на разрушение гомеостаза путем стабилизации в организме процесса неограниченного роста клеток.

Выводы. Показано, что возникновение и развитие злокачественных опухолей – это естественно-технологический процесс преобразования клеточных множеств в организме человека. Клеточная ситуация развития злокачественных опухолей образует систему стабилизации клеточного роста, которая направлена на разрушение гомеостаза и организацию антигомеостаза, что губительно для организма. Системы гомеостаза и антигомеостаза обладают свойствами систем. Это позволяет использовать для моделирования онкологических процессов общую теорию систем.

Ключевые слова: клеточное множество, клеточное взаимодействие, клеточный рост, гомеостазис, система, злокачественная опухоль, озлокачествление.

Ya. A. Gel'fandbeyn, V. Ya. Gel'fandbeyn, V. I. Levin

SYSTEM ANALYSIS IN PROBLEMS OF THEORETICAL ONCOLOGY

Abstract.

Background. Nowadays people are under a great threat of oncological diseases. The “cancer” diagnosis sounds like a death sentence. Every year it appears to be the cause of death of millions of people. Many of them could have been saved, if there had been a methodology of early detection of the disease. Such methods should be based on a substantial theory of occurrence and development of malignant tumors.

Materials and methods. The object of research is cell sets of the human organism in the process of development, that is associated with possible occurrence of a malignant tumor. The research method was the use of the general theory of systems.

¹ Статья написана по материалам книги Я. А. Гельфандбейна и В. Я. Гельфандбейна «Раковый гомеостат. Очерки теоретической онкологии».

Preliminarily the authors checked the correspondence of the human organism homeostasis processes to all postulates of the stated theory.

Results. It is established that in the human organism there exist two mechanisms of homeostasis remaining in antagonistic contradiction between each other. The first one is homeostasis itself, devoted to stabilization of cell growth at the limited level. The second one is antihomeostasis, devoted to elimination of homeostasis by stabilization of the process of unlimited growth of cells in the organism.

Conclusions. It is shown that occurrence and development of malignant tumors is a natural technological process of cell sets transformation in the human organism. The cell situation of malignant tumor development forms a system of cell growth stabilization, that is devoted to elimination of homeostasis and organization of antihomeostasis, which is harmful for the organism. The systems of homeostasis and antihomeostasis have the features of systems. It allows to use the general theory of systems for oncological processes simulation.

Key words: cell set, cell interaction, cell growth, homeostasis, system, malignant tumor, malignization.

Введение

Феномен (явление) гомеостаза (гомеостаза) определяется как способность динамической системы сохранять постоянство, замкнутость, устойчивость с помощью регуляторных механизмов, устраняющих или ограничивающих воздействия внешних возбуждающих факторов. Применительно к гомеостазису биологического субстрата – клеточного множества, отличаем феномены гомеостаза, обозначаемого как *H*-гомеостазис, и локального *LH*-гомеостаза.

Так, *H*-гомеостазис порождается и поддерживается механизмом внутриклеточных и межклеточных отношений, *LH*-гомеостазис – механизмом функционально-групповых межклеточных отношений. Под функционально-групповыми (групповыми) отношениями в *LH*-гомеостазисе мы понимаем отношения между клетками и их подмножествами, реализуемые на клеточных информационно-управляющих сетях и направленные на установление динамических взаимодействий изменения состояния – активации, развития и сохранения изменений или на корректировку функциональных ролей элементов и клеточных подмножеств – специализированных группировок. Это определяет *LH*-гомеостазис как сохранение распределенной клеточной компьютерной системой множества многообразий отношений озлокачествления (антигомеостаза) путем порождения собственного свойства мультиустойчивости относительно противодействующих озлокачествлению факторов. Таким образом, мы отличаем понятие феномена как явления и его управляющего механизма как системы порождения, расширения и поддержания и собираемся выявить соответствие механизмов обоих видов гомеостаза общесистемным требованиям, предъявляемым к понятию «система». Для этого необходимо выяснить, обладают ли эти механизмы необходимыми и достаточными признаками и свойствами, отличающими объект в категории систем этой теории. Это требует конкретизации постулатов, соглашений и определений общей теории систем на предметную область отношений динамики кинетических процессов размножающихся множеств и определения условий соответствия обоих механизмов гомеостаза общесистемной категории «система». И если окажется, что механизмы обоих видов гомеостаза удов-

летворяют основным критериям понятия «система», то главное, что нас будет интересовать, это:

– не отвергается ли с позиций общей теории систем предположение о функциональных отношениях клеточной агрессивности, реализуемых коммуникативной функцией групповых взаимодействий;

– определяют ли эти отношения процесс озлокачивания как объект управления в системе стабилизации неравновесного во времени состояния;

– существует ли программная траектория роста опухоли – процесса управления размножением клеточных множеств.

Другими словами: является ли метаморфоза биологического субстрата как естественный технологический процесс объектом управления, и если да, то как и с помощью чего это управление реализуется.

Явление последовательной во времени перемены отношений упорядочения, одно из которых – упорядочение на множестве однородных по состоянию клеток, находящихся в равновесном состоянии, другое – на множестве неоднородных по состоянию клеток, находящихся в неравновесном во времени состоянии роста, может рассматриваться как функциональное управление. Неоднородность состояния клеток и характер изменения этой неоднородности отображаются в фазовое пространство. Это пространство – тоже категория общей теории систем.

Предполагая, что регулятором упорядочения является определенный режим управления, отнесенный к механизму гомеостазиса, мы полагаем, что этот феномен является проявлением жизнедеятельности некоторой специфической биологической системы организма. Если с позиций общей теории систем будет показано, что феноменологические проявления гомеостазиса в явлении карциногенеза аналогичны и свойственны общесистемным и что они обладают достаточными и необходимыми для этого признаками, то это будет означать, что организм действительно обладает средством поддержания того или иного режима управления и что это средство есть система.

Выявление, описание и изучение такого рода систем и объектов являются задачами операционального исследования. Применительно к задаче возникновения и развития рака оно описано в [1–6]. Математическое моделирование [4–8] на клинических и экспериментальных данных позволило отразить и описать некоторые компоненты *H*-гомеостазиса, функциональные взаимосвязи и структуру системы, а также алгоритмы функционирования в некотором статистико-вероятностном однопараметрическом отражении изменения ядерно-цитоплазматического отношения на множествах клеток.

При рассмотрении этой же, но двухпараметрической задачи с использованием обобщенного показателя озлокачивания, будем следовать работам [7–14] и пользоваться терминологией и обозначениями общей теории систем [9, 18].

Вначале представляется удобным рассмотреть терминологию этой теории, соглашения, постулаты и определения, образующие ее теоретико-терминологический базис для оценки, как на эталоне, системных свойств обоих механизмов гомеостазиса. Такую оценку произведем путем сопоставительного анализа, уточняя и конкретизируя те или иные положения и соглашения, определяющие сходства или отличия механизмов (*H*- и *LH*-) гомеостазиса в рамках общесистемного формально-абстрактного постулирования и представления категории «система».

1. Терминология общей теории систем

В общей теории систем принято обозначать множество заглавными буквами, а элементы множеств – прописными. Например, запись $p \in S$ читается как предложение « p есть элемент S ». Запись $S \subset T$ означает « $p \in S$ имплицирует (влечет) $p \in T$ ». Если S и T суть множества, то

$$S \otimes T = \{(s, t) | s \in S, t \in T\},$$

где $\{x | \pi\}$ – множество всех x , удовлетворяющих требованию π . Если $R \subset S \otimes S$, то говорят, что R есть отношение в S , и называют его частично упорядочивающим S при условии, что R удовлетворяет требованиям антисимметричности, рефлексивности и транзитивности. Если некоторое отношение в множестве S отвечает второму и третьему условиям, но не отвечает первому, его называют квазиупорядочивающим в S . Если R – частично упорядочивающее отношение в S , пишут $x \leq y$ для xRy и говорят, что S есть частично упорядоченное множество. Оно является направленным множеством, если при данных $x \in S$ и $y \in S$ существует такое $z \in S$, что $x \leq z$ и $y \leq z$. Множество считается направленным по отношению к первоначальному частично упорядоченному множеству.

А. Термины и соглашения

Знаком ■ будем обозначать термины и соглашения, а знаком □ – постулаты как исходные утверждения, принимаемые в теории и в наших построениях, без строгого доказательства – в рамках дедуктивного построения общей теории систем. Цифры при этих знаках мы используем для удобства дальнейших ссылок, изменив лишь нумерацию соглашений и постулатов по отношению к работе [9].

■1. Хронология T . Элемент хронологии – время.

– Последовательность моментов времени τ . Элемент некоторой последовательности – период.

– Пространство входных данных Γ . Элемент – входной аргумент.

– Фазовое пространство Σ . Элемент фазового пространства – состояние.

– Пространство результатов Ω . Элемент пространства – выходной аргумент.

■2. Отображение $f: S \rightarrow T$ называется сетью. S – направленное множество.

Направление задается рефлексивным и транзитивным бинарным отношением \leq на множестве S : для любых двух элементов s_i, s_j существует элемент s_k такой, что $s_i \leq s_k$ и $s_j \leq s_k$.

Если $R \in \tau$, сетям присваиваются названия: $\gamma: R \rightarrow \Gamma$ – вход; $\sigma: R \rightarrow \Sigma$ – изменение состояния; $\omega: R \rightarrow \Omega$ – выход.

■3. Пространство R -допустимых входов и пространство R -допустимых изменений суть множества Γ_R и Σ_R при условии $R \in \tau$ (■3); $\gamma: R \rightarrow \Gamma^R$, Γ^R – множество всех отображений входа; $\sigma: R \rightarrow \Sigma^R$, Σ^R – множество всех изменений.

■4. Если $R \in \tau$ в соответствии со сказанным выше, то R_t означает множество следующего вида: $\{S \in R \mid S \leq t\}$.

■5. Если $R \in \tau$, $\gamma: R \rightarrow \Gamma^R$, то множества R_γ и R_σ , отвечающие условиям рефлексивности и транзитивности, – квазиупорядоченные. Они считаются индуцированными в R посредством соответственно функций γ и σ .

Под индуцированием понимается способ определения множества, при котором задаются некоторые элементы определяемого множества и некоторые правила, позволяющие получать из уже имеющихся элементов другие элементы данного множества.

■6. Если $R \in \tau$, $\gamma: R \rightarrow \Gamma^R$ и $\sigma: R \rightarrow \Sigma^R$, то отображение $\omega_{\gamma\sigma}: R \rightarrow \Omega$, а $\omega_{\gamma\sigma}$ определяется функцией $\omega_{\gamma\sigma} = (\gamma / R_t, \sigma / R_t)_{\omega, \gamma, \sigma}$, называемой $\gamma\sigma$ -сверткой.

Б. Постулаты и определения системы.

□1. Γ, Σ, Ω – суть множества.

□2. T – направленное множество (T, \leq) .

□3. Для каждого $R \in \tau$ соблюдается $\Gamma_R \subset \Gamma^R, \Sigma_R \subset \Sigma^R$.

□4. Если $R \in \tau$, $\gamma: R \rightarrow \Gamma_R$ и $\sigma: R \rightarrow \Sigma_R$, то существует отображение входа на изменение состояний $\Gamma \otimes \Sigma$, отображающееся на выход

$$\tilde{\omega}_{\gamma\sigma}: \Gamma \otimes \Sigma = \tilde{\omega}_{\gamma\sigma}: \{\Gamma, \Sigma \mid \Gamma \in \Gamma, \Sigma \in \Sigma\} \rightarrow \Omega,$$

именуемое $\gamma\sigma$ -коррелятивностью, где $\{\Gamma, \Sigma \mid \Gamma \in \Gamma, \Sigma \in \Sigma\}$ есть множество всех Γ, Σ , удовлетворяющих требованию $\Gamma \in \Gamma, \Sigma \in \Sigma$.

□5. Если $R \in \tau$, $S \in \tau$, $f: R \rightarrow S$ соответствует требованию тождественности структур (изоморфизм) – $x \leq y$ тогда и только тогда, когда $f(x) \leq f(y)$ и $\gamma: R \rightarrow \Gamma_R, \sigma \in \sigma_R; f: R \rightarrow \Gamma_S, \sigma \in \Sigma_S, \tilde{\gamma} = f^{-1}\gamma; \tilde{\sigma} = f^{-1}\sigma$, – а Γ_S и Σ_S – S -допустимые вход и изменения, то $\tilde{\omega}_{\tilde{\gamma}\tilde{\sigma}} = f^{-1}\omega_{\gamma\sigma}$ – функция корреляции. Здесь f^{-1} – операция инвертирования отображения f множества E в множество F , превращает любой элемент F в элементы E , соответствующие ему в результате применения f .

Определение 0.

Система \mathcal{U} есть объект $\{T, \tau, \Gamma, \Sigma, \Omega, \{\Gamma_R\}, \{\Sigma_R\}, \{\omega_{\gamma\sigma}\}, \{\tilde{\omega}_{\gamma\sigma}\}\}$, удовлетворяющий постулатам 1–5.

2. Механизмы гомеостазиса в общей теории систем

Поскольку общесистемная категория «система» основывается на постулатах и соглашениях, для оценки принадлежности механизмов гомеостазиса к объектам этой категории необходимо оценить приемлемость тех или иных постулатов и соглашений, оговорить (указать) соглашения, подчиненные общей теории, которым должен соответствовать оцениваемый объект, чтобы он мог считаться системой или иным объектом в категории систем. Для проведения такого анализа применительно к обоим механизмам гомеостазиса мы используем понятия соответствия множеств, элементов множеств

и их обозначения, принятые относительно объекта как категории общей теории систем.

Мы не будем делать каких-либо оговорок в случаях, когда те или иные положения обсуждаемых механизмов гомеостаза согласуются с положениями общей теории систем, но отметим встречающиеся отличия, свойственные этим механизмам и порождаемым ими процессам.

2.1. Система *H*-гомеостаза

■1, □2. Время как хронология гомеостаза не фиксируется [1–3, 4]. Однако как всеобщая форма закономерной последовательности смены объектов, явлений и фаз событий оно отображается в изменениях состояний биологического субстрата, соответственно, и в последовательностях отражаемых входных и выходных данных. При определенных условиях последовательностям данных и состояний могут быть поставлены в соответствие относительные либо абсолютные моменты времени, а интервалам их изменения – временные интервалы.

■2. • Сеть входа механизма гомеостаза на биологическом уровне определяется множеством ядерных мембран (барьеров) нормального эпителия [2, 5, 6]. В модели оно отображается во множество значений ядерно-цитоплазматического отношения на полуинтервале $0,05 < x_i \leq 0,3$ и упорядочивается на вероятностной мере в виде соответствующей частоты распределения вероятностей $P_N(x)$.

•• Сеть изменения состояний. Образуется как направленное отображение непустого множества $\Sigma \neq \emptyset$ состояний клеток уровней (фаз) и страт древесного представления роста, идентифицируемых значениями ядерно-цитоплазматического отношения на полуинтервале $0,05 < x_i \leq 0,3$.

••• Сеть выхода. Как и сеть входов, она образуется на биологическом уровне множеством ядерных барьеров нормального эпителия. В динамической модели отображается в направленное множество значений ядерно-цитоплазматического отношения [2, 5], в виде частоты распределения с модой, значение которой находится в полуинтервале $0,15 < x_i \leq 0,3$ [2, 6, 14]. Выход значения моды распределения за пределы $x_i \geq 0,3$ на полуинтервале $0,3 \leq x_i < 0,6$ расценивается как отображение срыва регуляции ядерных барьеров, ведущего к гомеостатическому переключению [4–6, 11, 13, 14].

■2, ■3. Функциям γ, σ, ω в гомеостазе придается следующий смысл.

– Функция γ отображает множество значений $x, x \in X$ ядерно-цитоплазматического отношения в упорядоченное множество $P_N(x)$ – функция распределения. В феноменологической модели [2, 4, 5] функция γ аппроксимируется распределением Пирсона типа III:

$$P_N(x) = 80,78(x - 0,084)^{0,33} e^{-12,82x}.$$

– Функция σ отображает множество изменений преобразованных значений ядерно-цитоплазматического отношения нормального эпителия в границах пространства состояния NORMAL [3]. Она отображается параметрически положением изображающей точки годографа регулируемой координаты Ω процесса обратной внутриклеточной проницаемости на множестве значений

$1/x$, обращенным по Лапласу изображением переходной функции $\omega_1(x)$ в виде

$$\Psi: \omega_1 \rightarrow \sigma; \quad \omega_1(x) \Leftarrow 591,73 e^{0,024\Omega i \cdot (\Omega i + 12,82)^{133} / (\Omega i + 12,63)^{3,38}}.$$

Здесь $\Omega = 1/x$ – цитоплазматическо-ядерное отношение – аргумент обратного преобразования, параметр отображения множества изменений; σ – геометрическое место точек, изображающих изменение состояния субстрата; Ψ – функция, отражающая параметр σ как вспомогательную переменную.

– Функция ω отображает механизм изменения ядерно-цитоплазматического отношения множества клеток исходного состояния как функции изменения его аргумента во множество изменений в границах нормального эпителия [5, 6]. В терминах линейной теории динамических систем это импульсная переходная функция $\omega_1(x)$ или ее изображение по Лапласу [7], аргумент которого Ω есть изображение величины, обратной отношению $\Omega = 1/x$, $0,05 \leq x < 0,3$, на плоскости комплексного переменного.

■4. Множество R_τ , $R \in \tau$, $\tau \in S$, есть множество значений ядерно-цитоплазматического отношения как аргумента входного процесса, предшествующее какому-либо его фиксированному значению, например, NCG-гомеостазической константы (гомеостазического переключения) или значению NCD-дисплазионной константы [11, 15], или другому его значению (принимаемому по договоренности как пороговое для текущих изменений).

■5. • Множество R_γ рассматривается как множество всех значений ядерно-цитоплазматического отношения, отображенных в множества, упорядоченные функцией частоты распределения Пирсона типа III в пространстве R -допустимых входов. Мощность множества R_γ может соответствовать, например, мощности множества клеток эпителия, ограничивающей значение ядерно-цитоплазматического отношения NCG-константой гомеостазического переключения.

•• Аналогично, R_σ рассматривается как множество дискретных фаз состояний, образующих классы NORMAL (или INITIATION) относительно фиксированных значений x_i , идентифицирующих данные состояния в так называемом пространстве R -допустимых изменений. R -допустимым изменением в гомеостазисе можно считать такое изменение, которое не допускает накопления множества клеток с ядерно-цитоплазматическим отношением $x \geq 0,22$, превышающим значение гомеостазической константы, равное 0,22 [2, 4].

■6. Последовательность входных аргументов множества R -возрастающих значений ядерно-цитоплазматического отношения отражает дважды упорядоченное множество подмножеств клеток, отображающихся во множество Σ изменения состояний на множестве выходов Ω , в предположении, что на этих множествах существует множество сетей $\{\phi\}$ входа и выхода. Множество R есть

$$R = \{\phi / R_t \mid \phi \in R\}, \quad R_t = \{x \in R \mid x \leq t\} \text{ и } \{\gamma / R_t, \sigma / R_t, \omega / R_t\}.$$

Для динамической системы регуляции ядерной проницаемости свертку $\gamma\sigma$ можно трактовать как отображение некоторой операции $\square 4$ на множестве всюду интегрируемых функций, ставящей в соответствие функциям выхода и входа свертку. Это – линейный дифференциальный оператор с постоянными (возможно – со слабопеременными) коэффициентами [7]. Применительно к феномену перехода $NORMAL \rightarrow PROMOTION \rightarrow PROGRESSION$ он исследовался в [2, 5, 6]. В частности, с использованием уравнения свертки [7] был определен акт потери устойчивости процесса регуляции системы проницаемости ядерных барьеров, определяющий гомеостатический переход.

$\square 4$. Постулат утверждает, что функция $\tilde{\omega}_{\gamma\sigma}$ корреляции существует и задает отображение пар (изменения состояния и обуславливающего это изменение входа) на множествах изменений состояния Σ в сетях выхода Ω и входа $P_N(x) = \Gamma$.

Это утверждение обуславливает корреляцию между множествами изменений на сети выхода, изменения состояния субстрата и сетью входа. В задаче динамической идентификации механизма H -гомеостазиса эта корреляция отображается в классе линейных дифференциальных операторов ∇ [7, 15] интегральным уравнением Винера – Хопфа II рода. Изменение состояния в нем отражается как ядро $\omega(x)$ -импульсной переходной функции естественнотехнологического процесса преобразования по $\blacksquare 2, \blacksquare 3$.

$\square 5$. Утверждение, соответствующее этому постулату, требует, чтобы функция, отображающая множество значений входа $R, R \in \tau$ во множество всех отображений изменений σ на множестве выхода Ω , отвечала требованию существования обратного отображения. Для системы регуляции механизма H -гомеостазиса указанное утверждение соблюдается строго [5, 6], так как устойчивой системе регуляции соответствуют обратные операторы и передаточные функции. Но для процессов, реализующих переход в состояние $PROGRESSION$ (LH -гомеостазис), передаточных функций не существует [2, 4–6], и это соответствует утверждению о разрушении в момент гомеостатического перехода, H -гомеостазиса как системы регуляции внутриклеточных отношений.

Переходу биологического субстрата из состояния $NORMAL$ в состояние $PROMOTION$ соответствуют импульсные переходные функции системы, обладающей устойчивостью, и их изображения по Лапласу (передаточные функции) [4], что свидетельствует не только об удовлетворении общесистемным требованиям постулата $\square 5$, но, и это чрезвычайно важно, о принципиальной обратимости состояния $PROMOTION$.

2.2. Система LH -гомеостазиса

Мы рассматриваем объект – механизм локального гомеостазиса в качестве управляющей системы (действительно ли это система, нам еще предстоит выяснить), в результате гомеостатического перехода потерявшей устойчивость в смысле механизмов H -гомеостазиса и приобретшей устойчивость антагонистического характера. Клеточная среда перешла в состояние устойчиво-неравновесного роста. Устойчивость такого роста придает терминам, обсуждаемым с позиций общей теории систем, своеобразный смысл.

$\blacksquare 3$. Понятие пространства R -допустимых входов и R -допустимых изменений требует уточнения. С учетом негативного отношения к опухоли как

к образованию, явно нежелательному в человеческом организме, эти термины нельзя считать корректными лексически. В общей теории систем эти термины означают критериально допустимые входы и критериально допустимые изменения состояния системы, которые не должны приводить ее к потере устойчивости в режиме нормального функционирования.

Можно полагать, что прирост $\Delta\sigma$ дерева роста (как пары, состоящей из множества S , на котором установлено отношение \angle строгого порядка), отражающий изменения состояния Σ в пространстве состояний на сети Ω выхода, определяется стабилизацией постоянного приращения $\Delta N\langle i, j \rangle$ мощности множеств $\{N\langle i, j \rangle\}$ озлокачивающихся клеток относительно заданного текущего состояния или времени уровня. Об этом свидетельствует множество линейных зависимостей характеристик изменения параметров состояния. Входной аргумент пространства входных данных Γ имеет характер постоянного «сигнала ошибки» $\Delta\Sigma$, а его «отработка» – выходной аргумент в пространстве результатов Ω – подобна выходному сигналу системы стабилизации, управляющей объектом по программе относительно заданной траектории. В качестве такой траектории, в частности, может рассматриваться задаваемый в фазовом пространстве стабилизируемый трехкомпонентный рост. Простейшая задающая программа соответствует сигналу ошибки постоянной (либо переменной, в зависимости от Σ^R множества всех приростов в пространстве R -допустимых изменений) величины. Заметим, что с точки зрения оптимальности структуры такой системы стабилизации этот ее вариант представляется наиболее рациональным, ибо он не требует специальных органов управления, а ограничивается лишь заданием сигнала ошибки. Сигнал ошибки $\Delta\Sigma$ при этом определяется простым подсчетом количества клеток, участвующих в процессе. Вычисление на временном интервале числа клеток, вовлеченных в процесс, не является для распределенной биологической компьютерной системы сложной задачей. Если исходить из того, что все в природе рационально, именно такая возможность представляется вполне реальной. В таком случае множество всех отображений Γ^R входа пространства R -допустимых входов берется как множество $\{\Delta\Sigma\}$ изображений сигналов ошибки, а множество Σ всех R -допустимых изменений состояний в пространстве выходов образуется как множество подмножеств прироста $\Delta\sigma$ на множестве $\{N\}$ ветвей дерева роста σ .

Предположение о механизме LH -гомеостаза как о системе стабилизации никак не нарушает общности рассуждений, ибо механизм «программной стабилизации» также входит в категорию «система» общей теории систем, образуя ее тип. Что касается лексической корректности терминов, то их нужно понимать как « R -неравномерно управляющий», или « R -неравномерно стабилизирующий», вход и « R -неравномерно управляемые», или « R -неравномерно стабилизируемые», изменения либо как « R -неравномерный» вход и « R -неравномерное» изменение, придавая им смысл, оговоренный выше.

■2. • Сеть входа LH -гомеостаза образуется в субстрате упорядоченным множеством подмножеств клеток исходного описания $\{a_\mu\}, \{a_\mu\} \in \{a_\chi\} \in A \in A$, принадлежащих классам состояний $\mu, \mu = 1, 2, 3, \dots$ множества подмножеств клеток $a_\chi, a_\chi \in A$, клеточного подмножества, как выборки из генеральной совокупности A . Сеть входа отображается на ре-

сетке исходного описания своими значениями $\{N\langle i, j \rangle\}$ показателя озлокачествления на парных значениях $\langle i, j \rangle$ ядерно-цитоплазматического отношения x и прозрачности L [12, 15] ядер клеток на определенном, зависящем от текущего состояния интервале, в свою очередь отражающем их функциональную значимость принадлежностью к классу эквивалентности или толерантности.

•• Сеть выхода *LH*-гомеостаза в биологическом субстрате аналогична по своей природе, составу и структуре сети входа, однако множества парных аргументов обобщенного параметра сети выхода отражают фазы состояний более высоких уровней озлокачествления, нежели соответствующие им аналогичные значения аргументов того же параметра для сети входа. Отображение сети выхода – формирование решетки множеств на сетке характеристического поля, а для состояний INITIATION, PROMOTION, PRG0 – и динамическое формирование максимальных совершенных подмножеств $Q \subseteq X$ участка GROWTH. Функционально такое формирование отображается накоплением мощности множества вовлекаемых в процесс клеток, достаточной для совершения гомеостазического переключения, в виде следа $F^{0\Sigma}$ фокуса накопительных парабол ядерно-цитоплазматического отношения [11, 14, 15].

••• Сеть изменения состояний образуется в субстрате соответственно сетям входа и выхода. Текущие значения аргументов обобщенного показателя $\{N\langle i, j \rangle\}$ озлокачествления изменяют свои значения в диапазоне, отражающем изменения состояния от уровня INITIATION (значения константы $NCG = 0,22$) до уровня BN – голых ядер, и идентифицируются в соответствии с принятой системой идентификации фаз и страт состояний на дереве роста. Сеть изменения состояний отображается древесными порядками трехкомпонентного роста в фазовое пространство карциногенеза в виде направленных множеств. Аргументы такого отображения – текущее состояние как множество всех отображений изменений мощностей фаз и страт Σ^R и относительное время \tilde{t} как последовательность отсчетов времени τ . Таким образом, в режиме стабилизации роста сеть изменений состояния Σ образует множества $\{\Delta\Sigma\}$ оценок для подсчета сигнала ошибки $\Delta\Sigma$ на сети изменения состояния.

■2, ■3. В результате гомеостазического перехода определяется следующий смысл функций γ, σ и ω .

– Функция γ изменяет свой характер. Она отображает множество значений обобщенного показателя $\{N\langle i, j \rangle\}$ озлокачествления в упорядоченное множество функциональных ситуационных отношений – групповых взаимодействий (*клеточных подмножеств LH-гомеостаза, направленных на реализацию некоторой единой цели*) между различными подмножествами $N\langle i, j \rangle$ клеток на решетке множеств. Однако эти отношения, играя роль отношения следования, еще не определяют отношения «причина–следствие». Возможно, что изменение характера функции γ (как, впрочем, и σ и ω) определяет сам факт возникновения гомеостазического перехода, хотя и обратное утверждение также равносильно. Реализация групповых взаимодействий в субстрате может производиться на сети межклеточных взаимодействий, образованной сетями входов Γ и выходов Ω .

На моделях метаморфозы биологического субстрата групповые взаимодействия отображаются графами, s сагиттальными (стреловидными) представлениями направлений роста [8] (s – идентификатор направления роста) и описываются упорядоченными и направленными множествами их вершин (на которых определено направление), а результаты их проявления отображаются аксиоматическими представлениями [14]. Конечное отражение групповые отношения находят и на древесных порядках. Множество древесных порядков персонаний образует древесную архитектуру. Множество древесных порядков на множестве s сагиттальных представлений направлений роста образует ее модель. Древесный порядок $\sigma(D)$ есть случайная реализация древесной архитектуры.

– Функция $\#$, отображаясь в древесных порядках $\sigma(D)$ трехкомпонентного роста на множестве фаз и страт текущих состояний $s, s \in S$ по мере роста опухоли, принимает смысл степени поражения биологического субстрата. Аргумент функции – множество мощностей значений обобщенного параметра озлокачествления, изменяющееся во времени $\{M \langle i, j \rangle, \tilde{t}\}$. Функции σ соответствует множество текущих отображений, определенное на множестве фаз, уровней и страт состояний дерева роста $\eta: \{N \langle i, j \rangle\} \rightarrow \sigma$, такое, что $\sigma(D) \in \sigma, \sigma \in \sigma$. В моделях она отображается в виде древесного порядка, по s сагиттальному представлению.

– Функция ω в результате гомеостатического перехода принимает смысл отображения $\alpha: \sigma(D) \rightarrow s, s \in S$ в пространство трехкомпонентного текущего роста опухоли и одновременно в пространство T , образуя общее пространство состояний $s, s \in S, \tilde{t}, \tilde{t} \in T, \{A \langle i, j \rangle\}_{\#}$ на текущей решетке. В фазовом пространстве эта функция идентифицируется именем s сагиттального представления направления трансформации на решетке $\#$ исходного описания [13, 14, 16, 17].

При переходе субстрата из предыдущей фазы состояния в последующую отображение накопленного значения изменений состояния $\alpha: \{N^{\Sigma} \langle i, j \rangle\} \rightarrow \sigma^{\Sigma}$ трансформируется в зависимости от характера клеточного транспорта субстрата. Сложность дерева, отражающая текущую степень поражения, отображается в пространство состояний нарастающей суммой Σ сложностей σ его уровней. Такое отображение позволяет учесть как изменения роста дерева по изменению числа уровней, так и одновременно его разрастание – по изменению числа ветвей и веточек на каждом из уровней. При этом учитывается направление роста, а при модельных построениях – и имя s сагиттального представления, идентифицирующее это направление. Таким образом, значение σ^{Σ} образуется в виде трехкомпонентного роста, а s сагиттальное представление, играя роль параметра отображения древесного порядка, одновременно может рассматриваться и как атрибут (имя) отношения предпочтения при оценке направления и разрастания опухоли по множеству s маршрутов разрастания на моделях.

В соответствии с представлением динамики кинетических процессов мы выделяем xx -, LL - и xL -сагиттальные, а также и иные – смешанные – пред-

ставления направления трансформации, которые и рассматриваются при изучении древесных порядков, отражающих архитектуру ЛН-гомеостаза, в том числе и объемную, в фазовом пространстве.

■4. Множество $R_t = \{s \in R \mid s \leq t\}$, $s, t \in S$, $s, t \in T$ всех элементов s, t , удовлетворяющих требованию $s \leq t$, может рассматриваться как множество клеток, фиксированных по i или j (или по i и по j одновременно) аргументов исходного описания подмножеств $N\langle i, j \rangle$, $N\langle i, j \rangle \in \{N\langle i, j \rangle\}$, предшествующих тому или иному переходу биологического субстрата в новое состояние, определенное на модели тем или иным s сагиттальным представлением. Это может быть, например, объединение подмножеств баланса эквивалентности или любое иное множество, образующее узел ветвления. *Баланс эквивалентности – численное отношение баланса мощностей подмножеств на всем множестве клеток в узле ветвления. Дает отношение, уравнивающее мощность до 100 % множеств клеток состояний INITIATION, PROMOTION и PROGRESSION NULL (PRG0) – узла перехода на характеристическом поле $\langle 0, 3; II \rangle$ из пластического в гиперпластическое состояние. Соответствует отображению переключения этих множеств из состояния Н-гомеостаза в состояние ЛН-гомеостаза, т.е. перехода от баланса эквивалентности к балансу толерантности.*

■5. Величина R_γ для ЛН-гомеостаза имеет смысл множества $\{N\langle i, j \rangle\}$ подмножеств $N\langle i, j \rangle$, отображенных в пространство R -неравновесного входа, удовлетворяющего (с позиций стабилизации неравновесного состояния) условию R_γ для множества всех подмножеств состояния INITIATION. Множество R_σ определяет множество фаз состояний, отражающих, согласно условию $R \leq \gamma$, тот или иной уровень или страту древесного порядка.

■6. Смысл $\gamma\sigma$ -свертки реализуется функцией η , отображающей степень поражения субстрата, отраженную в древесный порядок на множестве текущих состояний $\{s\}$, $\{s\} \in S$, так, что образуются цепочка множеств σ , $\sigma \in \{\sigma\} = \sigma$ и соответствующее ей множество из n отображений трехкомпонентного роста:

$$\eta: \{N\langle i, j \rangle\}'_{s_1} \rightarrow \sigma_1; \quad \alpha: \sigma_1 \rightarrow s_1;$$

$$\eta: \{N\langle i, j \rangle\}''_{s_2} \rightarrow \sigma_2; \quad \alpha: \sigma_2 \rightarrow s_2;$$

$$\eta: \{N\langle i, j \rangle\}^{(n)}_{s_n} \rightarrow \sigma_n; \quad \alpha: \sigma_n \rightarrow s_n;$$

$$\text{И } \{\sigma_1, \dots, \sigma_n\} \in \sigma; \quad \{s_1, \dots, s_n\} \in S.$$

Здесь $\sigma_1, \dots, \sigma_n$ – сложности уровней и фаз состояний, зависящие от характера набора $\langle \{N\langle i, j \rangle\}'_{s_1}, \{N\langle i, j \rangle\}''_{s_2}, \dots, \{N\langle i, j \rangle\}^{(n-1)}_{s_{n-1}}, \{N\langle i, j \rangle\}^{(n)}_{s_n} \rangle$ множеств текущего описания, отражающие степень поражения биологического субстрата и идентифицируемые номерами уровней и именами определяющих их фаз и страт состояний. Множество $\{\sigma\} = \sigma$ – функция трехкомпонентного

роста, отображаемая в фазовом пространстве. Характер функции роста соответствует древесной архитектуре и отображает характер изменения состояния.

Таким образом, для локального гомеостаза $\gamma\sigma$ -свертка является функцией упорядочения множества $\{\sigma\}$ отображений множества подмножеств $\{N<i, j>\}$ текущего описания направленными множествами.

□4. Утверждается наличие корреляционной связи между множествами текущих состояний трансформирующихся множеств клеток и прообразов состояний множеств этих клеток, предшествующих текущему, что равноценно утверждению непрерывности процесса трансформации. Данная корреляция визуально ненаблюдаема, но она отражается функцией роста как дважды упорядоченным (направленным) множеством $\{\sigma_0, \sigma_1, \dots, \sigma_n\} \in \sigma$ таким образом:

$$\eta: \{A<i, j>\}_0 \rightarrow \sigma_0;$$

$$\eta: \{A<i, j>\}_1 \rightarrow \sigma_1;$$

$$\eta: \{A<i, j>\}_n \rightarrow \sigma_n.$$

Эта связь идентифицируется именами текущих фаз состояний (соответствующих последовательно нарастающим значениям отсчетов номеров уровней) на оси σ особым образом выбранной системы координат $m_s \sigma m_t (t = \tilde{t})$ или соответствующей редуцированной системы $m'_s \sigma m'_t (t = \tilde{t}')$, образующей фазовое пространство роста. Система прямоугольных координат $m_s \sigma m_t (t = \tilde{t})$ и редуцированная система $m'_s \sigma m'_t (t = \tilde{t}')$ строятся в пространстве первого квадранта верхней единичной полусферы и отражают изменение трехкомпонентного роста σ в функции нормированных изменений m_s состояния и времени $m_t (t = \tilde{t}')$ редукации как аргументов. Редукация \tilde{t}' времени при этом рассматривается как редукация отношения следования на совершенном строгом порядке остаточного времени достижения клеточным субстратом финитного состояния в процессе биологической трансформации.

Величина $\gamma\sigma$ -коррелированности (в модели системы) отображается параметрически типом s сагиттального представления процесса трансформации, для которого найдено отображение древесного роста $\{\sigma\} = \sigma$.

□5. Для условий LH-гомеостаза этот постулат общей теории систем отождествляется с утверждением биективности отображений древесного порядка. Однако это свойство для древесного порядка выполняется относительно отображений роста, определенных лишь на верифицированном s маршруте разрастания уровня λ , в виде $\alpha: \sigma \rightarrow s, \alpha^{-1}s \rightarrow \sigma, s \in S$, и $\alpha: \sigma \rightarrow t, \alpha^{-1}t \rightarrow \sigma, t \in T$. Но техника фиксации направления роста связана с неверифицируемым произволом выбора маршрута xx -, xL -, LL -направлений трансформации по ячейкам графа.

Такой произвол приводит к тому, что отображение роста $\eta: \{N<i, j>\}^{(\lambda)s} \rightarrow \sigma(\lambda)$, где λ – идентификатор s сагиттального направления роста, уже не может считаться инъективным, ибо одному состоянию – образу уровня – при многообразии неверифицируемых маршрутов может соответ-

вывать несколько (притом отличающихся от уровня к уровню) преобразов. Произвол в выборе направления разрастания лишает нас права считать отображение древесного порядка карциногенеза обладающим свойством биективности. Этим свойством, строго говоря, обладает лишь отображение, полученное как среднее по множеству вероятных s маршрутов. Однако если строится не строгое отображение, без учета направления разрастания, его в первом приближении можно считать биективным.

Из этого следует, что утверждение постулата полностью выполняется лишь в части собственно роста – от уровня к уровню (процесс преобразования) – и частично – относительно разрастания (процесс размножения).

Отображение древесного порядка карциногенеза сюръективно, отображение собственно роста биективно. Множества σ и S являются равносильными, пара множеств $\langle \{N \langle i, j \rangle\}^{(\lambda)}, \sigma(\lambda) \rangle$ свойством равносильности не обладает. Рост σ на древесном порядке есть отображение процесса преобразования клеток, разрастание $\sigma(\lambda)$ – отображение процесса размножения как увеличения мощности множества клеток, уже вовлеченных в процесс преобразования на фиксированном уровне текущего состояния.

Это соответствует двойственному характеру отображения объемности процессов трансформации субстрата. Процесс собственно роста – увеличение мощности множеств малигнизированных клеток за счет прироста значений аргументов обобщенного показателя озлокачествления от уровня к уровню (клеточный транспорт). Процесс разрастания – увеличение мощности тех же множеств, но за счет увеличения мощности подмножеств клеток, уже обладающих групповыми показателями озлокачествления, достигнутыми в процессе роста, и накапливающих мощности для отправления в очередное состояние прибытия – на новый уровень. Собственно рост и разрастание находятся в отношении порождения, причем рост (преобразование) предшествует разрастанию (размножению) клеток. Из этого можно заключить, что в смысле сохранения редукции канонического состояния собственно рост играет в процессе трансформации лидирующую роль, а сам термин «трансформация» не есть просто синоним термина «преобразование», а объединение понятий роста и разрастания.

Стратегия репрессирования процесса трансформации должна преследовать, прежде всего, подавление собственно роста – транспорта трансформированных клеток. Это соответствует стремлению приостановить канонизацию процесса как по нарастанию множества фаз изменяемых состояний, так и по мощности множества образующих фазы клеток путем блокирования изменений состояния на каждом из уже достигнутых уровней.

Объект со свойствами ■2–■6, □4, □5 *LH*-гомеостазиса и ■1 *H*-гомеостазиса может быть квалифицирован в категории систем как не полностью определенная целостность – квазисистема. Выявленные особенности в принципе не противоречат постулатам и соглашениям общей теории систем, отличая их, по существу, лишь трактовками. В значительной степени это следствие субъективного понимания особенностей механизмов гомеостазиса как механизма сохранения, недостатка информации и средств опосредования, необходимых для отнесения механизма *LH*-гомеостазиса к категории полностью определенной целостности – системы как категории общей теории систем.

Определение 1.

LH-гомеостазис – объект $\mathfrak{V}_{\blacksquare} = \{T, \tau, \Gamma, \Sigma, \Omega, \{\Gamma_R\}, \{\Sigma_R\}, \{\omega_{\gamma\sigma}\}, \{\tilde{\omega}_{\gamma\sigma}\}\}_{\blacksquare}$, удовлетворяющий постулатам, соглашениям и определениям общей теории систем с трактовками \blacksquare в категории систем.

Определение 2.

LH-гомеостазис – объект $\mathfrak{V}_{\square} = \{T, \tau, \Gamma, \Sigma, \Omega, \{\Gamma_R\}, \{\Sigma_R\}, \{\omega_{\gamma\sigma}\}, \{\tilde{\omega}_{\gamma\sigma}\}\}_{\square}$, удовлетворяющий постулатам, соглашениям и определениям общей теории систем с трактовками \square в категории систем.

Заключение

1. Феномен *H*-гомеостаза есть естественнотехнологическая биологическая система – клеточная структура связанных общей функцией сохранения и обеспечения жизнедеятельности множеств клеток, ответственная за поддержание отношений строгого порядка на уровне внутриклеточной (ядерной) проницаемости.

Целевая функция этой системы ориентирована на регуляцию равновесного во времени устойчивого процесса проницаемости ядерной мембраны как объекта управления и нормализацию отношений между ядром и цитоплазмой, обеспечивающих норму жизнедеятельности. Механизм *H*-гомеостаза – система, аппарат реализации отношений сохранения жизнедеятельности.

2. Феномен *LH*-гомеостаза функционально является антагонистичным феномену *H*-гомеостаза. Как и феномен *H*-гомеостаза – это естественнотехнологическая биологическая система, клеточная структура на множестве клеток, но связанных функцией сохранения агрессивных групповых взаимодействий, направленных на организацию и поддержание упорядоченных отношений стабилизации неравновесного роста. Механизм *LH*-гомеостаза – инструмент, реализующий жизнедеятельность локализованной в пространстве субстрата клеточной биологической квазисистемы (системы), ответственной за поддержание групповых отношений (как средства стабилизации взаимодействий), направленных на рост и разрастание патологических изменений. Механизмы гомеостаза управляют отношениями. Целевая функция *LH*-гомеостаза – разрушение процесса нормальной жизнедеятельности клеточных множеств путем нарушения регуляции внутриклеточных отношений, организация и поддержание средствами программной стабилизации агрессивных отношений групповых клеточных взаимодействий как отношений порождения и поддержания неравновесного роста.

3. Гомеостазический переход как своего рода переключение управляющей системы *H*-гомеостаза в управляющую систему *LH*-гомеостаза реализуется изолированным переключающим множеством клеток $Q^{D\uparrow}$. Данное множество формируется в результате возникновения отношений порождения на множестве клеток, образующих в динамике изменений накопленное значение характеристической функции, равное 0,333, оно и является критическим. Из этого следует, что блокирование перехода субстрата в состояние локального гомеостаза требует исключения вероятности образования переключающего множества клеток, образующего узел сцепления $N < 0,3; II >$ на множестве клеток $N < i, j >$ исходного состояния (баланс толе-

рантности). Рост мощности множеств подмножеств вовлекаемых в процесс клеток отражается изменением характера функций γ , σ и ω , определяющих отображение на сетях биологического субстрата входов Γ , изменением состояния Σ и выходов Ω .

4. С позиций общей теории систем карциногенез может быть определен как биологический феномен переключения механизмов и законов управления отношениями клеточных структур из состояния в системе H -гомеостаза в состояние в системе LH -гомеостаза. В первом случае отношения на клеточных структурах есть объект регуляции, во втором – объект стабилизации. Оба механизма имеют комплексную системную организацию клеточных сетей входа, изменения состояний и выхода. Множества подмножеств элементов, образующих эти сети, и сами элементы в процессах гомеостатического перехода и организации древесных порядков находятся в динамических отношениях перетоков и изменяют собственные параметры.

5. Системная организация сети входа Γ , изменения состояния Σ и выхода Ω , механизмов H - и LH -гомеостаза реализуется распределенными вычислительными сетями, образованными множествами подмножеств вовлеченных в процесс трансформации клеток. Сети коммуникаций образуются объединением сетей входа и выхода в единую систему Ξ межклеточных взаимодействий, на которой решаются задачи управления состояниями – регуляции, управления и сохранения. Эти сети средствами общей теории систем отражены в обобщенном виде и статистически оценены. Показано, что подсеть управления сохранением образует систему ракового гомеостата как среды $\Xi^{\text{соxp}}$ абсолютной устойчивости (ультрастабильности).

6. Гомеостатический переход запускается переключаящим воздействием информационного сигнала, накопленного на сети клеточного множества в интервале значений ядерно-цитоплазматического отношения $0,05 < x \leq 0,3$, выходящего за пределы пространства R -допустимых входов или, что то же самое, выходящего за границы множества допустимых отображений входа Γ^R и изменений Σ^R в системе H -гомеостаза, нарушая при этом постулаты $\blacksquare 3$ и $\square 3$ общей теории систем. Суммарный возбуждающий сигнал играет роль R -неравновесного входа, а соответствующее ему изменение – роль R -неравновесного прироста, что в конечном счете и определяет «запуск» процесса транспорта и его последующую стабилизацию в системе LH -гомеостаза.

7. Множество клеток-агрессоров, определяющих изменение состояния, может быть разделено по своему предназначению на два подмножества. Одно из них порождает множество роста, другое – разрастания, что отчетливо наблюдается и оценивается как на древесных структурах роста, так и на графах изменения состояния. Подмножество порождения определяет процесс преобразования как редукцию относительно канонического состояния и имеет «лидирующий» характер. Множество разрастания определяется размножением множества вовлеченных в процесс клеток относительно текущей редукции, играет роль механизма обеспечения надежности управления сохранением и поэтому вторично фиксирует и расширяет достигнутые изменения, тем самым сокращая время редукции. Процесс озлокачествления может быть выражен как

$$\begin{aligned} \text{Трансформация} &= \text{Преобразование} + \text{Транспорт} + \text{Размножение} \rightarrow \\ &\rightarrow \text{Рост} + \text{Разрастание}. \end{aligned}$$

Комментарий. Следствия и проблемы

1. Разрушение отношений агрессивности – подавление роста; как щадящий метод подавления должно быть направлено на компьютерно управляемые селективные методы репрессии, в первую очередь – множества и, быть может, отдельных агрессивных клеток охватывающего состояния PROMOTION [13, 14, 17], на разрыв образуемых ими сетей Ξ коммуникаций входов Γ и выходов Ω . Необходимо изыскание путей разрушения систем кодов как коммуникативного языка сетей, предназначенного для приспособления формы сообщений к установленному каналу связи. Только нарушение управления стабилизацией роста и синтеза новых элементов множеств в состоянии остановить прирост $\Delta\sigma$ мощности множеств уже озлокаченных клеток. В качестве управляющего параметра могут использоваться значения $N\langle i, j \rangle$ обобщенного показателя озлокачивания на древесных порядках как носителя информации – маркера сигнала ошибки $\Delta\Sigma$, значение которого для прерывания или «замораживания» процесса должно быть «обнулено» физически.

2. Внешнее вмешательство в функционирование распределенной биологической компьютерной системы LH -гомеостазиса с целью разрыва отношений порождения должно производиться на основе досконального изучения и взлома программных систем биологических компьютерных сетей (хакерство). Главная цель – взлом управляющих программ, блокирование программных сигналов и разрушение систем кодирования информации, фиксируемой на сети Ω и транслирующей на сети входа Γ значение сигнала ошибки стабилизации как изменения состояний на сети Σ . При этом, однако, необходимо уделить особое внимание сохранению коммуникационного обмена, направленного на поддержание функционирования системы H -гомеостазиса как противостоящей нежелательно возникающей системе LH -гомеостазиса.

3. Не исключено также появление проблем, связанных с возможными вариациями клеточных программ, направленных на реализацию роста опухолей различных локализаций. Наиболее вероятно, что существуют и вариации программ, направленные на развитие отношений порождения, определяющих тот или иной характер новообразования, хотя фактический исходный материал не дает оснований для категоричности такого утверждения. Не исключено и то, что характер новообразования определяется характером отношений, свойственных функции порождения, транслируемой адресантами – активаторами первичного стартового множества на сеть входа Γ . С другой стороны, можно полагать, что информация групповых взаимодействий содержит особенности, определяющие локализацию и характер формируемого образования.

4. Борьба с опухолями на программном уровне требует предварительного диагностического исследования управляющих программ по персоналиям.

5. Система отношений агрессивности как цепочка отношений групповых взаимодействий в системе LH -гомеостазиса может быть представлена формулой

$$\begin{aligned} \text{Агрессивность} &= \text{Возбуждение} + \text{Затягивание} = \\ &= \text{Преобразование} + \text{Транспорт} + \text{Размножение} = \text{Рост} + \text{Разрастание}. \end{aligned}$$

Разрыв непрерывности системы этих отношений должен производиться как максимум до звена, предшествующего возбуждению, с целью недопущения

ния появления отношений агрессивности, и как минимум, если эти отношения существуют – до звена, предшествующего преобразованию, т.е. до появления в организме первой озлокачествленной клетки.

Предположения

1. Можно предположить, что задачи обмена информацией, управляющей изменениями состава, структуры и мощностей множеств, вовлеченных в процесс преобразования клеток, решаются на уровне генного пула – генетической информации, содержащейся в геномах особей антирепродуктивной стратегии части популяции. Если это так, то в силу предполагаемой лидирующей роли фактора роста информационные взаимодействия, порожденные и опосредуемые на этом уровне, могут играть роль «маркерных» воздействий, отсчитывающих на кодах генного пула редукцию \leftarrow роста относительно канонического состояния.

Это соответствует предположению, что первичность в задаче управления процессом программной стабилизации неравновесного роста **изначально** связана с заданием состава, структуры и мощностей ее клеточных совокупностей – клеточной ситуации, определяющей программное значение «сигнала ошибки» $\Delta\Sigma$ стабилизации роста. Именно этот сигнал в процессе метаморфозы непрерывно контролируется и «отрабатывается» на подсети Ξ^{PR} сети коммуникаций охватывающего множества [17] клеток состояния PROMOTION $\Xi^{PR} \in \Xi$, и именно это определяет специфику клеток данного, активирующего рост, состояния.

2. Не исключено, что первичный запуск роста связан с внешним, относительно клеток, воздействием внутренней среды на фундаментальных (резонансных) частотах ядерной проницаемости либо внешней среды – достаточно мощными воздействиями, срывающими устойчивость H -гомеостаза. Множество групповых межклеточных отношений формируется при этом множеством сигналов от одиночных источников информации, потерявших устойчивость. Такие клетки, прервав реализацию программ нормальных регуляторных процессов внутриклеточных отношений, входят в связь на Ξ^{PR} -подсистеме межклеточных коммуникаций подмножества клеток состояния PROMOTION, объединенных в балансе эквивалентности, и транслируют собственные, уже запущенные программы отношений порождения другим, еще не вступившим в процесс, адресатам клеточной ситуации. Групповой межклеточный обмен информацией приобретает характер обмена программами между множествами клеточных компьютеров, объем которого нарастает по мере вовлечения в процесс новых клеток. Накопление множества клеток-адресатов, реализующих принятые ими программы возбуждения, создает переключающее множество $Q^D \uparrow$ клеток, ретранслирующих программы реализации отношения порождения. Указанные программы транслируются клетками-адресантами множества клеток узлов сцепления (состояний), чем на сетях Γ и Ω клеточной ситуации формируется первичное стартовое множество трансформирующихся клеток, состоящее из множества возбужденных клеток спокойного состояния, и создается первичная сеть Ξ коммутации активирующих клеточных воздействий.

Можно полагать, что групповые межклеточные взаимодействия трансляции программ, реализующих отношения порождения сети входов Γ , образуют потоки управляющей информации, а потоки информации сети выхода Ω образуют потоки обратной связи – данных о текущем состоянии субстрата, – необходимые для определения сигнала ошибки и организации процесса стабилизации.

Это дает возможность предположить, что время накопления переключающего множества связано в первую очередь со временем перестройки программных механизмов клеточных компьютеров и организацией межклеточных взаимодействий путем формирования сети Ξ^{PR} групповых функциональных коммуникаций. Этому предположению, кстати, не противоречит фактически незначительное накопление мощности множества клеток на участке $0,22 \leq x \leq 0,3$.

Вполне вероятно, что аналогичный механизм трансляции возбуждения нормальной клетки (или поддержания ранее запущенного механизма – подпитка процесса) может быть реализован и множествами клеток-агрессоров охватывающего состояния PROMOTION путем ретрансляции сигналов возбуждения на подсети входа Γ^{PR} подсети Ξ^{PR} коммуникации множества клеток этого состояния.

Список литературы

1. **Гельфандбейн, Я. А.** Ядерно-цитоплазматические константы малигнизированных структур / Я. А. Гельфандбейн, Б. Л. Каплан, И. М. Маерович // Экспериментальная хирургия и анестезиология. – 1973. – № 3. – С. 3–9.
2. **Гельфандбейн, Я. А.** Феномен «0,3–0,8» и его динамика / Я. А. Гельфандбейн, В. Я. Гельфандбейн // Автоматика и вычислительная техника. – 1994. – № 3. – С. 24–34.
3. **Маерович, И. М.** Об одной модельной гипотезе связи процессов малигнизации эпителиального поля и проницаемости гистогематических барьеров / И. М. Маерович, Б. Л. Каплан, Я. А. Гельфандбейн // Гистогематические барьеры и нейрогуморальная регуляция. – М. : Наука, 1987. – 300 с.
4. **Маерович, И. М.** Экспериментально-аналитическое исследование динамики регуляции гистогематических барьеров / И. М. Маерович, Я. А. Гельфандбейн // Физиология и патология гистогематических барьеров. – М. : Наука, 1968. – С. 25–31.
5. **Гельфандбейн, Я. А.** Уравнения динамики преобразования ядерно-цитоплазматических констант в процессе малигнизации эпителиальных полей / Я. А. Гельфандбейн, Б. Л. Каплан, И. М. Маерович // Экспериментальная хирургия и анестезиология. – 1973. – № 4. – С. 35–38.
6. **Гельфандбейн, Я. А.** Решение уравнения динамики преобразования ядерно-цитоплазматических констант в процессе малигнизации эпителиальных полей и его анализ / Я. А. Гельфандбейн, Б. Л. Каплан, И. М. Маерович // Экспериментальная хирургия и анестезиология. – 1975. – № 3. – С. 43–50.
7. **Гельфандбейн, Я. А.** Методы кибернетической диагностики динамических систем / Я. А. Гельфандбейн. – Рига : Зинатне, 1967. – 541 с.
8. **Шрейдер, Ю. А.** Равенство, сходство, порядок / Ю. А. Шрейдер. – М. : Наука, 1974. – 254 с.
9. **Ross Ashby, W.** The Set Theory of Mechanism and Homeostasis / W. Ross Ashby // General Systems. – 1964. – Vol. 9. – P. 83–97.
10. **Шиханович, Ю. А.** Введение в современную математику / Ю. А. Шиханович. – М. : Наука, 1968. – 376 с.

11. **Гельфандбейн, Я. А.** Классы состояний и характеристическая функция процесса малигнизации эпителиального поля / Я. А. Гельфандбейн, В. Я. Гельфандбейн // Автоматика и вычислительная техника. – 1994. – № 5. – С. 43–49.
12. **Гельфандбейн, Я. А.** Связь ядерно-цитоплазматических констант с оптической плотностью ядер клеток для характерных состояний эпителиального поля / Я. А. Гельфандбейн, Б. Л. Каплан, И. М. Маерович // Экспериментальная хирургия и анестезиология. – 1976. – № 5. – С. 72–76.
13. **Gelfandbein, Ja.** The Classification Problem and a Multiple Description of Proliferating Populations / Ja. Gelfandbein, V. Gelfandbein // Automatic Control and Computer Sciences. – 1995. – № 6. – P. 68–81.
14. **Gelfandbein, Ja.** An Axiomatic Model of the Characteristic Field of the Carcinogenesis / Ja. Gelfandbein, V. Geifandbein // Automatic Control and Computer Sciences. – 1995. – № 5. – P. 63–66.
15. **Gelfandbein, Ja.** Classes of States and Characteristic Function of Epitelial Field Malignization Process / Ja. Gelfandbein, V. Gelfandbein // Automatic Control and Computer Sciences. – 1994. – № 5. – P. 31–37.
16. **Смирнов, В. И.** Курс высшей математики / В. И. Смирнов. – М. : Физматгиз, 1959. – Т. I–V.
17. **Гельфандбейн, Я. А.** Аксиоматическая модель характеристического поля карциногенеза / Я. А. Гельфандбейн, В. Я. Гельфандбейн // Автоматика и вычислительная техника. – 1995. – № 5. – С. 80–84.
18. **Ellis, D. O.** Precise Definition of System / D. O. Ellis [et al.] // Systems Philosophy. – N.Y. : Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1962. – P. 128–131.

References

1. Gel'fandbeyn Ya. A., Kaplan B. L., Maerovich I. M. *Ekspierimental'naya khirurgiya i anesteziologiya* [Experimental surgery and anesthesiology]. 1973, no. 3, pp. 3–9.
2. Gel'fandbeyn Ya. A., Gel'fandbeyn V. Ya. *Avtomatika i vychislitel'naya tekhnika* [Automatics and computer engineering]. 1994, no. 3, pp. 24–34.
3. Maerovich I. M., Kaplan B. L., Gel'fandbeyn Ya. A. *Gistogematicheskie bar'ery i neyrogumoral'naya regulyatsiya* [Blood-tissue interfaces and neurohumoral regulation]. Moscow: Nauka, 1987, 300 p.
4. Maerovich I. M., Gel'fandbeyn Ya. A. *Fiziologiya i patologiya gistogematicheskikh bar'erov* [Physiology and pathology of blood-tissue interfaces]. Moscow: Nauka, 1968, pp. 25–31.
5. Gel'fandbeyn Ya. A., Kaplan B. L., Maerovich I. M. *Ekspierimental'naya khirurgiya i anesteziologiya* [Experimental surgery and anesthesiology]. 1973, no. 4, pp. 35–38.
6. Gel'fandbeyn Ya. A., Kaplan B. L., Maerovich I. M. *Ekspierimental'naya khirurgiya i anesteziologiya* [Experimental surgery and anesthesiology]. 1975, no. 3, pp. 43–50.
7. Gel'fandbeyn Ya. A. *Metody kiberneticheskoy diagnostiki dinamicheskikh sistem* [Methods of cybernetic diagnostics of dynamic systems]. Riga: Zinatne, 1967, 541 p.
8. Shreyder Yu. A. *Ravenstvo, skhodstvo, poryadok* [Equality, similarity, order]. Moscow: Nauka, 1974, 254 p.
9. Ross Ashby W. *General Systems*. 1964, vol. 9, pp. 83–97.
10. Shikhanovich Yu. A. *Vvedenie v sovremennuyu matematiku* [Introduction into modern mathematics]. Moscow: Nauka, 1968, 376 p.
11. Gel'fandbeyn Ya. A., Gel'fandbeyn V. Ya. *Avtomatika i vychislitel'naya tekhnika* [Automatics and computer engineering]. 1994, no. 5, pp. 43–49.
12. Gel'fandbeyn Ya. A., Kaplan B. L., Maerovich I. M. *Ekspierimental'naya khirurgiya i anesteziologiya* [Experimental surgery and anesthesiology]. 1976, no. 5, pp. 72–76.
13. Gelfandbein Ja., Gelfandbein V. *Automatic Control and Computer Sciences*. 1995, no. 6, pp. 68–81.
14. Gelfandbein Ja., Geifandbein V. *Automatic Control and Computer Sciences*. 1995, no. 5, pp. 63–66.

15. Gelfandbein Ja., Gelfandbein V. *Automatic Control and Computer Sciences*. 1994, no. 5, pp. 31–37.
 16. Smirnov V. I. *Kurs vysshey matematiki* [The course of higher mathematics]. Moscow: Fizmatgiz, 1959, vol. I–V.
 17. Gel'fandbeyn Ya. A., Gel'fandbeyn V. Ya. *Avtomatika i vychislitel'naya tekhnika* [Automatics and computer engineering]. 1995, no. 5, pp. 80–84.
 18. Ellis D. O. et al. *Systems Philosophy*. New York: Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1962, pp. 128–131.
-

Гельфандбейн Яков Аронович

доктор технических наук, профессор,
Университет Галифакса (Канада)
(Dalhousie University, 6299 South street,
Halifax, NS B3H 3J5, Canada),
заслуженный изобретатель Латвийской
ССР, доктор инженерных наук (Латвия),
действительный член Нью-Йоркской
академии наук, старший научный
сотрудник Американского института
инженеров в области электроники
(IEEE), член Федерации американских
ученых (FAS), Американского
Национального Географического
общества (AGS)

E-mail: yakov.gelfandbein@sympatico.ca

Гельфандбейн Владимир Яковлевич

доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник,
Стенфордский университет
(Stanford University 450 Serra Mall
Stanford, CA 94305–2004),
Лауреат Большой золотой медали
PROTEUS Biomedical (USA)

E-mail: yakov.gelfandbein@sympatico.ca

Левин Виталий Ильич

заслуженный деятель науки России,
доктор технических наук, профессор,
кафедра математики, Пензенский
государственный технологический
университет
(Россия, г. Пенза, проезд Байдукова, 1а)

E-mail: vilevin@mail.ru

Gel'fandbeyn Yakov Aronovich

Doctor of engineering sciences, professor,
University of Halifax (Canada)
(Dalhousie University, 6299 South street,
Halifax, NS B3H 3J5, Canada), honored
inventor of Atvian SSR, doctor
of engineering sciences (Latvia), full
member of the New York Academy
of Sciences, senior staff scientist, American
Institute of Electrical and Electronics
Engineers (IEEE), member
of the Federation of American
Scientists (FAS), American
Geographical society (AGS)

Gel'fandbeyn Vladimir Yakovlevich

Doctor of physical and mathematical
sciences, senior staff scientist,
Stanford University
(Stanford University 450 Serra Mall
Stanford, CA 94305–2004),
Gold Medalist of PROTEUS
Biomedical (USA)

Levin Vitaliy Il'ich

Honored scientist of Russia, doctor
of engineering sciences, professor,
sub-department of mathematics, Penza
State Technological University
(1a Baydukova lane, Penza, Russia)

УДК 616–006.04:51–76

Гельфандбейн, Я. А.

Системный анализ в задачах теоретической онкологии / Я. А. Гельфандбейн, В. Я. Гельфандбейн, В. И. Левин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 3 (7). – С. 18–38.

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

*Н. Н. Маркелова, Е. Ф. Семенова, А. И. Шпичка,
Е. В. Жученко*

**ВЛИЯНИЕ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ НА МИКРООРГАНИЗМЫ
РАЗЛИЧНОЙ ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ
В СРАВНЕНИИ С СОВРЕМЕННЫМИ АНТИБИОТИКАМИ.
Сообщение I. ДЕЙСТВИЕ РОЗОВОГО ЭФИРНОГО МАСЛА
И АНТИБИОТИЧЕСКИХ СУБСТАНЦИЙ НА НЕКОТОРЫЕ
ГРАМОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ БАКТЕРИИ**

Аннотация.

Актуальность и цели. В последние годы различные лекарственные растения и растительные экстракты представляют интерес с точки зрения их антимикробной активности. Проведенные исследования свидетельствуют о потенциале использования этих масел для лечения инфекций у человека. Целью нашего исследования является изучение антибактериальных эффектов розового 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 (17 препаратов) и розовому маслу (два образца) проводилось диско-диффузионным методом.

Результаты. Проведенная сравнительная оценка показала бактерицидный и бактериостатический характер влияния эфирных масел розы и антибиотиков различного происхождения на тестируемые госпитальные штаммы. Определены *in vitro* синергетические и антагонистические эффекты сочетанного действия розового масла и антибиотиков, перспективных и рекомендованных для каждого изучаемого вида.

Выводы. Выявлено антибактериальное действие эфирных масел розы на *Stenotrophomonas maltophilia*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella pneumoniae*. В ряде случаев антибиотикорезистентности тестируемых культур выраженность бактерицидных и бактериостатических эффектов эфирного масла превосходила действие антибиотических препаратов в концентрации 5–30 мкг.

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

N. N. Markelova, E. F. Semenova, A. I. Shpichka, E. V. Zhuchenko

**INFLUENCE OF ESSENTIAL OILS ON MICROORGANISMS
OF DIFFERENT TAXONOMIC POSITIONS IN COMPARISON
WITH MODERN ANTIBIOTICS.
Report I. EFFECT OF ROSE ESSENTIAL OIL AND ANTIBIOTIC
SUBSTANCES ON SOME GRAM-NEGATIVE BACTERIA**

Abstract.

Background. During recent years different medicinal plants and vegetable extracts are of interest due to their antibiotic activity. The researches carried out testify to the possibility of these oils to be used for treatment of human infections. The aim

of the study is to investigate antibacterial effects of rose oil in comparison with antibiotics on some opportunistic Gram-negative bacteria.

Materials and methods. The research objects were 4 species of opportunistic Gram-negative bacteria. The test of sensitivity to antibiotics (17 drugs) and rose oil (2 samples) was studied by the disk-diffusion method.

Results. The comparative estimation showed the bactericidal and bacteriostatic effect of rose essential oils and antibiotics of various origin on the tested hospital strains. The synergetic and antagonistic effects were determined *in vitro* for combined influence of rose oil and antibiotics, perspective and recommended for each studied species.

Conclusions. The antibacterial effect of essential oils of roses on *Stenotrophomonas maltophilia*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella pneumoniae* was revealed. In several cases of antibiotic resistance of the tested cultures the intensity of bactericidal and bacteriostatic effects of essential oil exceeds the ones of antibiotics with concentrations of 5...30 µg.

Key words: rose essential oil, antibiotics, combined action, opportunistic Gram-negative microorganisms, antibacterial effects.

Введение

В последние годы различные лекарственные растения и растительные экстракты представляют интерес с точки зрения их антимикробного действия. Установлено, что эфирные масла многих растений, например, бергамота, корицы, гвоздики, кипариса, эвкалипта, фенхеля, лаванды, мяты, розмарина, шалфея, тимьяна и др., проявляют антибактериальную активность [1]. Большинство исследований посвящено изучению восприимчивости бактерий респираторного тракта, вызывающих главным образом внебольничные инфекции, к эфирным маслам. *S. pneumoniae*, *H. influenzae* и *M. catarrhalis* были особенно чувствительны *in vitro* к маслам Melissa (Melissa officinalis), тимьяна (Thymus vulgaris), коры корицы (Cinnamomum verum) и лимонной травы (Symbopogon citratus); высокой активностью против *S. aureus in vitro* и *in vivo* характеризовалось масло чайного дерева (Melaleuca alternifolia) [2].

Появились сообщения об эффективном использовании эфирных масел для санации помещений внутрибольничной среды, направленной на элиминацию бактерий и грибов, включая возбудителей нозокомиальных инфекций [3]. Госпитальные изоляты *S. maltophilia*, устойчивые к фосфомицину, имипенему, пиперациллину и азтреонаму, демонстрировали чувствительность к маслам в нетоксических концентрациях, проявлявшуюся в большей степени к корице, тмину и гвоздике. Эти исследования свидетельствуют о возможно широком потенциале использования эфирных масел для лечения инфекций у человека [1, 4].

Материалы и методы

Объектами тестирования служили четыре госпитальных штамма условно-патогенных грамотрицательных бактерий: *Stenotrophomonas maltophilia*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella pneumoniae*, которые характеризовались полирезистентностью к антибиотикам и являлись наиболее распространенными микроорганизмами в отделениях реанимации и интенсивной терапии [5, 6]. Выделение культур осуществляли традиционными методами на простых питательных средах с последующим определени-

ем морфологических и культуральных признаков [7]. Биохимическая идентификация бактерий проводилась на основе тест-систем производства bio-Merieux.

В исследование были включены эфирные масла розы крымской (МРК), розы болгарской (МРБ) с содержанием действующих веществ 10–100 мкг/диск и современные антибактериальные препараты. Подбор антибиотиков проводился в соответствии с рекомендациями *European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST)* [8] и *Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI)* [9] для каждого вида бактерий. 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, эртапенем 10 мкг.

Определение чувствительности к антибиотикам и эфирным маслам проводилось диско-диффузионным методом (диаметр диска 6 мм) на агаре Мюллера – Хинтон. Инокулюм микроорганизмов соответствовал 0,5 единицам мутности по Мак-Фарланду. Режим культивирования 35 ± 1 °C; 18 ± 2 ч. Экспериментальный материал был обработан статистически с применением пакета Statistica [10].

Результаты и обсуждение

Проведенный сравнительный анализ антибактериальных эффектов эфирных масел розы и антибиотиков различного происхождения на тестируемые госпитальные штаммы показал бактерицидный и бактериостатический характер их действия. Сочетанное влияние розового масла и антибактериальных препаратов в ряде случаев определило *in vitro* явления синергизма и антагонистического взаимодействия.

Статистические результаты по активности данных субстанций в отношении *Stenotrophomonas maltophilia* представлены в табл. 1.

Таблица 1

Антибактериальная активность антибиотиков и эфирных масел в отношении *Stenotrophomonas maltophilia*

Название субстанции или их сочетание	Зона задержки роста, мм		Коэффициент вариации, %
	lim	X ± Sx	
Триметоприм/сульфометоксазол (SXT)	13,0–25,0	19,1 ± 3,7	19,4
Тигециклин (TGC)	22,0–27,0	24,7 ± 2,1	8,5
Левифлоксацин (LEV)	17,0–25,0	20,0 ± 2,4	12
Тикарциллин/клавуланат (TIM)	10,0–19,0	14,3 ± 2,2	15,5
Хлорамфеникол (C)	10,0	10,0 ± 0,0	0
МРК	6,0–25,0	11,1 ± 4,8	43,2
МРБ	7,0–17,0	8,7 ± 2,5	28,7
МРК + SXT	16,0–24,0	21,0 ± 3,1	14,8
МРК + TGC	16,0–26,0	21,0 ± 5,0	23,8
МРК + LEV	20,0–26,0	23,0 ± 4,2	18,3
МРК + TIM	11,0–14,0	12,4 ± 1,0	8,1
МРК + C	12,0–13,0	12,5 ± 0,5	4,0

Среднее значение зоны задержки роста *S. maltophilia* под влиянием МРК превысило показатели МРБ на 27,6 %. По сравнению с антибактериальными препаратами подавление *S. maltophilia* эфирными маслами значительно уступало ингибированию культуры триметопримом/сульфаметоксазолом, левифлоксацином, тигециклином, несколько меньше тикарциллином/клавуланатом, и только зона действия хлорамфеникола была меньше зоны МРК на 9,9 %. Крайние значения пределов варьирования зон, образованных МРК и МРБ, были значительно отклонены от среднего, отмечались высокие коэффициенты вариации признака; зоны имели неровные контуры, вытянутые очертания. Это указывает на нестабильность признака в отношении изолятов *S. maltophilia* (рис. 1). Бактерицидное действие МРК на *S. maltophilia* выявлено в 10 определениях из 23 (43,47 %), бактериостатическое – в 12 из 23 (52,17 %); для МРБ соответствующие показатели составили по 50,0 % (в восьми случаях из 16).

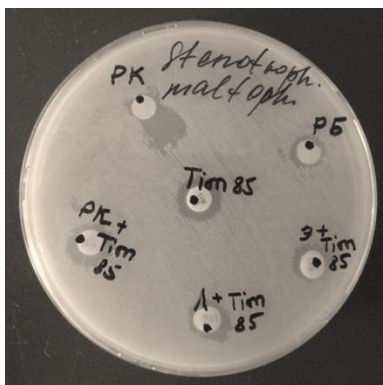


Рис. 1. Чувствительность *S. maltophilia* к эфирным маслам и антибиотикам: роза крымская (РК), роза болгарская (РБ), тикарциллин/клавуланат 85 мкг (ТИМ 85), роза крымская + тикарциллин/клавуланат 85 мкг (РК + ТИМ 85)

Действие сочетания антибиотиков и эфирного масла розы крымской на *S. maltophilia* продемонстрировало усиление антибактериального эффекта триметоприма/сульфаметоксазола на 9,9 % от первоначального значения, левифлоксацина – 15,0 %, хлорамфеникола – 25,0 % (рис. 2) и ослабление влияния тигециклина на 15,0 % и тикарциллина/клавуланата – 7,8 %.

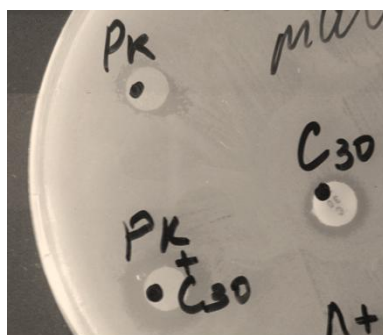


Рис. 2. Чувствительность *S. maltophilia* к эфирным маслам и антибиотикам: роза крымская (РК), хлорамфеникол 30 мкг (С 30), роза крымская + хлорамфеникол 30 мкг (РК + С 30)

Исследование показало, что МРК более активно в отношении *S. maltophilia*, чем МРБ, а сочетание МРК с некоторыми антибиотиками усиливает антибактериальное действие против данного микроорганизма. Бактерицидный эффект, оказываемый на культуру *S. maltophilia*, МРБ наблюдался несколько чаще по сравнению с МРК.

Определение действия МРК и МРБ на *Pseudomonas aeruginosa* выявило бактерицидный эффект обоих масел: для МРК показатель 37,5 % (шесть из 16), для МРБ – 40,0 % (четыре из 10). Бактериостатическое действие МРК и МРБ составило 56,25 % (девять из 16) и 30,00 % (три из 10) соответственно. По сравнению с зонами подавления роста культуры антибиотиками средние значения зон МРК и МРБ были меньше (табл. 2). Коэффициенты вариации антибактериальной активности меропенема, ципрофлоксацина, амикацина оказались достаточно высоки, что свидетельствует о необходимости дальнейшей экспериментальной проверки выраженности их действия.

Таблица 2

Антибактериальная активность антибиотиков и эфирных масел розы в отношении *Pseudomonas aeruginosa*

Название субстанции или их сочетание	Зона задержки роста, мм		Коэффициент вариации, %
	lim	$X \pm S_x$	
Цефтазидим (CAZ)	11,5–15,0	$13,6 \pm 1,4$	10,3
Меропенем (MEM)	6,5–17,0	$11,9 \pm 4,3$	36,1
Ципрофлоксацин (CIP)	4,0–11,0	$8,8 \pm 2,4$	27,3
Амикацин (AK)	11,0–21,0	$16,7 \pm 4,5$	26,9
Азтреоном (ATM)	21,0–22,0	$21,5 \pm 0,5$	2,3
МРК	6,0–11,0	$7,8 \pm 1,3$	16,7
МРБ	6,0–10,00	$7,6 \pm 1,5$	19,7
CAZ + МРК	6,5–15,0	$10,5 \pm 3,6$	34,3
МРК + CAZ	10,0–11,0	$10,5 \pm 0,5$	4,8
MEM + МРК	7,0–14,0	$9,1 \pm 2,8$	30,8
МРК + MEM	7,0	$7,0 \pm 0$	0
CIP + МРК	7,0–11,0	$8,7 \pm 1,5$	17,2
МРК + CIP	6,0	$6,0 \pm 0$	0
AK + МРК	17,5–18,5	$18,0 \pm 0,5$	2,8
ATM + МРК	17,0	$17,0 \pm 0$	0

Усиление антибактериального эффекта при сочетании антибиотиков и МРК на *P. aeruginosa* было выявлено у амикацина на 16,2 %, незначительное уменьшение у ципрофлоксацина – на 0,14 %. Два других антибиотика характеризовались снижением интенсивности подавления бактериального роста под влиянием МРК: цефтазидим – на 22,8 %, меропенем – на 23,5 %; в этих сочетаниях отмечалось и сильное варьирование признака, возможно, сопряженное со значительным диапазоном значений зон ингибирования культуры этими антибиотиками (см. табл. 2). По данным нашего исследования, действие эфирного масла розы крымской в отношении *P. aeruginosa* сопоставимо с активностью болгарского розового масла. Сочетание МРК с антибиотиками в большинстве случаев уменьшало диаметры зон задержки роста микроорганизма.

В результате действия эфирных масел розы на антибиотикоустойчивый изолят *Acinetobacter baumannii* наблюдались бактерицидные эффекты как для МРК, так и для МРБ, которые составили 92,9 % (39 из 42) и 100 % (27 из 27) соответственно. Зоны подавления роста культуры эфирными маслами РК и РБ были больше значений таковых у антибиотиков: цефтазида, цiproфлораксина, имипенема, нетилмицина (рис. 3). При тестировании совокупного действия антибиотиков и МРК методом двойных дисков отмечалось увеличение зоны цефтазида на 2,0 %, цiproфлораксина – 16,1 %, имипенема – 14,8 %, нетилмицина – 28,3 % и уменьшение зоны тигециклина на 39,3 % (табл. 3).

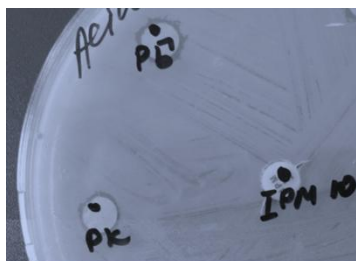


Рис. 3. Чувствительность *A. baumannii* к эфирным маслам и антибиотикам: роза крымская (РК), имипенем 10 мкг (ИРМ 10), роза болгарская (РБ)

Таблица 3

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

Название субстанции или их сочетание	Зона задержки роста, мм		Коэффициент вариации, %
	lim	$X \pm S_x$	
Цефтазидим (CAZ)	6,0–7,0	$6,08 \pm 0,3$	4,9
Цiproфлораксин (CIP)	6,0–8,0	$6,2 \pm 0,6$	9,6
Тигециклин (TGC)	14,0–15,0	$14,5 \pm 0,5$	3,4
Имипенем (IPM)	6,0–7,0	$6,1 \pm 0,1$	1,6
Нетилмицин (NET)	6,0	$6,0 \pm 0$	0
МРК	6,5–8,5	$7,1 \pm 0,6$	8,4
МРБ	6,5–10,0	$7,5 \pm 1,0$	13,7
МРК + CAZ	6,0–7,0	$6,2 \pm 0,4$	6,4
МРК + CIP	6,0–8,0	$7,2 \pm 0,7$	9,7
МРК + TGC	7,0–8,0	$8,8 \pm 1,4$	15,9
МРК + IPM	7,0	$7,0 \pm 0$	0
МРК + NET	7,0–8,0	$7,7 \pm 0,4$	5,2

Данное исследование выявило преобладание бактерицидного действия МРК и МРБ и отсутствие бактериостатического на *A. baumannii*, а МРБ более активно, чем МРК подавляло рост микроорганизма.

Следует отметить, что все экспериментальные определения в отношении *A. baumannii* имели значения с незначительным или умеренным варьированием.

Показатель зоны задержки роста *Klebsiella pneumoniae* под влиянием МРБ превысил показатель МРК (табл. 4).

Таблица 4

Антибактериальная активность антибиотиков и эфирных масел розы
в отношении *Klebsiella pneumoniae*

Название субстанции или их сочетание	Зона задержки роста, мм		Коэффициент вариации, %
	lim	$X \pm Sx$	
Ципрофлоксацин (CIP)	6,6–6,5	$6,2 \pm 2,1$	25,6
Тигециклин (TGC)	18,0–22,5	$20,2 \pm 1,3$	6,4
Эртапенем (ETP)	20,0–25,0	$23,0 \pm 1,4$	6,1
Цефепим (FEP)	11,0–12,0	$11,5 \pm 0,6$	5,2
Амикацин (AK)	19,0–20,0	$19,6 \pm 0,4$	2,0
МРК	6,0–9,0	$7,5 \pm 0,5$	6,7
МБР	7,0–10,0	$7,5 \pm 2,7$	36
МРК + CIP	7,0–8,0	$7,1 \pm 0,9$	12,7
CIP + МРК	6,0–10,5	$7,8 \pm 0,9$	11,5
TGC + МРК	8,0–18,0	$11,3 \pm 3,5$	30,9
ETP + МРК	8,5–22,0	$20,4 \pm 0,8$	3,9
FEP + МРК	8,5–9,0	$8,8 \pm 0,2$	2,3
AK + МРК	16,0–17,0	$16,5 \pm 0,4$	2,4

Бактерицидное действие МРК на *K. pneumoniae* определено в девяти измерениях из 19 (47,36 %) и бактериостатическое – в семи из 19 (36,84 %), для МРБ соответствующие показатели: 15 из 22 (68,18 %) и 7 из 22 (31,8 %). Следовательно, для болгарского розового масла наиболее характерно бактерицидное действие против *K. pneumoniae* (рис. 4,а).

Действие сочетания антибиотиков и МРК на *K. pneumoniae* продемонстрировало уменьшение зоны ингибирования тигециклина на 44,0 % (отмечалось сильное варьирование признака), эртапенема – 11,3 %, цефепима – 23,5 %, амикацина – 15,8 %; синергетический эффект МРК был выявлен с ципрофлоксацином, что увеличило зону подавления на 21,0 % (рис. 4,б).

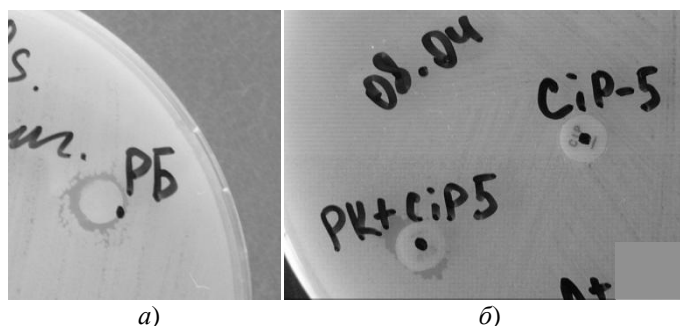


Рис. 4. Чувствительность *K. pneumoniae* к эфирным маслам и антибиотикам: роза болгарская (РБ) (а), роза крымская + ципрофлоксацин 5 мкг (РК + CIP 5) (б), ципрофлоксацин 5 мкг (CIP 5) (б)

Заключение

Проведенное исследование показало, что эфирные масла розы оказывали бактерицидное и бактериостатическое действие на все изученные штаммы микроорганизмов, причем наибольшую активность они проявили в отноше-

нии *Stenotrophomonas maltophilia*. Эфирное масло крымской розы было эффективнее против *S. maltophilia* и *P. aeruginosa*, а болгарское розовое масло превосходило его действие на *A. baumannii* и *K. pneumoniae*. Зоны подавления роста полирезистентной культуры *A. baumannii* обоими эфирными маслами были больше показателей влияния некоторых антибиотиков (цефтазидима, ципрофлоксацина, имипенема, нетилмицина). Бактерицидный характер подавления роста микроорганизмов был наиболее выражен у розы болгарской и доходил до 100 % для культуры *A. baumannii*. Методом двойных дисков, сочетающих антибиотик и розовое эфирное масло крымского происхождения, выявлены наиболее значительные антагонистические взаимодействия данных субстанций в зоне ингибирования роста *P. aeruginosa* и *K. pneumoniae*. Напротив, усиление антимикробных эффектов антибиотиков отмечали в отношении культур *S. maltophilia* и *A. baumannii*.

Современные стратегии в разработке и применении антимикробных веществ с новыми механизмами действия на бактерии, устойчивые к антибиотикам, включают использование эфирных масел. В связи с этим полученные результаты исследования свидетельствуют о необходимости дальнейшего изучения эфирных масел розы крымской и розы болгарской как вероятной альтернативы антибиотикам или как возможных составляющих компонентов антимикробных препаратов.

Список литературы

1. **Brooke, J. S.** *Stenotrophomonas maltophilia: an Emerging Global Opportunistic Pathogen* / J. S. Brooke // *Clinical Microbiology Reviews*. – 2012. – № 25 (1). – P. 2–41.
2. **Reichling, J.** *Essential oils of aromatic plants with antibacterial, antifungal, antiviral, and cytotoxic properties an overview* / J. Reichling, P. Schnitzler, U. Suschke, R. Saller // *Forschende Komplementärmedizin [Research in Complementary Medicine]*. – 2009. – № 16. – P. 79–90.
3. **Ткаченко, К. Г.** Эфиромасличные растения семейств *Apiaceae*, *Asteraceae* и *Lamiaceae* на северо-западе России (биологические особенности, состав и перспективы использования эфирных масел) : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Ткаченко К. Г. – СПб. : СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2013. – 40 с.
4. **Fabio, A.** *Screening of the antibacterial effects of a variety of essential oils on microorganisms responsible for respiratory infections* / A. Fabio, C. Cermelli, G. Fabio, P. Nicoletti, P. Quaglio // *Phytotherapy*. – 2007. – № 21. – P. 374–377.
5. **Маркелова, Н. Н.** *Терапия карбапенемами как селективный фактор колонизации карбапенемрезистентными микроорганизмами биотопов больных, находящихся на лечении в отделении реанимации* / Н. Н. Маркелова, Н. И. Хотько, Ю. Е. Смолькова // *Медико-фармакологические ресурсы и здоровый образ жизни как средства повышения качества и продолжительности жизни человека. LXIX Междунар. науч.-практ. конф. (14–20 ноября 2013 г.)*. – Лондон : International Academy of Science and Higher Education, 2013. – С. 43–46.
6. **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 профессора Ю. М. Лубенского (22–25 апреля 2014 г.)*. – Красноярск : Тип. КрасГМУ, Версо, 2014. – С. 391–393.
7. *Определение грамтрицательных потенциально патогенных бактерий – возбудителей внутрибольничных инфекций*. – М., 1986. – 36 с.
8. *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.

9. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Twenty-Third International Supplement M100-S23 // Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), 2013.
10. Трухачева, Н. В. Математическая статистика в медико-биологических исследованиях с применением пакета *Statistica*. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 384 с.

References

1. Brooke J. S. *Clinical Microbiology Reviews*. 2012, no. 25 (1), pp. 2–41.
2. Reichling J., Schnitzler P., Suschke U., Saller R. *Forschende Komplementärmedizin [Research in Complementary Medicine]*. 2009, no. 16, pp. 79–90.
3. Tkachenko K. G. *Efiromaslichnye rasteniya semeystv Apiaceae, Asteraceae i Lamiaceae na severo-zapade Rossii (biologicheskie osobennosti, sostav i perspektivy ispol'zovaniya efirnykh masel): avtoref. dis. d-ra biol. nauk [Essential oil plants of Apiaceae, Asteraceae and Lamiaceae families of the North-West of Russia (biological features, compound and prospects of essential oil usage): author's abstract of dissertation to apply for the degree of the doctor of biological sciences]*. Saint Petersburg: SPbGETU «LETI», 2013, 40 p.
4. Fabio A., Cermelli C., Fabio G., Nicoletti P., Quaglio P. *Phytotherapy*. 2007, no. 21, pp. 374–377.
5. Markelova N. N., Khot'ko N. I., Smol'kova Yu. E. *Mediko-farmakologicheskie resursy i zdorovyy obraz zhizni kak sredstva povysheniya kachestva i prodolzhitel'nosti zhizni cheloveka. LXIX Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (14–20 noyabrya 2013 g.) [Medical-pharmacological resources and healthy life style as means of human life quality and span improvement. LXIX International scientific and practical conference (14–20 November 2013)]*. London: International Academy of Science and Higher Education, 2013, pp. 43–46.
6. Markelova N. N., Semenova E. F. *Materialy 78-y itogovoy stud. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem, posvyashch. 95-letiyu so dnya rozhdeniya professora 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.
7. *Opredelenie gramotritsatel'nykh potentsial'no patogennykh bakteriy – vzbuditeley vnutribol'nichnykh infektsiy [Determination of gram-negative potentially pathogenic bacteria-causative agents of intrahospital infections]*. Moscow, 1986, 36 p.
8. *European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST)*, 2014.
9. *Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI)*, 2013.
10. Трухачева Н. В. *Matematicheskaya statistika v mediko-biologicheskikh issledovaniyakh s primeneniem paketa Statistica [Mathematical statistics in biomedical research using Statistica package]*. Moscow: GEOTAR-Media, 2012, 384 p.

Маркелова Наталья Николаевна

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

Markelova Natalia Nikolaevna

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

E-mail: nataljamarkelova@yandex.ru

Семенова Елена Федоровна
кандидат биологических наук,
профессор, кафедра общей
и клинической фармакологии,
старший научный сотрудник,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: sef1957@mail.ru

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

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

Маркелова, Н. Н.

Влияние эфирных масел на микроорганизмы различной таксономической принадлежности в сравнении с современными антибиотиками. Сообщение I. Действие розового эфирного масла и антибиотических субстанций на некоторые грамотрицательные бактерии / Н. Н. Маркелова, Е. Ф. Семенова, А. И. Шпичка, Е. В. Жученко // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 3 (7). – С. 39–48.

**ГЛУБОКОПОЧВЕННЫЕ ВИДЫ КОЛЛЕМБОЛ И ВЛИЯНИЕ
ПОЖАРА НА ВЕРТИКАЛЬНУЮ СТРУКТУРУ НАСЕЛЕНИЯ
В ЧЕРНОЗЕМЕ ПОПЕРЕЧЕНСКОЙ СТЕПИ
(ПО МАТЕРИАЛАМ ЗАПОВЕДНИКА
«ПРИВОЛЖСКАЯ ЛЕСОСТЕПЬ»)**

Аннотация.

Актуальность и цели. Черноземные почвы под естественной степной растительностью сильно структурированы, что позволяет коллемболам проникать на большую глубину. Черноземы отличаются редкими и глубокопочвенными видами коллембол [1], которые могут встречаться в единичных экземплярах и, как правило, не развивают высокие численности. Однако до сих пор не ясно: является ли обнаружение конкретных видов случайным либо это постоянные обитатели глубоких слоев почвы? Проведен учет коллембол в глубоких слоях чернозема под вейниковым лугом в 2000 г. и повторен такой же учет в 2009 г. В связи с пожаром в 2009 г. на Попереченской степи проанализировано влияние пирогенного фактора на население коллембол и их вертикальное распределение в черноземе.

Материалы и методы. Вертикальное распределение коллембол исследовано в черноземе под разнотравно-вейниковым лугом Попереченской степи. Весной 2000 г. 80 проб площадью 25 см² отбирали послойно (по 5–10 см) в стенке почвенного разреза глубиной 60 см. Учет повторен весной 2009 г. (собраны 60 проб до 50 см глубины), пробы взяты через месяц после пожара.

Результаты. В 2000 г. при погружении в глубь почвы наблюдается неравномерное, «ступенчатое» снижение общей плотности, видового богатства и численности отдельных видов коллембол. По характеру вертикального распределения массовых видов можно выделить три группировки: верхнепочвенная, среднепочвенная, глубокопочвенная. При повторном учете в 2009 г. выявлено такое же рассредоточение коллембол по почвенному профилю. Состав доминантов изменился в верхнепочвенной и среднепочвенной группировках, однако в глубоких слоях (30–60 см) массовые виды коллембол отмечены практически в том же составе (*Folsomia tatarica*, *Pseudofolsomia acanthella* и *Neonaphorura adulta* доминируют в обеих выборках, только *Metaphorura affinis* сменяется в выборке 2009 г. видом *Micraphorura uralica*). Практически все глубокопочвенные и редкие виды выявлены в повторном учете, несмотря на воздействие пожара.

Выводы. Специфику фауны Попереченской степи составляют редкие и глубокопочвенные виды – *Doutnacia xerophila* Rusek, *Folsomia dovrensis* Fjellberg, *Jesenikia filiformis* Rusek, *Jevania fageticola* Rusek, *Folsomia tatarica* Martynova, *Pseudofolsomia acanthella* Martynova, *Neonaphorura adulta*, *Granuliphorura ghilarovi* comb. nov. (Khanislamova). Практически все они, кроме последнего, выявлены при повторном учете. Несмотря на воздействие пирогенного фактора, коллемболы рассредоточены по почвенному профилю, сохранилась вертикальная дифференцировка населения коллембол. Вследствие пожара наибольшие изменения в составе и соотношении массовых видов коллембол происходят в верхнепочвенной и среднепочвенной группировках. Напротив, комплекс видов в глубоких слоях чернозема наименее подвержен влиянию пирогенного фактора.

Ключевые слова: коллемболы, чернозем, вертикальное распределение, пожар, заповедник «Приволжская лесостепь».

DEEP-SOIL SPECIES OF COLLEMBOLANS AND IMPACT OF FIRE ON THE VERTICAL STRUCTURE OF POPULATION IN CHERNOZEM SOIL OF THE POPERECHENSKAYA STEPPE (BY THE MATERIALS OF THE “PRIVOLZHSKAYA LESOSTEP” NATURE RESERVE)

Abstract.

Background. Chernozem soil with natural steppe vegetation is highly structured, enabling collembolans to reach greater depth. Chernozem soils are distinguished by rare and deep-soil species of collembolans [1], that are met in single specimen and, as a rule, do not breed to large numbers. However it is still hard to understand whether it is an accident when the certain species are discovered or they appear to be the permanent inhabitants of the deep layers of soil. The author counted collembolans in deep chernozem layers under a reedgrass meadow in 2000 and later in 2009. Due to the fire in the Poperechenskaya steppe in 2009 the author analyzed the pyrogenic factor influence on the collembolan population and its vertical distribution in chernozem soil.

Materials and methods. Vertical distribution of collembolans was investigated in chernozem soil under a herb-reedgrass meadow of the Poperechenskaya steppe. In the spring of 2000 the researcher picked 80 probes of an area of 25 cm² layer-by-layer (by 5–10 cm) from the wall of a 60-cm-deep soil profile. The accounting was repeated in the spring of 2009 (60 probes were collected at a depth of up to 50 cm), the probes were taken 1 month after the fire.

Results. In 2000 while deepening into the soil the author observed an irregular “step-by-step” decrease of the general density, species richness and quantity of separate species of collembolans. By the character of vertical distribution of mass species it is possible to single out three groups: the upper-soil, middle-soil and deep-soil one. While the second accounting in 2009 the author discovered the same deconcentration of collembolans in the soil profile. The compound of dominants had changed in the upper-soil and middle-soil groups, however in deep layers (30–60 cm) mass species of collembolans were recorded virtually in the same compound (*Folsomia tatarica*, *Pseudofolsomia acanthella* and *Neonaphorura adulta* dominates in both sampling, only *Metaphorura affinis* was replaced in 2009 by *Micraphorura uralica*). Virtually all deep-soil and rare species were discovered in the second accounting despite the fire.

Conclusions. The fauna specifics of the Poperechenskaya steppe includes rare and deep-soil species – *Doutnacia xerophila* Rusek, *Folsomia dovrensis* Fjellberg, *Jesenikia filiformis* Rusek, *Jevania fageticola* Rusek, *Folsomia tatarica* Martynova, *Pseudofolsomia acanthella* Martynova, *Neonaphorura adulta*, *Granuliphorura ghilarovi* comb. nov. (Khanislamova). Virtually all the above-mentioned species, except the last one, were discovered during the second accounting. Despite the effect of the pyrogenic factor, the collembolans, deconcentrated in the soil profile, kept the vertical differentiation of population. In consequence of the fire the greatest change in the compound and proportion of mass species of collembolans takes place in the upper-soil and middle-soil groups. On the contrary, the complex of species in the deep layers of chernozem soil was the least effected by the pyrogenic factor.

Key words: collembolans, chernozem soil, vertical distribution, fire, “Privolzhskaya lesostep” nature reserve.

Материал и методика

Вертикальное распределение коллембол исследовали в черноземе под разнотравно-вейниковым лугом Попереченской степи (участок заповедника

«Приволжская лесостепь»). Площадь заповедного участка составляет 252 га. Попереченская степь расположена на ровном водораздельном плато. На участке распространены остепненные луга, заросли степных кустарников, луговые степи.

Весной 2000 г. взяты 80 проб в стенке почвенного разреза глубиной 60 см. Почвенные образцы брали металлической рамкой (площадью сечения 25 см²), в 10-кратной повторности, послойно: один слой – подстилка и почва до глубины 5 см; далее три слоя по 5 см и четыре слоя по 10 см.

Весной 2009 г. 60 проб площадью 25 см² также отбирали послойно: один – подстилка и почва до глубины 5 см; два – почва до 10 см; далее четыре слоя по 10 см (до 50 см глубины).

В 2009 г. пробы взяты через месяц после пожара [2]. В период с 1990 по 2010 г. на трех лесостепных участках заповедника отмечены 19 пожаров различной интенсивности. На Попереченском участке пожары носят беглый характер и имеют значительные размеры. Это связано с накоплением большого количества ветоши и беспрепятственным распространением огня.

Животных помещали на эклекторы Тульгрена до полного высыхания почвы. Экстрагированных животных заключали в постоянные препараты в жидкости Фора. Всего обработано 140 количественных проб, экстрагировано 3831 экземпляр, выявлены 45 видов коллембол.

Классы доминирования выделяли по шкале Энгельманна [3], доминанты и эудоминанты рассматривались в одной группе – «доминанты» – 12,5–100 %; субдоминанты – 4–12,4 %; редкие – 1,3–3,9 %; малочисленные – менее 1,3 %.

Результаты

Вертикальное распределение коллембол в почве разнотравно-вейникового луга в 2000 г. На разнотравно-вейниковом лугу Попереченского участка за один учет (при послойном взятии проб до глубины 60 см с 10-кратной повторностью) были выявлены 30 видов, 2411 экземпляров коллембол (табл. 1).

В подстилке и верхнепочвенном слое 0–5 см плотность ногохвосток максимальна и составляет 765 экз./10 проб (рис. 1,а). Сравнительно резкое понижение обилия – в 3 раза – наблюдается при погружении до глубины 15 см. Далее плотность остается примерно на том же уровне и в слое 20–30 см заметно повышается. При погружении до глубины 40–50 см уровень обилия снова понижается в 3 раза, и в почвенном слое 50–60 см плотность коллембол составляет 74 экз./10 проб. Таким образом, при погружении в глубь почвы наблюдается неравномерное, «ступенчатое» понижение общей плотности ногохвосток, с небольшим подъемом численности на глубине 20–30 см.

В верхнепочвенном слое отмечены 18 видов коллембол (см. табл. 1). Видовое богатство снижается в 2 раза до глубины 20 см, остается примерно на том же уровне до 50 см и в слое 50–60 см снова снижается в 2 раза. Распределение плотности отдельных видов по почвенному профилю также носит неравномерный характер. В верхнепочвенном слое доминируют наиболее обильные виды – *Metaphorura affinis* и *Protaphorura sakatoi*, субдоминанты – *Parisotoma notabilis* и *Folsomia quadrioculata* (рис. 2,а). Все эти виды резко понижают численность в более глубоких слоях, и почти все исчезают на глубине 15–20 см. Исключение составляет *M. affinis*, численность которой все же остается достаточно высокой.

Видовой состав, обилие (экз./10 проб) и вертикальное распределение коллембол в почве разнотравно-вейникового луга Попереченской степи в 2000 г.

Вид	Почвенный слой (см)								
	A ₀ +0-5	5-10	10-15	15-20	20-30	30-40	40-50	50-60	A ₀ +0-60
1. <i>Willemia intermedia</i> Mills sensu Hüther	1	2							3
2. <i>Willemia scandinavica</i> Stach								1	1
3. <i>Xenilla</i> cf. <i>corticalis</i> * Börner									
4. <i>Endanura lusatica</i> * (Dunger)									
5. <i>Micranurida pygmaea</i> Börner	6	2							8
6. <i>Neanura muscorum</i> * (Templeton)									
7. <i>Neanura minuta</i> * Gisin									
8. <i>Pseudachorutes subcrassus</i> Tullberg							1		1
9. <i>Doutnacia xerophila</i> * Rusek									
10. <i>Jevania fageticola</i> Rusek		1	2	4	2	1			10
11. <i>Granuliphorura ghilarovi</i> comb. nov. (Khanislamova)		10	36	54	116	26			242
12. <i>Mesaphorura critica</i> Ellis	5	1	2		7	1			16
13. <i>Mesaphorura hylophila</i> Rusek		1		1	2		3		7
14. <i>Mesaphorura krausbaueri</i> Börner	9								9
15. <i>Mesaphorura macrochaeta</i> * Rusek									
16. <i>Metaphorura affinis</i> Börner	295	194	117	51	58	42	15	11	783
17. <i>Neonaphorura adulta</i> (Gisin)		10	72	148	118	66	20	23	457
18. <i>Micraphorura uralica</i> (Khanislamova)		16	7	8	4	6	2		43
19. <i>Protaphorura sakatoi</i> (Yosii)	269	90	12						371
20. <i>Protaphorura gisini</i> (Haybach)	1								1
21. <i>Folsomia quadrioculata</i> (Tullberg)	56	11	2				1		70
22. <i>Folsomia dovrensis</i> Fjellberg		1							1
23. <i>Folsomia tatarica</i> Martynova				1	12	12	33	23	81
24. <i>Isotoma viridis</i> Bourlet	1						2		3
25. <i>Isotomiella minor</i> (Schäffer)	24	28	11		1	1			65
26. <i>Isotomodes productus</i> (Axelson)	5	12	12	11					40
27. <i>Parisotoma notabilis</i> (Schäffer)	84	23	3	1					111
28. <i>Proisotoma minima</i> * Absolon									
29. <i>Pseudofolsomia acanthella</i> Martynova					1	9	23	16	49
30. <i>Jesenikia filiformis</i> Rusek		1							1
31. <i>Entomobrya nivalis</i> * (Linnaeus)									
32. <i>Entomobryoides myrmecophila</i> * Reuter									
33. <i>Lepidocyrtus lignorum</i> * (Fabricius)									
34. <i>Lepidocyrtus violaceus</i> * Lubbock									
35. <i>Pseudosinella zigophora</i> (Schille)	1								1
36. <i>Pseudosinella octopunctata</i> Börner	1								1
37. <i>Willowsia buski</i> * (Lubbock)									
38. <i>Willowsia nigromaculata</i> (Lubbock)		1	3			1			5
39. <i>Cyphoderus albinus</i> Nicolet	2								2
40. <i>Megalothorax minimus</i> (Willem)	3	22	2						27
41. <i>Arrhopalites caecus</i> * (Tullberg)									
42. <i>Sminthurinus alpinus</i> Gisin	1								1
43. <i>Deuterosminthurus pallipes</i> (Bourlet)	1								1
44. <i>Deuterosminthurus bicinctus</i> * (Koch)									
45. <i>Fasciosminthurus</i> sp.*									
Обилие (экз./10 проб)	765	426	281	279	321	165	100	74	2411
Доля (%) от общего обилия	32	18	12	12	12	7	4	3	
Количество видов	18	18	13	9	10	10	9	5	

Примечание. Жирным шрифтом выделены наибольшие обилия массовых видов коллембол в слоях почвенного профиля; * – виды, не выявленные в 2000 г., но обнаруженные в этом биотопе в 2009 г.

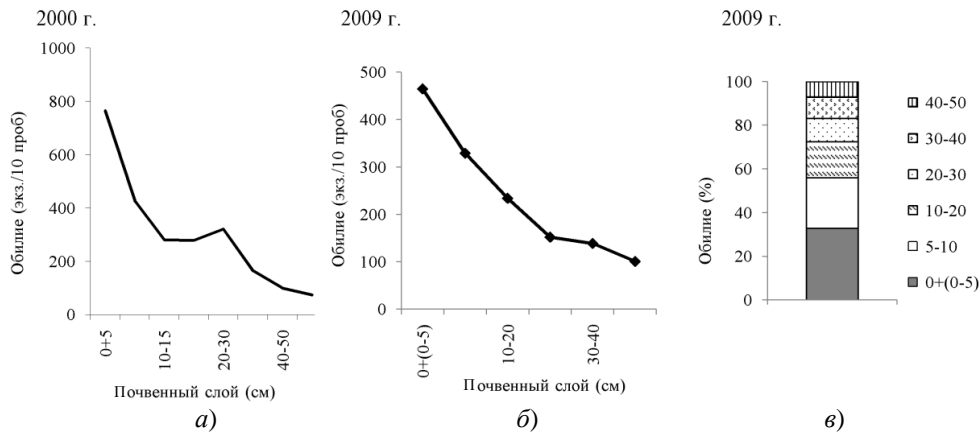


Рис. 1. Абсолютное (а, б) и относительное (в) обилие коллембол в различных горизонтах почвенного профиля на разнотравно-вейниковом лугу Попереченской степи

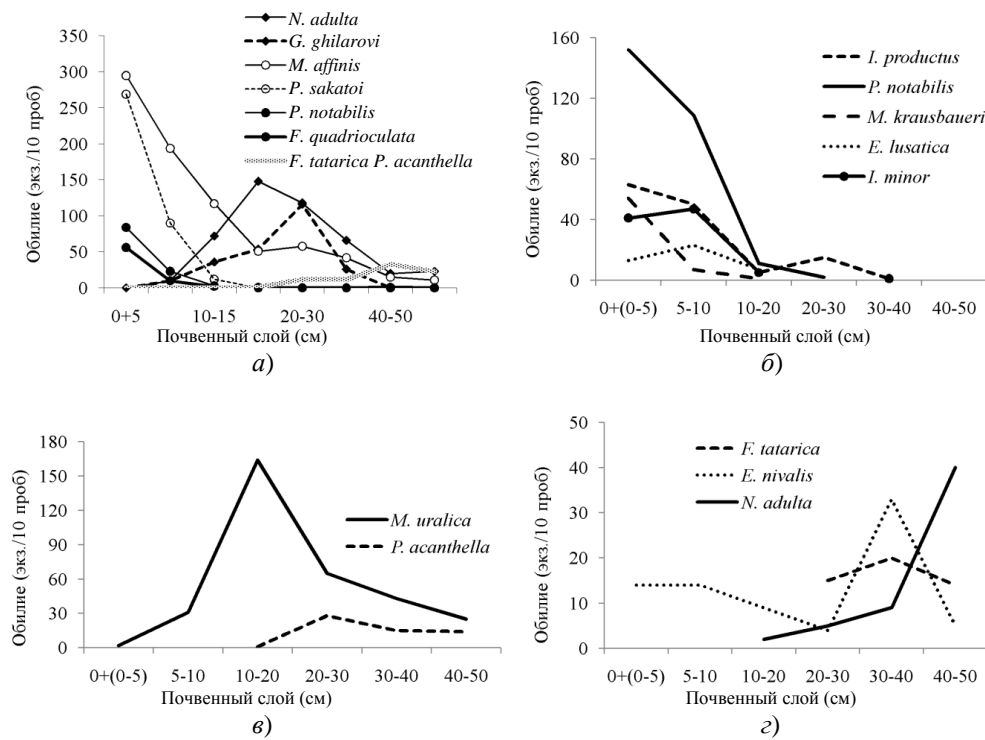


Рис. 2. Распределение массовых видов коллембол в различных горизонтах почвенного профиля на разнотравно-вейниковом лугу Попереченской степи в 2000 г. (а) и 2009 г. (б, в, г)

Neonaphorura adulta и *Granuliphorura ghilarovi*, не отмечавшиеся в подстилке и на глубине 5 см, появляются глубже. Максимальная плотность *N. adulta* наблюдается в слое 15–20 см. Вид также доминирует, хотя незначительно снижает обилие на глубине 20–30 см. В том же слое достигает наибольшей плотности *G. ghilarovi*. Глубже численность этих видов резко понижается.

В глубоких слоях 40–50, 50–60 см преобладают типично почвенные формы – *Folsomia tatarica*, *Pseudofolsomia acanthella*, *N. adulta* и *M. affinis*. Первые два вида достигают максимального обилия на глубине 40–50 см, где их общая доля составляет ~ 56 %.

При погружении в глубь почвы наблюдается неравномерное, «ступенчатое» снижение общей плотности, видового богатства и численности отдельных видов коллембол. По характеру вертикального распределения массовых видов можно выделить три группировки: верхнепочвенная, где доминируют *M. affinis* и *P. sakatoi*, субдоминантами являются *P. notabilis* и *F. quadrioculata*; среднепочвенная, облик которой определяется доминантами *N. adulta*, *G. ghilarovi* и *M. affinis*; глубокопочвенная – доминантами этой группы являются *F. tatarica*, *P. acanthella*, *N. adulta* и *M. affinis*.

Вертикальное распределение коллембол в почве разнотравно-вейникового луга в 2009 г. (после пожара). В 2009 г. на разнотравно-вейниковом лугу Попереченского участка за один учет (при послойном взятии проб до глубины 50 см с 10-кратной повторностью) были выявлены 37 видов, 1420 экземпляров коллембол (табл. 2).

В подстилке и верхнепочвенном слое 0–5 см плотность ногохвосток максимальна и составляет 465 экз./10 проб (рис. 1,б). Понижение обилия примерно в 3 раза наблюдается в выборке на глубине 20–30 см. Далее плотность остается примерно на том же уровне и в слое 40–50 см снова незначительно понижается до 101 экз./10 проб.

В поверхностном слое отмечено 33 вида коллембол (табл. 2). Видовое богатство снижается в 3 раза до глубины 30 см, остается примерно на том же уровне до 40 см и в слое 40–50 см незначительно снижается (до семи видов).

Распределение плотности отдельных видов по почвенному профилю также носит неравномерный характер. В верхнепочвенном слое доминирует большинство наиболее обильных видов – *Parisotoma notabilis*, *Isotomodes productus*, *Isotomiella minor* (рис. 2,б). Все эти виды резко понижают численность в более глубоких слоях и почти все исчезают на глубине 20–30 см.

Самый многочисленный вид *Micraphorura uralica* практически отсутствует в верхнем 5-сантиметровом горизонте, незначительно представлен в выборке до глубины 10 см и резко повышает обилие (более чем в 5 раз) в слое 20–30 см (рис. 2,в). Глубже этот вид снижает обилие, но все же остается в группе доминантов.

В глубоких слоях 20–30, 30–40 и 40–50 см появляются типично почвенные формы – *Pseudofolsomia acanthella*, *Folsomia tatarica* и *Neonaphorura adulta*, – и в этих же слоях, соответственно, проявляют максимальную плотность (рис. 2,в, г, табл. 2). Причем эти виды не отмечаются в выборке до 10 см, и только их единичные экземпляры встречены в слое 10–20 см.

Entomobrya nivalis проявляет два пика численности: в верхнепочвенном слое и на глубине 30–40 см – в связи с развитием ювенилов в более глубоких почвенных горизонтах.

При погружении в глубь почвы наблюдается неравномерное снижение общей плотности, видового богатства и численности отдельных видов коллембол.

Таблица 2

Видовой состав, обилие (экз./10 проб) и вертикальное распределение коллембол в почве разнотравно-вейникового луга Попереченской степи в 2009 г.

Вид	Почвенный слой (см)						A ₀ +0-50
	A ₀ +0-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	
1. <i>Willemia intermedia</i> Mills sensu Hüther	1						1
2. <i>Willemia scandinavica</i> * Stach							
3. <i>Xenilla</i> cf. <i>corticalis</i> Börner	1	1			1		3
4. <i>Endanura lusatica</i> (Dunger)	13	23	7				43
5. <i>Micranurida pygmaea</i> Börner	6	2	8		1		17
6. <i>Neanura muscorum</i> (Templeton)	2						2
7. <i>Neanura minuta</i> Gisin	14	12	2				28
8. <i>Pseudachorutes subcrassus</i> * Tullberg							
9. <i>Doutnacia xerophila</i> Rusek	3	1	1				5
10. <i>Jevania fageticola</i> Rusek				2	1		3
11. <i>Granuliphorura ghilarovi</i> * comb. nov. (Khanislamova)							
12. <i>Mesaphorura critica</i> Ellis	22	7					29
13. <i>Mesaphorura hyllophila</i> Rusek				1			1
14. <i>Mesaphorura krausbaueri</i> Börner	54	7	1				62
15. <i>Mesaphorura macrochaeta</i> Rusek	8	5					13
16. <i>Metaphorura affinis</i> Börner	32	5					37
17. <i>Neonaphorura adulta</i> (Gisin)			2	5	9	40	56
18. <i>Micraphorura uralica</i> (Khanislamova)	2	31	164	65	43	25	330
19. <i>Protaphorura sakatoi</i> (Yosii)	12	5			1		18
20. <i>Protaphorura gisini</i> * (Haybach)							
21. <i>Folsomia quadrioculata</i> * (Tullberg)							
22. <i>Folsomia dovrensis</i> Fjellberg	4	5	10	9			28
23. <i>Folsomia tatarica</i> Martynova				15	20	14	49
24. <i>Isotoma viridis</i> Bourlet	6	1				1	8
25. <i>Isotomiella minor</i> (Schäffer)	41	47	5		1		94
26. <i>Isotomodes productus</i> (Axelson)	63	50	5	15	1		134
27. <i>Parisotoma notabilis</i> (Schäffer)	152	109	11	2			274
28. <i>Proisotoma minima</i> Absolon	2			2			4
29. <i>Pseudofolsomia acanthella</i> Martynova			1	28	15	14	58
30. <i>Jesenikia filiformis</i> Rusek				1			1
31. <i>Entomobrya nivalis</i> (Linnaeus)	14	14	9	4	33	5	79
32. <i>Entomobryoides myrmecophila</i> Reuter			2				2
33. <i>Lepidocyrtus lignorum</i> (Fabricius)	1						1
34. <i>Lepidocyrtus violaceus</i> Lubbock	9	1		1			11
35. <i>Pseudosinella zigophora</i> (Schille)			2				2
36. <i>Pseudosinella octopunctata</i> * Börner							
37. <i>Willowsia buski</i> (Lubbock)	1	1			1		3
38. <i>Willowsia nigromaculata</i> (Lubbock)				2	1	1	4
39. <i>Cyphoderus albinus</i> Nicolet	2						2
40. <i>Megalothorax minimus</i> * (Willem)							
41. <i>Arrhopalites caecus</i> (Tullberg)			1				1
42. <i>Sminthurinus alpinus</i> * Gisin							
43. <i>Deuterosminthurus pallipes</i> (Bourlet)		2	1		6		9
44. <i>Deuterosminthurus bicinctus</i> (Koch)			2		4	1	7
45. <i>Fasciosminthurus</i> sp.					1		1
Обилие (экз./10 проб)	465	329	234	152	139	101	1420
Доля (%) от общего обилия	33	23	16	11	10	7	
Количество видов	24	20	18	14	16	8	

Примечание. Жирным шрифтом выделены наибольшие обилия массовых видов коллембол в слоях почвенного профиля; * – виды, не выявленные в 2009 г., но обнаруженные в этом биотопе в 2000 г.

По характеру вертикального распределения массовых видов можно выделить три группировки: верхнепочвенная, где преобладают *P. notabilis*, *I. productus*, *I. minor*; среднепочвенная, облик которой определяется *M. uralica*; глубокопочвенная – доминантами этой группы являются *P. acanthella*, *F. tatarica*, *N. adulta* и *M. uralica* (рис. 3,з).

При взятии почвенных образцов до глубины 10 см в почве вейникового луга выявляются 75 % видов и 56 % обилия (см. табл. 2). Значительная часть особей регистрируется в слое 10–20 см (16 % обилия). Однако и в этом слое глубокопочвенные формы обнаруживаются случайно, в единичных экземплярах (*P. acanthella*, *N. adulta*), хотя они обильны в более глубоких горизонтах. А виды *F. tatarica* и *Jevania fageticola* выявляются уже глубже 20 см, причем первый вид также достигает значительного обилия.

Выборка до 10 см отражает лишь верхнепочвенную группировку коллембол (рис. 3,а, б, в), поэтому для количественных сборов необходимо взятие образцов до глубины 20 см. Поскольку большая часть особей сосредоточена в верхних почвенных горизонтах, недоучет ногохвосток в слоях ниже 20 см лишь немного искажает соотношение массовых видов, что вполне соответствует структуре общей выборки. Однако для выявления видового состава коллембол в черноземе необходимы качественные пробы из глубоких горизонтов.

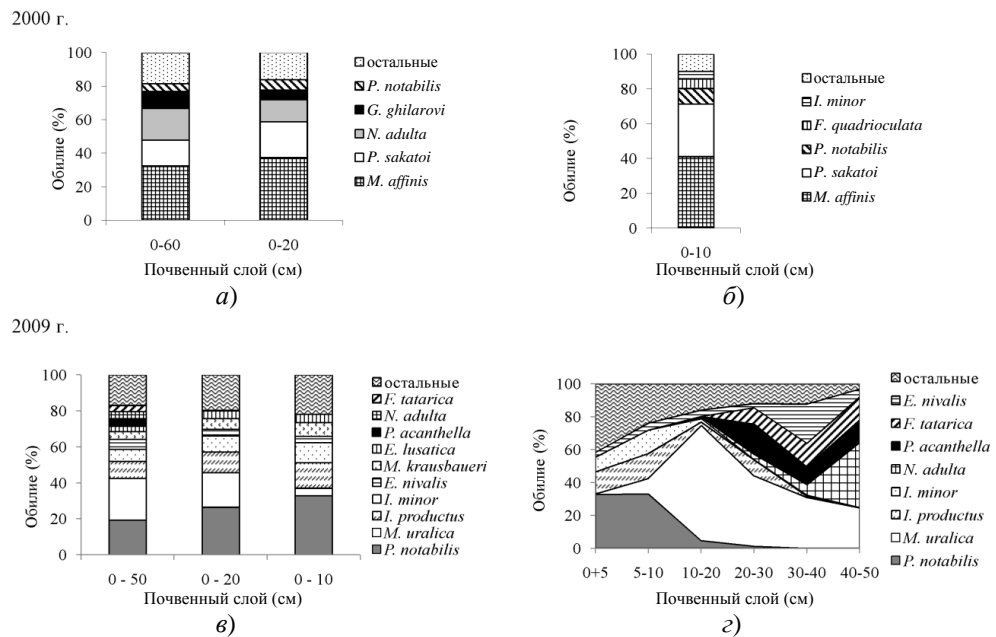


Рис. 3. Структура доминирования коллембол в почвенном профиле разнотравно-вейникового луга Попереченской степи (а, б, в – в выборках 0–10, 0–20 и 0–50 см; 0–60 см; г – в каждом слое)

Обсуждение

Данные по вейниковому лугу Попереченского участка хорошо согласуются с результатами исследований черноземов, выявляющих большое расщепление населения коллембол по почвенному профилю, разбиение зон

концентрации геми- и эуэдафических видов и наличие второго подъема численности в глубоких слоях [4–6]. Повышение плотности коллембол на глубине 14–28 см отмечалось еще Беккером [4] (1948) для почв Стрелецкой степи. При культивации почв с нанесением чернозема также выявлены два максимума обилия ногохвосток – в слое 0–5 см и в слое 10–20 см [7]. В черноземах под байрачными лесами Украины И. П. Второв [6] отмечает второй подъем численности коллембол на стыке хорошо гумусированных и лессовых осветленных слоев. Даже в тундровой зоне отмечено повышение плотности коллембол на глубине 20–30 и 40–50 см в суглинистом горизонте на дренированных разнотравных склонах [8]. Автор отмечает, что проникновение беспозвоночных в глубокие горизонты суглинистых почв, очевидно, облегчается выраженной комковатой структурой, обусловленной криогенными процессами, активно протекающими в почвах тундровой зоны. Наше исследование чернозема под разнотравно-вейниковым лугом выявляет повышение обилия коллембол на глубине 20–30 см. Эта особенность не отмечалась для бедных гумусом и слабоструктурированных почв, она, вероятно, является характерной чертой черноземов.

В целом для сообществ коллембол черноземных почв выявляются следующие особенности вертикальной структуры: рассредоточение населения по почвенному профилю, неравномерное снижение общего обилия и, следовательно, разобшение участков концентрации особей (выявляются три группировки – верхнепочвенная, среднепочвенная и глубокопочвенная). При последовательном увеличении глубины погружения сообщество коллембол изменяется не постепенно (не плавно), а скорее ступенчато.

При взятии почвенных образцов до глубины 10 см в почве вейникового луга выявляется большая часть видов, хотя снижается вероятность обнаружения редких глубокопочвенных форм. Например, в пробах до 40 см найдено 13 особей редкого глубокопочвенного вида *J. fageicola*, тогда как в слоях до 10 см встретился только один экземпляр. К тому же данные о структуре сообщества значительно искажаются при выборке до глубины 10 см. Так, в 2000 г. из спектра массовых видов выпадают *N. adulta* и *G. ghilarovi*, предпочитающие более глубокие слои почвы и достигающие там значительного обилия (см. рис. 3,а, б). По данным 2009 г., доля *M. uralica* в выборке до 10 см достигает лишь нижнего порога обилия субдоминантов (4 %). Однако отбор почвенных проб до 20 и 50 см выявляет значительно более высокое относительное обилие этого вида – 19–23 % (рис. 3,в). Исследуя вертикальное распределение отдельных видов в почвах лугов Среднего Поволжья, М. М. Алейникова и Е. Ф. Мартынова [9] также отмечают предпочтение глубоких слоев для *N. adulta*. Этот вид не был найден ими в слоях до глубины 10 см, тогда как глубже мог достигать высокого обилия и часто входил в состав доминантов. Для населения почв липо-ясеновой дубравы на Украине И. П. Второв [6] выявляет приуроченность *I. minor*, *M. affinis*, *N. adulta* к почвенным слоям, эти виды не образуют скоплений в подстилке, а последний почти не отмечен выше 60 см. В нашем исследовании выборка коллембол в слоях до 20 см сравнительно точно отражает структуру сообщества (см. рис. 3,а, в). Поскольку большая часть особей сосредоточена в верхних почвенных горизонтах, недоучет ногохвосток в слоях ниже 20 см лишь немного искажает соотношение массовых видов. Вероятность выявления глубокопочвенных форм остается,

однако, низкой. Здесь зарегистрировано по одному экземпляру *F. tatarica* и *P. acanthella*, тогда как в более глубоких слоях встречено соответственно 129 и 106 особей этих видов (по суммарным данным за 2000, 2009 гг.). Такие особенности вертикального распределения коллембол в черноземах указывают на необходимость взятия проб из глубоких слоев – не менее чем до 20 см – при количественных учетах. Однако для выявления фаунистического состава актуально исследование почвы до глубины 40–50 см.

В 2009 г. пробы на вейниковом лугу были взяты весной примерно через месяц после пожара, который охватил практически весь участок [2]. По сравнению с учетом 2000 г. под гарью выявлен другой набор доминантов для верхнепочвенной и среднепочвенной группировок коллембол, при том, что на глубине 30–50 см массовые виды отмечены практически в том же составе. *F. tatarica*, *P. acanthella* и *N. adulta*, несмотря на пожар, достигают значительного обилия в глубоких слоях почвы. Только *M. affinis* сменяется в выборке 2009 г. видом *M. uralica*.

Изменение видовой структуры сообщества коллембол может быть связано как с сезонной динамикой массовых видов, так и с сукцессионными изменениями степной растительности, но, в первую очередь, вероятно, отражает последствия пожара.

Вероятность обнаружения редких и глубокопочвенных видов довольно высокая. *Doutnacia xerophila* Rusek, *Jevania fageticola* Rusek, *Folsomia dovrensis* Fjellberg, *Folsomia tatarica* Martynova, *Jesenikia filiformis* Rusek, *Pseudofolsomia acanthella* Martynova, *Neonaphorura adulta* (Gisin) выявлены в повторном учете, несмотря на воздействие пожара. Только *Granuliphorura ghilarovi* comb. nov. (Khanislamova) не обнаружена в почве под гарью, при том, что в 2000 г. выявлено 242 особи этого вида, в основном в средних слоях почвы (10–30 см).

Несмотря на воздействие пирогенного фактора, коллемболы рассредоточены по почвенному профилю, сохранилась вертикальная дифференцировка населения коллембол. Выделяются три комплекса видов: верхнепочвенная, среднепочвенная и глубокопочвенная группировки.

Заключение

На разнотравно-вейниковом лугу Попереченской степи выявлены 45 видов коллембол. Специфику фауны составляют редкие и глубокопочвенные виды – *Doutnacia xerophila* Rusek, *Granuliphorura ghilarovi* comb. nov. (Khanislamova), *Folsomia dovrensis* Fjellberg, *Folsomia tatarica* Martynova, *Neonaphorura adulta* (Gisin), *Jesenikia filiformis* Rusek, *Jevania fageticola* Rusek, *Pseudofolsomia acanthella* Martynova. Два последних вида не выявлены на других участках заповедника, тогда как в Попереченской степи зарегистрировано 13 и 107 экземпляров этих видов соответственно.

Обилие коллембол в черноземе под разнотравно-вейниковым лугом составляет 57–96 тыс. экз./м².

В черноземе вейникового луга выявлено разобщение по почвенному профилю зон концентрации гемии- и эуэдафических видов коллембол. От подстилки к глубоким слоям почвы наблюдается «ступенчатое» снижение общего обилия, видового богатства, численности отдельных видов коллембол, и возможно наличие второго подъема численности на глубине 20–30 см.

Вероятность повторного обнаружения редких и глубокопочвенных видов довольно высокая при количественном учете и отборе проб с большой глубины. В обеих сериях проб на вейниковом лугу выявлены почти те же самые глубокопочвенные виды. Исключение составляет *Granuliphorura ghilarovi* comb. nov. (Khanislamova), этот вид не зарегистрирован в выборке под гарью.

Состав и соотношение массовых видов коллембол в верхнепочвенной и среднепочвенной группировках различаются в выборках 2000 и 2009 гг. В верхнепочвенном слое доминируют наиболее обильные виды – *Metaphorura affinis* и *Protaphorura sakatoi* – в 2000 г., *Parisotoma notabilis*, *Isotomodes productus*, *Isotomiella minor* – в 2009 г. Облик среднепочвенной группировки определяется *Neonaphorura adulta*, *Granuliphorura ghilarovi* в выборке 2000 г. и *Micraptorura uralica* – под гарью. В глубоких слоях чернозема (30–50 см) массовые виды отмечены практически в том же составе (*Folsomia tatarica*, *Pseudofolsomia acanthella* и *N. adulta* доминируют в обеих выборках, только *M. affinis* сменяется в выборке 2009 г. видом *M. uralica*). Вследствие пожара наибольшие изменения в составе и соотношении массовых видов коллембол происходят в верхнепочвенной и среднепочвенной группировках. Напротив, комплекс видов в глубоких слоях чернозема наименее подвержен влиянию пожара.

Несмотря на воздействие пирогенного фактора, коллемболы рассредоточены по почвенному профилю, сохранилась вертикальная дифференцировка населения коллембол. Выделяются три комплекса видов: верхнепочвенная, среднепочвенная и глубокопочвенная группировки.

Список литературы

1. Швееенкова, Ю. Б. Вертикальное распределение коллембол (Hexapoda, Collembola) в черноземных почвах заповедника «Приволжская лесостепь» / Ю. Б. Швееенкова // Зоол. журн. – 2005. – Т. 84, № 2. – С. 163–171.
2. Кудрявцев, А. Ю. Воздействие пожаров на древесную и кустарниковую растительность лесостепи Среднего Поволжья / А. Ю. Кудрявцев // Экология и география растений и сообществ Среднего Поволжья. – Тольятти : Кассандра, 2011. – С. 273–282.
3. Engelmann, H. D. Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden / H. D. Engelmann // Pedobiologia. – 1978. – Bd. 18. – S. 378–380.
4. Беккер, Э. Г. К познанию фауны Collembola Стрелецкой степи Центрально-черноземного заповедника / Э. Г. Беккер // Научн. метод. зап. Главн. Управл. по госзаповедникам. – 1948. – Вып. 2. – С. 172–176.
5. Второв, П. П. Стратификация комплекса микроартроподмохового ельника (Терской Ала-Тау Тянь-Шань) / П. П. Второв, Е. Ф. Мартынова // Зоол. журн. – 1974. – Т. 53, № 9. – С. 1315–1323.
6. Второв, И. П. Вертикальное распределение микроартропод в лесном черноземе под байрачными лесами восточной Украины / И. П. Второв // Экология микроартропод лесных почв. – М. : Наука, 1988. – С. 93–100.
7. Стебаева, С. К. Сообщества коллембол на разновозрастных отвалах в Назаровской котловине / С. К. Стебаева // Вопросы экологии беспозвоночных. – Томск, 1988. – С. 80–85.
8. Чернов, Ю. И. Структура животного населения Субарктики / Ю. И. Чернов. – М. : Наука, 1978. – 166 с.
9. Алейникова, М. М. Ландшафтно-экологический обзор фауны почвенных ногохвосток (Collembola) Среднего Поволжья / М. М. Алейникова, Е. Ф. Мартынова // Pedobiologia. – 1966. – Bd. 6. – S. 35–64.

References

1. Shveenkova Yu. B. *Zool. zhurn.* [Zoological journal]. 2005, vol. 84, no. 2, pp. 163–171.
2. Kudryavtsev A. Yu. *Ekologiya i geografiya rasteniy i soobshchestv Srednego Povolzh'ya* [Ecology and geography of plants and associations of the Middle Volga region]. Tolyatti: Cassandra, 2011, pp. 273–282.
3. Engelmann H. D. *Pedobiologia*. 1978, vol. 18, pp. 378–380.
4. Bekker E. G. *Nauchn. metod. zap. Glavn. Upravl. po goszapovednikam* [Scientific methodological proceedings of the Chief directorate of state nature reserves]. 1948, iss. 2, pp. 172–176.
5. Vtorov P. P., Martynova E. F. *Zool. zhurn.* [Zoological journal]. 1974, vol. 53, no. 9, pp. 1315–1323.
6. Vtorov I. P. *Ekologiya mikroartropod lesnykh pochv* [Ecology of microarthropoda-forests soils. Moscow: Nauka, 1988, pp. 93–100.
7. Stebaeva S. K. *Voprosy ekologii bespozvonochnykh* [Problems of invertebrates' ecology]. Tomsk, 1988, pp. 80–85.
8. Chernov Yu. I. *Struktura zhivotnogo naseleniya Subarktiki* [Structure of Subarctics' fauna]. Moscow: Nauka, 1978, 166 p.
9. Aleynikova M. M., Martynova E. F. *Pedobiologia*. 1966, vol. 6, pp. 35–64.

Шveenkova Юлия Борисовна

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Государственный природный заповедник «Приволжская лесостепь»
(Россия, г. Пенза, ул. Окружная, 12а)

E-mail: jushv@mail.ru

Shveenkova Yuliya Borisovna

Candidate of biological sciences, senior staff scientist, State Natural Reserve «Privolzhskaya Lesostep»
(12a Okruzhnaya street, Penza, Russia)

УДК 595.713+574.472

Шveenkova, Ю. Б.

Глубокопочвенные виды коллембол и влияние пожара на вертикальную структуру населения в черноземе Попереченской степи (по материалам заповедника «Приволжская лесостепь») / Ю. Б. Шveenkova // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 3 (7). – С. 49–60.

УДК 621.357

Ю. П. Перельгин, С. Ю. Киреев, Т. В. Зуева

О РОЛИ ХИМИЧЕСКОГО РАСТВОРЕНИЯ МЕТАЛЛА ПРИ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИИ И ЭЛЕКТРОРАСТВОРЕНИИ МЕТАЛЛОВ

Аннотация.

Актуальность и цели. Определение кинетических параметров химической реакции растворения металла, которая протекает параллельно при катодном осаждении и анодном растворении металла, позволяет оптимизировать эти процессы.

Материалы и методы. Объектом изучения служил сульфатно-аммиачный раствор, содержащий $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (х.ч.) с добавлением 25 %-го раствора аммиака (х.ч.) до требуемого значения pH. Исследование проводили в термостабируемой ячейке объемом 0,2 л с использованием медных (М00) электродов. В качестве источника тока использовали потенциостат-гальваностат ИРС-Про. Выход по току определяли гравиметрическим способом, используя аналитические весы AND HR-200. pH раствора определяли на приборе иономер И-160.

Результаты. Предложена методика определения основных параметров (энергия активации и порядок реакции по ионам окислителя) химической реакции, которая протекает параллельно электрохимическому растворению металла на аноде или после восстановления ионов металла на катоде и влияет на анодный или катодный выходы по току. Сформулированы условия, соблюдение которых необходимы для применения данной методики. Приведены математические уравнения, устанавливающие зависимость выхода по току (анодного или катодного) от плотности тока, концентрации ионов окислителя и температуры.

Выводы. Применение предложенных методик определения основных параметров химической реакции (порядок реакции, энергия активации), сопутствующей электрохимическому превращению на электроде, возможно при соблюдении следующих условий: зависимость катодного выхода по току металла от катодной плотности тока должна иметь экстремальный (с максимумом) характер и материал рабочего электрода должен соответствовать осаждаемому или растворяемому металлу.

Ключевые слова: энергия активации, порядок реакции, электрохимическое осаждение и растворение металла.

Yu. P. Perelygin, S. Yu. Kireev, T. V. Zyeva

ON THE IMPORTANCE OF CHEMICAL DISSOLUTION OF METAL DURING ELECTRODEPOSITION AND ELECTRO-DISSOLUTION OF METALS

Abstract.

Background. Determination of kinetic parameters of the chemical reaction of metal dissolution, taking place simultaneously with cathode deposition and anodic dissolution of metal, allows to optimize the stated processes.

Materials and methods. The research object was the ammoniac sulfate solution containing $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (х.ч.) with addition of the 25 % ammonia solution to the required pH value. The research was carried out in a temperature-controlled cell of 0,2 l capacity using copper electrodes (M00). A potentiostat-stabilizator IPC-Pro was used as a current source. The current output was determined by the gravimetric approach using a AND HR-200 analytic balance. The solution's pH was determined by the E-160 ion meter.

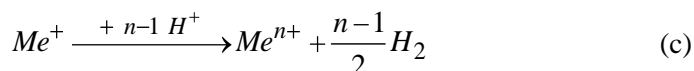
Results. The authors suggested a method of determination main parameters (activation energy and reaction order by the oxidant's ions) of the chemical reaction that takes place simultaneously with electrochemical dissolution of metal on the anode or after reduction of metal ions of the cathode and impacts the anode and cathode current output. The researchers formulated the conditions, necessary to be complied with in order to apply the present method. The researchers adduced the mathematical equations determining the dependence of the current output (anodic or cathodic) on current density, oxidant's ion concentration and temperature.

Conclusions. Application of the suggested methods of determination of main parameters of the chemical reaction (reaction order, activation energy), accompanying the electrochemical transformation on an electrode, is possible provided compliance with the following conditions: the dependence of cathodic current output of metal on cathodic current density should be of extreme (with a maximum) character and the material of the main electrode should correspond to the deposited or dissolved metal.

Key words: activation energy, reaction order, electrochemical deposition and dissolution of metal.

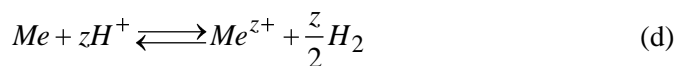
Введение

В гальванотехнике и гидроэлектрометаллургии [1, 2] наблюдаются случаи превышения массы растворенного металла по сравнению с теоретически рассчитанной по закону Фарадея. Данное обстоятельство объясняется протеканием на поверхности электрода не только электрохимических (а), (б), но и химической (с) реакции [3]:

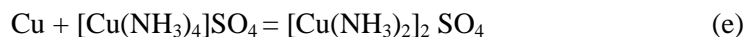


Возможность протекания химических реакций в водных растворах при коррозионных повреждениях металлов обсуждается в работах [4, 5].

В качестве восстановителя может выступать не только ион Me^+ , но и металл:



Окислителем может быть не только катион водорода, но и другие окислители, присутствующие в растворе, в том числе молекулы воды, гидроксид-ион и ионы, содержащие металл в высшей степени окисления, например, реакция травления меди, которая лежит в основе создания токопроводящего рисунка при производстве печатных плат [6, 7]:



Ранее [8, 9] с учетом возможности протекания данных реакций получены уравнения зависимости катодного (BT) или анодного выходов по току (BT_a) от плотности тока (i) и концентрации окислителя ($[Ox]$) следующего вида:

$$BT = 1 - \frac{kzF Ox^n}{i_k}; \quad (1)$$

$$BT_a = 1 + \frac{kzF[Ox]^n}{i_a}, \quad (2)$$

где k – константа скорости химической реакции; z – число принимаемых на катоде или отдаваемых на аноде электронов; F – постоянная Фарадея; n – порядок реакции по окислителю; i_k – катодная плотность тока; i_a – анодная плотность тока.

Представляет определенный как теоретический, так и практический интерес получение математических зависимостей выхода металла по току в данных случаях от температуры.

Материалы и методы

Объектом изучения служил сульфатно-аммиачный раствор, содержащий $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (х.ч.) с добавлением 25 %-го раствора аммиака (х.ч.) до требуемого значения рН.

Исследование проводили в термостатируемой ячейке объемом 0,2 л с использованием медных (М00) электродов. В качестве источника тока использовали потенциостат-гальваностат ИРС-Про. Выход по току определяли гравиметрическим способом, используя аналитические весы AND HR-200. рН раствора определяли на приборе иономер И-160.

Результаты и их обсуждение

Согласно уравнению Аррениуса [10] константа скорости химической реакции, помимо всего прочего, зависит от температуры:

$$k = k_0 e^{-\frac{W}{RT}},$$

где k_0 – предэкспоненциальный множитель; W – энергия активации химической реакции; R – универсальная газовая постоянная; T – абсолютная температура. Подставив последнее уравнение в уравнения (1) и (2), получим

$$BT = 1 - \frac{k_0 e^{-W/RT} zF Ox^n}{i_k}; \quad (3)$$

$$BT_a = 1 + \frac{k_0 e^{-W/RT} zF [Ox]^n}{i_a}. \quad (4)$$

Из данных уравнений, зная катодные (BT_1 и BT_2) или анодные (BT_{a1} и BT_{a2}) выходы по току металла при двух разных температурах (T_1 и T_2) и при

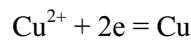
прочих равных условиях (плотность тока, состав и концентрация раствора), можно определить энергию активации (W) химических реакций (с)–(е) по уравнениям, полученным путем несложных математических преобразований последних уравнений для химических реакций на катоде (5) и аноде (6) соответственно:

$$W = \frac{R \ln \left(\frac{1 - BT_1}{1 - BT_2} \right)}{\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)}; \quad (5)$$

$$W = \frac{R \ln \left(\frac{BT_{a1} - 1}{BT_{a2} - 1} \right)}{\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)}. \quad (6)$$

Более точно определить энергию активации возможно из угла наклона зависимости $\lg(1 - BT_k) = f\left(\frac{1}{T}\right)$ для химической реакции саморастворения металла на катоде или $\lg(BT_a - 1) = f\left(\frac{1}{T}\right)$ для химической реакции саморастворения металла на аноде.

Так, в сульфатно-аммиачном растворе, содержащем: 25 г/л $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (х.ч.) с добавлением 25 %-го раствора аммиака (х.ч.) до $\text{pH} = 10,1$, на катоде протекают реакция [6, 7]



и одновременно реакция (е) химического растворения осажденной меди [1, 7].

Таким образом, для данного процесса уравнение (3) можно записать следующим образом:

$$1 - BT = \frac{2Fk_0 e^{-W/RT} [\text{Cu}^{2+}]^n}{i_k},$$

а расчет энергии активации последней реакции необходимо проводить по формуле (5).

При плотности катодного тока $0,23 \text{ А/дм}^2$ катодный выход по току меди при температуре электролита 275 и 298 К соответственно равен 0,8 и 0,34, т.е. с повышением температуры скорость химической реакции возрастает, а выход по току при этом уменьшается. Подставив данные значения выхода по току в уравнение (5), получим величину энергии активации реакции (е), равную $35,4 \text{ кДж/моль}$.

Практически к аналогичному значению энергии активации ($31,8 \pm 2,3 \text{ кДж/моль}$) травления меди в медно-аммиачном растворе пришли авторы работ [11, 12], которые констатируют, что растворение меди в ряде исследуемых растворов сопровождается диффузионно-кинетическими затруднениями.

Данное значение энергии активации находится между энергией активации, характерной для стадии диффузии (15–20 кДж/моль), и энергией активации химической реакции (50–200 кДж/моль) [10]. Это свидетельствует о смешанной кинетике химического растворения меди в рассматриваемом растворе, т.е. лимитирующими являются как стадия подвода ионов меди Cu^{2+} к поверхности катода, так и стадия химической реакции (е).

Построив график зависимости $\lg(1 - BT) = f(\lg[Ox])$, можно определить порядок реакции по иону окислителя. При плотности катодного тока 0,58 А/дм² и концентрации ионов меди в растворе 0,1; 0,2 и 0,4 моль/л выход по току меди соответственно равен 72; –26 и –59 %. Математическая обработка приведенных экспериментальных данных приводит к следующей зависимости $\lg(1 - BT) = f(\lg[\text{Cu}^{2+}])$, которая достаточно точно (коэффициент корреляции равен 0,85) описывается уравнением линейного вида:

$$\lg(1 - BT) = 0,791 + 1,25 \cdot \lg[\text{Cu}^{2+}].$$

Порядок реакции по ионам меди равен 1,25, что говорит о стадийности процесса растворения меди, состоящего как минимум из двух стадий: подвода ионов меди к поверхности катода и самой химической реакции (е).

Имеющиеся данные об экстремальной зависимости катодного выхода по току меди из исследуемого аммиачно-сульфатного электролита [8], а также некоторых других металлов, например олова из лактатного электролита [13], меди из сульфатного [1] и аммиачно-хлоридного [14] электролитов от плотности тока, не могут быть объяснены на основании предположений, приведенных в [11, 12, 15].

Из изложенного выше можно достаточно обоснованно предположить, что восходящий участок на зависимости катодного выхода по току от плотности тока обусловлен протеканием на катоде реакций (а)–(е), а нисходящий – протеканием на катоде электрохимических реакций выделения водорода вследствие разряда ионов водорода или молекулы воды.

Выводы

Таким образом, предлагаемый метод определения энергии активации химических реакций и порядка реакции по иону окислителя может быть использован, если данные химические реакции протекают на катоде или аноде параллельно электрохимическим реакциям и оказывают влияние на выход по току конечного продукта. Определение данных кинетических параметров необходимо проводить в гальваностатических условиях при малой величине плотности тока.

Список литературы

1. **Лайнер, В. И.** Основы гальваностегии / В. И. Лайнер, Н. Т. Кудрявцев. – М. : Metallurgy, 1953. – Т. 1. – 624 с.
2. **Баймаков, Ю. В.** Электролиз в гидрометаллургии / Ю. В. Баймаков, А. И. Журин. – М. : Metallurgy, 1977. – 336 с.
3. **Козин, Л. Ф.** Электроосаждение и растворение многовалентных металлов / Л. Ф. Козин. – Киев : Наукова Думка, 1989. – 464 с.
4. **Колотыркин, Я. М.** Аномальные явления при растворении металлов / Я. М. Колотыркин, Г. М. Флорианович // Итоги науки. Электрохимия. – М. : ВИНТИ, 1971. – Т. 7. – С. 5–64.

5. **Флорианович, Г. М.** Химический механизм растворения металлов. Обоснование и альтернативные представления / Г. М. Флорианович // *Электрохимия*. – 2000. – Т. 36, № 10. – С. 1175–1181.
6. **Ильин, В. А.** Технология изготовления печатных плат / В. А. Ильин. – Л. : Машиностроение, 1984. – 77 с.
7. **Медведев, А.** Технология производства печатных плат / А. Медведев. – М. : Техносфера, 2005. – 360 с.
8. **Перельгин, Ю. П.** О зависимости катодного выхода по току металла от плотности тока / Ю. П. Перельгин, А. Ю. Киреев, Н. В. Ягниченко, Т. В. Зуева // *Мир гальваники*. – 2011. – № 1 (17). – С. 17–19.
9. **Перельгин, Ю. П.** Роль химической реакции при анодном растворении металла / Ю. П. Перельгин, С. Ю. Киреев // XIX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии : тез. докл. – Волгоград : ИУНЛ ВолгГТУ, 2011. – Т. 3. – С. 353.
10. **Стромберг, А. Г.** Физическая химия / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко. – М. : Высш. шк., 1999. – 527 с.
11. **Ларин, В. И.** Влияние природы лигандов в комплексах меди (II) на скорость растворения меди в аммиачных растворах ее соли / В. И. Ларин, Э. В. Хоботова, В. В. Даценко // *Журнал прикладной химии*. – 1990. – Т. 10. – С. 2181–2185.
12. **Хоботова, Э. Б.** Химическое растворение меди и ее сплавов в растворах различного состава и оптимизация технологических процессов травления металлов / Э. Б. Хоботова, В. И. Ларин, Л. М. Егорова, В. В. Даценко, М. А. Добрян. – Харьков : ХНАДУ, 2008. – 230 с.
13. **Перельгин, Ю. П.** Электроосаждение олова из кислого лактатного электролита на постоянном электрическом токе / Ю. П. Перельгин, С. Ю. Киреев, А. Ю. Киреев // *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки*. – 2007. – № 6 (33). – С. 131–134.
14. **Хаустова, В. П.** Извлечение меди из отработанных травильных растворов с их регенерацией / В. П. Хаустова, А. В. Бондаренко // *Экологические проблемы в гальванотехническом производстве*. – М. : ЦРДЗ, 1992. – С. 50–52.
15. **Шумилов, В. И.** О контролирующей стадии процесса травления меди в концентрированных медно-аммонийных растворах / В. И. Шумилов, Н. И. Полищук, В. И. Кучеренко, В. Н. Флеров // *Известия вузов. Химия и химическая технология*. – 1982. – Т. 25, № 11. – С. 1368–1370.

References

1. Layner V. I., Kudryavtsev N. T. *Osnovy gal'vanostegii* [Basic galvanostegy]. Moscow: Metallurgiya, 1953, vol. 1, 624 p.
2. Baymakov Yu. V., Zhurin A. I. *Elektroliz v gidrometallurgii* [Electrolysis in hydrometallurgy]. Moscow: Metallurgiya, 1977, 336 p.
3. Kozin L. F. *Elektroosazhdenie i rastvorenien mnogovalentnykh metallov* [Electrodeposition and dissolution of multivalent metals]. Kiev: Naukova Dumka, 1989, 464 p.
4. Kolotyркиn Ya. M., Florianovich G. M. *Itogi nauki. Elektrokimiya* [Progress of science. Electrochemistry]. Moscow: VINITI, 1971, vol. 7, pp. 5–64.
5. Florianovich G. M. *Elektrokimiya* [Electrochemistry]. 2000, vol. 36, no. 10, pp. 1175–1181.
6. P'in V. A. *Tekhnologiya izgotovleniya pechatnykh plat* [Technology of printed-circuit board production]. Leningrad: Mashinostroenie, 1984, 77 p.
7. Medvedev A. *Tekhnologiya proizvodstva pechatnykh plat* [Technology of printed-circuit board production]. Moscow: Tekhnosfera, 2005, 360 p.
8. Perelygin Yu. P., Kireev A. Yu., Yagnichenko N. V., Zueva T. V. *Mir gal'vaniki* [The world of galvanizing]. 2011, no. 1 (17), pp. 17–19.

9. Perelygin Yu. P., Kireev S. Yu. XIX Mendeleevskiy s"ezd po obshchey i prikladnoy khimii: tez. dokl. [XIX Mendeleev congress on general and applied chemistry: reports' theses]. Volgograd: IUNL VolgGTU, 2011, vol. 3, p. 353.
10. Stromberg A. G., Semchenko D. P. *Fizicheskaya khimiya* [Physical chemistry]. Moscow: Vyssh. shk., 1999, 527 p.
11. Larin V. I., Khobotova E. V., Datsenko V. V. *Zhurnal prikladnoy khimii* [Journal of applied chemistry]. 1990, vol. 10, pp. 2181–2185.
12. Khobotova E. B., Larin V. I., Egorova L. M., Datsenko V. V., Dobriyan M. A. *Khimicheskoe rastvorenie medi i ee splavov v rastvorakh razlichnogo sostava i optimizatsiya tekhnologicheskikh protsessov travleniya metallov* [Chemical dissolution of copper and its alloys in various compound solutions and optimization of technological processes of metal etching]. Kharkov: KhNADU, 2008, 230 p.
13. Perelygin Yu. P., Kireev S. Yu., Kireev A. Yu. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Tekhnicheskie nauki* [University proceedings. Volga region. Engineering sciences]. 2007, no. 6 (33), pp. 131–134.
14. Khaustova V. P., Bondarenko A. V. *Ekologicheskie problemy v gal'vanotekhnicheskoy proizvodstve* [Ecological problems in galvanic production]. Moscow: TsRDZ, 1992, pp. 50–52.
15. Shumilov V. I., Polishchuk N. I., Kucherenko V. I., Flerov V. N. *Izvestiya vuzov. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [University proceedings. Chemistry and chemical technology]. 1982, vol. 25, no. 11, pp. 1368–1370.

Перельгин Юрий Петрович

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

E-mail: pyp@pnzgu.ru

Perelygin Yuri Petrovich

Doctor of engineering sciences, professor,
head of 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 Sergei Yur'evich

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

Зуева Татьяна Владимировна

аспирантка, Пензенский
государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: pyp@pnzgu.ru

Zyeva Tatiyna Vladimirovna

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

УДК 621.357

Перельгин, Ю. П.

О роли химического растворения металла при электроосаждении и электрорастворении металлов / Ю. П. Перельгин, С. Ю. Киреев, Т. В. Зуева // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 3 (7). – С. 61–67.

УДК 502; 574 /47. 9245/

Э. К. Ализаде, С. А. Тарихазер

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ УСИЛЕНИЯ ГЕОМОРФОДИНАМИЧЕСКОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ В ГОРНЫХ РЕГИОНАХ (НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО СКЛОНА БОЛЬШОГО КАВКАЗА)

Аннотация.

Актуальность и цели. Исследованы наиболее активные экзодинамически опасные геоморфологические процессы (лавины, оползни, сели, обвалы, осыпи и др.) на северо-восточном склоне Большого Кавказа с целью оценки степени нарушения экогеоморфологической обстановки региона в условиях непрерывно усиливающейся антропогенной нагрузки в последние десятилетия.

Материалы и методы. На основе детальной обработки фондовых материалов, данных, полученных в полевых условиях и на основе дешифрирования космических снимков (КС) масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000, проведены картографирование экзогенных рельефообразующих процессов и оценка экзодинамической напряженности Шахдаг-Гызылгаинского горного региона.

Результаты. На северо-восточном склоне Большого Кавказа были выявлены пять районов по степени экзодинамической напряженности: крайне напряженные (17–20 баллов), сильно напряженные (14–17 баллов), напряженные (10–14 баллов), средненапряженные (6–10 баллов) и слабонапряженные (менее 5 баллов), составлена карта-схема, которая дает возможность прогнозировать и оценивать риск, исходящий от эндо- и экзогенно обусловленных геоморфологических процессов.

Выводы. Полученные результаты исследования позволяют выработать инженерно-геоморфологические рекомендации для интенсивного освоения в рекреационных целях и определить принципиальные основы создания мониторинговой системы исследования за развитием опасных геоморфологических процессов.

Ключевые слова: катастрофа, экзодинамические процессы, оползень, селевой поток, геоморфодинамическая напряженность.

E. K. Alizade, S. A. Tarikhazer

MODERN TRENDS OF GEOMORPHOLOGICAL TENSITY IN MOUNTAIN REGIONS (BY THE EXAMPLE OF THE NORTH-EAST SLOPE OF CAUCASUS MOUNTAINS)

Abstract.

Background. The authors investigated the most active exodynamic dangerous geomorphological processes (avalanches, landslips, torrents, landslides, slide-rocks and others) on the north-east slope of Caucasus mountains with the purpose to estimate a degree of violation of ecogeomorphological conditions of the region in conditions of the continuously intensifying anthropogenous loading in last decades.

Materials and methods. On the basis of the detailed processing of fund materials and data received in field conditions and on the basis of interpretation of satellite images (SI) (scales 1:1 000 000 and 1:200 000) the authors carried out the mapping of the exogenous relief forming processes and estimated the exodynamic intensity of the Shahdag-Gyzylgaya mountain region.

Results. The researchers revealed five areas by the degree of exodynamic intensity on the north-east slope of Caucasus mountains: the extremely intense (17–20 points), strongly intense (14–17 points), intense (10–14 points), medium intense (6–10 points) and weakly intense (less than 5 points): the authors also made a map-scheme allowing to predict and estimate the risk, arising from endo- and exogenic-based geomorphologic processes.

Conclusions. The received research results allow to develop the engineering-geomorphologic recommendations for recreation-oriented intensive development and to determine the principle bases for creation of a research system dedicated to monitor the development of dangerous geomorphologic processes.

Key words: disaster, exodynamic processes, landslide, mudslide, geomorphological tension.

Введение

Физико-географические и геолого-тектонические особенности северо-восточного склона Большого Кавказа, а также усиливающаяся в последние десятилетия антропогенная нагрузка обусловили высокую напряженность морфолитогеоза территории, в том числе и катастрофическое проявление ряда геоморфологических процессов. По официальным данным, 13 % территории Азербайджана (более 10 тыс. км²) подвержено воздействию опасных геодинамических процессов: под угрозой оползней находится 800 км² (а в зоне высокой оползневой опасности составляет 4040 км²), потопления – 700 км², селей – 1300 км², сейсмодвигов – 6518 км², лавин и снегопадов – 400 км², обвалов – 150 км². Однако, к сожалению, объем информации о природных катастрофических процессах в труднодоступных горных районах мал.

Катастрофа – это нелинейное [1], или скачкообразное [2], изменение состояния геоморфологической системы, причинами которого могут явиться как резкие, так и постепенные изменения внешних условий. За счет аккумуляции критической массы вещества и энергии катастрофические явления могут быть практически у любых процессов, даже у тех, которые имеют «фоновый» характер. Кроме того, существует взаимосвязь процессов и факторов (землетрясения, атмосферные осадки, различные антропогенные воздействия и др.), которые приводят в действие и даже активизируют другие процессы, меняющие фоновые значения на катастрофические [3]. Известно, что многое зависит и от устойчивости комплексов рельефа к воздействию природных и антропогенных факторов. Некоторые исследователи [4] предлагают в регионах нового освоения особое внимание уделять выявлению зон риска, или повышенной напряженности геоморфологических процессов, которые не опасны по отдельности, но в совокупности могут привести к катастрофическим последствиям.

Данная статья посвящена исследованию наиболее активных и катастрофических экзодинамических процессов по степени нарушения ими экологических условий, а также эффективности таких исследований на основе дистанционных методов.

За последние десятилетия накоплен немалый опыт по использованию космических снимков (КС) при изучении экзодинамических процессов в горных регионах [5–8 и др.]. Анализ перечисленных работ выявил следующее: для мелко- и среднемасштабного картографирования ареалов распространения экзодинамических процессов целесообразно использовать КС масштабов 1:2 500 000 – 1:1 000 000. В целях изучения пространственных закономерностей развития экзодинамических процессов, а также средне- и крупномасштабного картографирования наиболее эффективными являются КС масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000.

1. Эндогенные факторы, сейсмичность

Для морфоструктур северо-восточного склона Большого Кавказа характерно чередование продольных (общекавказской субширотной ориентировки) и поперечных ступеней. Их развитие обусловлено дифференцированными неотектоническими поднятиями по продольным и поперечным глубинным разломам с амплитудой воздымания до +2,5–3 км. Эти особенности неотектонического режима и определили формирование высотных морфографических ступеней, а также соответствующие им спектры высотных ландшафтных поясов, а также специфики проявляющихся в их пределах катастрофических экзодинамических процессов.

Горные геосистемы северо-восточного склона Большого Кавказа характеризуются интенсивно расчлененным рельефом и отличаются высоким энергетическим потенциалом развития катастрофических флювиогляциальных, гравитационных, эрозионных и других рельефообразующих процессов. В исследуемой территории наблюдаются крупные горизонтальные перемещения вдоль активных дизъюнктивных дислокаций пластин пород различного возраста и генезиса. Северо-восточный склон отличается высокой сейсмоактивностью (7–8 баллов). Сейсмические явления приурочены к областям контрастного рельефа и активных современных тектонических движений, к зонам активных глубинных разломов и в местах их пересечения – в морфоструктурных узлах. Сейсмодислокации сыграли значительную роль в формировании внешнего облика современного рельефа. Сеймотектонический фактор обуславливает развитие обвалов, оползней, камнепадов, лавин и схода селей. Общие напряженные тангенциальные горизонтальные сжатия в альпийском этапе горообразования на Большом Кавказе в общем и в исследуемом регионе в частности обусловили в новейшем периоде интенсивные дифференцированные подвижки и геодинамическую напряженность. В результате была сформирована современная густая сеть линейных дизъюнктивных и пликативных дислокаций разного порядка, сильно раздробившая консолидированный фундамент исследуемого региона. Разнонаправленные и разнохарактерные лимитирующие линеаменты-разломы предопределили пространственное расположение и разграничили морфологически четко выраженные ступенчато-блоковые морфоструктуры данной территории [8 и др.]. Именно к этим динамически активным линеаментным зонам (Главнокавказский, Сиазань-Самурский, Вельвеличайский, Гарабулагский и др.) приурочены интенсивно развивающиеся сильно дифференцированные экзогенные рельефообразующие процессы.

Следовательно, в результате проведенного морфоструктурного анализа материалов индикационного дешифрирования космических снимков на осно-

ве полевых и аэровизуальных методов исследований выявлены складчато-блоковые морфоструктуры и зоны трещиноватости, являющиеся частью трансрегиональных динеаментов, секущих северо-восточный склон Большого Кавказа. Благодаря этим исследованиям выявлены области активизации катастрофических экзодинамических процессов и сделана попытка их объяснения. В основном катастрофические экзодинамические процессы приурочены к зонам дробления морфоструктурных линеаментов, отдельным тектоническим трещинам и узлам их пересечения.

2. Экзогенный фактор

Наличие высотных морфографических ступеней и климатические условия на северо-восточном склоне Большого Кавказа определяют четко выраженную вертикальную зональность и зональное проявление экзодинамических процессов. Это осложняется своеобразным сочетанием литолого-стратиграфического состава горных пород и пестротой мезо- и микроклимата в изолированных внутренних хребтах и внутригорных впадинах. Наиболее опасные экзодинамические процессы господствуют преимущественно в пределах высокогорий северо-восточного склона Большого Кавказа – на абсолютных высотах от 2000 м и выше. К ним относятся лавины, обвалы, оползни, осыпи, сели и др. Сочетание данных процессов способствует накоплению значительной массы обломочного материала, что приводит к катастрофическим селям.

Общая площадь горных ледников в Азербайджанской части Большого Кавказа составляет 6,6 км². Из них 3,2 км² располагается на северо-восточном склоне. С 1890 по 2000 г. в Азербайджане площадь ледников сократилась на 45 %. Ледники тают со средней скоростью 0,02 м²/год. Ледники находятся в бассейне р. Гусарчай. Общее количество этих ледников – восемь. В 1890 г. был разработан каталог этих ледников. Тогда их площадь составляла 4,9 км². К таянию ледников приводят изменение климата и повышение температуры. Таяние запасов пресной воды фиксируется в основном в июле-августе, а отсутствие осадков и высокая температура в это время года приводят к тому, что ледники постепенно тают. Именно поэтому в июле-августе уровень воды в реках, берущих свое начало в этих ледниках, резко повышается.

В исследуемом регионе очень высока и лавиноопасность. Например, 13 декабря 2013 г. на дорогу Губа-Хыналыг сошла лавина. Снег перекрыл движение к шести селам, расположенным по этой дороге: Хыналыг, Калейхудат, Бастанчи, Джек, Элик и Атудж. Очагами лавин являются кары, углубления на водосборных участках междуречий и в верхних частях склонов, узкие эрозионные врезы. К последним приурочены лотковые лавины, которые являются наиболее разрушительными. Скорость их движения составляет десятки метров в секунду, а давление – от десятков до более сотни тонн на квадратный метр. Чаще распространены лавины в высокогорной зоне (2500–3000 м), возникающие из-за интенсивных снегопадов и оттепелей.

В пределах северо-восточного склона Большого Кавказа вследствие значительных превышений в рельефе и особенностей литолого-стратиграфического состава пород крутизна склонов достигает 35–40° и более. В связи с этим весьма активно развиты склоновые перемещения обломочных масс и такие, угрожающие жизни и хозяйственной деятельности человека явления, как обвалы, оползни и осыпи. Наиболее активные гравитационные процессы

приурочены к следующим комплексам горных пород: третичные глинистые сланцы, глины, сланцы, известняки, песчаники юрского и мелового периодов. Этому способствуют также неотектоническая активность зон разломов, трещиноватость горных пород, выветривание (обвалы, осыпи), эрозия и значительное годовое количество атмосферных осадков на склонах северной экспозиции (оползни) – 800–1000 мм в бассейне р. Вельвеличай, Гусарчай, Гудиалчай и др.

Формирование *обвально-осыпных* склонов на северо-восточном склоне Большого Кавказа обусловлено интенсивным развитием морозного и физического выветриваний, которые в высокогорье повсеместно происходят, отсутствием почвенно-растительного покрова. Обвально-осыпные процессы распространены во всех вертикальных поясах, на склонах речных долин, нагорных плато, склонах трогов и каров. Крупные обвальные массы характерны для склонов Шахдагского, Гызылгаинского (рис. 1) и Будугского плато. Неустойчивы и подвержены обвалам-осыпям склоны троговых долин, каров и цирков в пределах водораздельных пространств северного склона Главного Кавказского хребта. Крупные обвально-осыпные массы характерны для склонов троговых долин Туфандаг, Курве, Гаранлыг и др.



Рис. 1. Обвальные процессы на Гызылгаинском массиве
(фото – август 2012 г.)

На северных склонах Главного Кавказского хребта осыпные склоны встречаются чаще, чем обвальные, более характерные для склонов Бокового хребта. Осыпные склоны имеют денудационные и аккумулятивные части. Нижняя (аккумулятивная) часть осыпного склона является единичным конусом осыпей или целым шлейфом. Вершины осыпных конусов выдвинуты вверх навстречу ложбинам, расположенным под скальными уступами, и естественным путем поддерживают выпуклый профиль нижней части осыпи. Распределение обломков на теле обвальных и осыпных склонов носят хаотический характер, что объясняется различной литологией слагающих горных пород. Мощность аккумулятивных частей осыпных конусов, в зависимости от крутизны и характера глубины расчленения склонов, неодинакова. Невысокие, относительно крутые склоны речных долин отличаются формированием маломощных осыпных накоплений из-за отсутствия вогнутых участков на склонах и широких базисов у подошв склонов. Осыпи со склонов поступают

в русла рек и постепенно уносятся. Такие осыпные склоны характерны для высокогорных участков речных долин Гусарчай (рис. 2), Гудиалчай, Вельвеличай, Джимичай и для тех частей, которые врезаются в синклинальное плато Шахдаг-Гызылгаинского массива. Там, где осыпи опираются на широкое основание – пойму, широкое дно долины межгорных котловин, – они иногда имеют мощность 20–25 м. Это объясняется исходным выработанным, вогнутым поперечным профилем долин и склонов продольно вытянутых эрозионных хребтов.



Рис. 2. Осыпные процессы р. Гусарчай
(фото – август 2012 г.)

В других условиях происходит развитие гравитационных процессов Бокового хребта – Шахдагского, Гызылгаинского и Будугского синклинальных высокогорных плато. Денудационная часть обвально-осыпных склонов приурочена к крутым обрывам и карнизам гравитационно-тектонического происхождения, к зонам вертикального смещения отдельных известняковых блоков по линиям разломов. Высота обвалов колеблется в пределах от нескольких десятков метров до 500–600 м. Аккумулятивная часть склонов занимает не менее значительную площадь, обрамляя подошвы северных и южных склонов шириной 6–8 км. Отдельные крупные глыбы известняков, объемом несколько сот кубических метров перемещаются на расстояние 1,2–1,3 км. Нередко, эти отложения, заполняя дно продольных котловин (верховья р. Гусарчай), накапливаются у подошв противоположного склона. Обширные делювиальные шлейфы с холмисто-бугристым рельефом созданы обвально-осыпным материалом у южного крыла гор Шахдаг и Гызылгайя – у левого борта долины р. Шахнабадчай, урочища Аташгях [9].

В пределах северо-восточного склона Большого Кавказа *оползни* распространены в низко- и среднегорье, где развиты известняки, глины, песчаники и глинистые сланцы. Они также обусловлены сложным тектоническим строением, густой трещиноватостью горных пород, наличием активно развивающихся разломов и надвигов, обилием интенсивных атмосферных осадков (рис. 3).

Данный регион является сейсмически активным, следовательно, частые землетрясения способствуют отрыву и сползанию оползневого материала. По генетическим и морфологическим особенностям оползни относятся к делювиальным (соскальзывающим).



Рис. 3. Оползень на дороге Губа-Гонагкэнд
(фото – 26 марта 2013 г.)

Таковыми являются оползни на северных и южных склонах Бокового хребта, на южном склоне Главного Кавказского хребта, в пределах бассейнов р. Гусарчай, Гудиалчай, Вельвеличай, в верховьях Гарачай, Агчай, Джимичай и др. Оползневые потоки распространены на склонах синклинальных плато, моноклиальных гряд и хребтов в пределах аридных и полумаридных зон низкогорья. Это оползневые потоки в бассейнах р. Атачай, Гильгильчай, Тугчай и местами в среднем течении р. Вельвеличай. Нередко огромные массы срыва в виде оползневых потоков с холмисто-грядовой поверхностью заполняют днища речных долин (Бахышлинский оползень-поток в бассейне р. Атачай заполняет дно реки на расстояние 7–8 км, полностью перекрывает коренное дно). Широко развиты оползни «ишгыны», которые являются более динамичными в отличие от классических оползней. К таковым относятся «ишгыны» площадью до 1–1,5 км² – Атучский, Шахдюзинский, Далигаинский, Хызынский, Нохурларский и др. В низкогорном и предгорном поясах оползневые потоки деляпсивного типа также широко распространены. Они развиты на морских терригенных, карбонатно-терригенных, континентально-аллювиальных отложениях неогена, палеогена, верхнего мела (верхнее течение р. Гильгильчай, в бассейнах Атачай, Гарачай, Агчай и др.). Кроме того, на северо-восточном склоне Большого Кавказа распространены оплывины, которые имеют небольшой размер в несколько сот квадратных метров, затрагивая склоновые отложения мощностью 1–2 м. На Гусарской наклонной равнине они сложены конгломератами, песчаниками, глинами и галечниками. Имеют место также оползни-обвалы, особенно в высокогорных и среднегорных поясах (Шахдагский, Гызылгаинский, Будугский и др.), где сейсмичность и ее энергия рельефа очень большие.

На развитие и формирование экзодинамических процессов северо-восточного склона Большого Кавказа существенное влияние оказывают густота речной сети, интенсивные боковая и глубинная речная эрозия, расчленение склонов (верховья рек Гусарчай, Гудиалчай, Гарачай, Агчай, Вельвеличай, Гильгильчай и др.). Густота речной сети в пределах региона равна 0,7–0,8 км/км², что связано с обильными атмосферными осадками, слабым развитием лесного покрова, слабой водопроницаемостью слагающих горных пород. В высокогорном и среднегорном поясах густота гидросети равна 0,4–0,7 км/км², в низкогорном – 0,1–0,2 км/км². Об интенсивном развитии водно-эрозионных

процессов свидетельствует и среднегодовая мутность рек. Например, в нижнем течении рек на Гусарской наклонной равнине (здесь густота речной сети достигает $0,10 \text{ км/км}^2$) и Самур-Девичинской низменности мутность рек достигает $4000\text{--}8000 \text{ г/м}^3$.

Среднегодовой сток в пределах региона распределен неравномерно. В высокогорном поясе он равен $10\text{--}35 \text{ л/с с } 1 \text{ км}^2$ и больше, в среднегорье – $5\text{--}10 \text{ л/с с } 1 \text{ км}^2$, а в низкогорье от $0,5$ до $5 \text{ л/с с } 1 \text{ км}^2$, что влияет на распределение мутности рек.

Большое значение для развития эрозионных процессов имеет крутизна склонов, которая на Шахдаге, Будуге и Гызылгае колеблется от 40 до $80\text{--}90^\circ$. Они окаймляют верхние истоки в пределах скального пояса и образуют глубокие воронкообразные участки. Кроме того, в исследуемом регионе идет интенсивный смыв с поверхности водосборов. Здесь модуль стока наносов меняется от 538 т/км^2 (р. Гарачай) до 2374 т/км^2 (р. Вельвеличай). Средняя интенсивность поверхностного смыва в горной части северо-восточного склона Большого Кавказа равна $0,50 \text{ км/год}$.

С величиной смыва с поверхности водосборов связано и распространение *селей*, которые приурочены к территории, где интенсивность смыва равна от 2000 до 4000 т/год . Грязевые и водокаменные сели развиты там, где смыв не менее 2000 т/год . Являясь комплексным природным явлением, сели и созданные им формы повсеместно находят свое отражение в рельефообразовании. В пределах высокогорья – это рытвины, борозды, промоины, осыпи, конусы выноса линейно-эрозионных образований. В среднегорье – боковые конусы в устьях притоков, осыпи на склонах, широкое развитие оползней. В пределах низкогорья (аридный пояс) – оползни, конусы выноса оврагов и балок, интенсивно расчлененного бедлендового рельефа. Следовательно, селевой процесс обусловлен орографическими, гипсометрическими, геолого-тектоническими, климатическими особенностями и оказывает влияние на перераспределение боковой и глубинной эрозии.

Селевые процессы часто повторяются в бассейнах р. Гудиалчай¹ (рис. 4), Гильгильчай, Атачай, Шабранчай.



Рис. 4. Сель на р. Гудиалчай
(фото – 29 августа 2013 г.)

¹ Пострадало около 100 домов сел Алексеевка и Красная слобода Губинского района.

Следы грязекаменных и грязевых селей в виде селевых валов, грязевых масс сохранились в широких поймах р. Гильгильчай, Атачай, Вельвеличай и др. Селевые очаги типа эрозионных воронок характерны для высокогорных частей бассейнов р. Гусарчай, Гудиялчай, Вельвеличай, Джимичай, Бабачай и др. Селевые образования бассейнов р. Гильгильчай, Атачай, Девечичай, Шабранчай, Тугчай, Тахтакерпю приурочены к оползневым и оползне-селевым потокам.

3. Антропогенный фактор

Катастрофические геоморфологические процессы в первую очередь оказывают негативное воздействие на жизнедеятельность человека, однако и хозяйственная деятельность людей провоцирует негативные экзодинамические процессы. При несоблюдении принципов рационального природопользования и при увеличении плотности населения нагрузки на природные ландшафты усиливаются, соответственно, напряженность экзодинамических процессов возрастает. Например, строительство горнолыжного комплекса «Шагдаг», строительство водохранилища «Тахтакерпю», прокладка железных и автомобильных дорог, подрезка склонов, вырубка лесов, чрезмерный перевыпас скота и др. активизируют склоновые процессы: участились обвалы, сползание оползневых масс, осыпи, сели, усилились эрозионные процессы.

Проведенный анализ показал, что сами по себе отдельные экзодинамические процессы северо-восточного склона Большого Кавказа не столь опасны. Но их совокупность, взаимодействие и интенсивность провоцирующих внешних факторов повышают риск масштабных катастрофических явлений. Нередко последние представляют собой цепочку экстремальных процессов, последовательность и совокупность которых в результате и приводит к катастрофам.

Из вышеизложенного следует, что на ход рельефообразования исследуемой территории воздействие оказывает большое количество природных и антропогенных факторов, которые провоцируют высокую напряженность экзодинамических процессов северо-восточного склона Большого Кавказа.

В результате детальной обработки всех доступных материалов и данных, полученных в полевых условиях и на основе дешифрирования КС, нами проведены картографирование экзогенных рельефообразующих процессов и оценка экзодинамической напряженности в Шагдаг-Гызылгаинском регионе. Данная территория отличается своей репрезентативностью и набором сложных, разновременных эколого- и инженерно-геоморфологических характеристик эндо- и экзодинамических процессов (рис. 5). По степени экзодинамической напряженности выявлены пять районов: крайне напряженные территории – 17–20 баллов; сильно напряженные территории – 14–17 баллов; напряженные территории – 10–14 баллов; средненапряженные территории – 6–10 баллов; слабонапряженные территории – менее 5 баллов. Составленная карта-схема дает возможность выявить современную тенденцию развития экзодинамических процессов в труднодоступном горном регионе, прогнозировать и оценивать риск, исходящий от катастрофических явлений (лавины, оползни, обвалы, осыпи, сели и др.), которые с каждым годом приобретают все большую остроту и актуальность на северо-восточном склоне Большого Кавказа [10, 11].

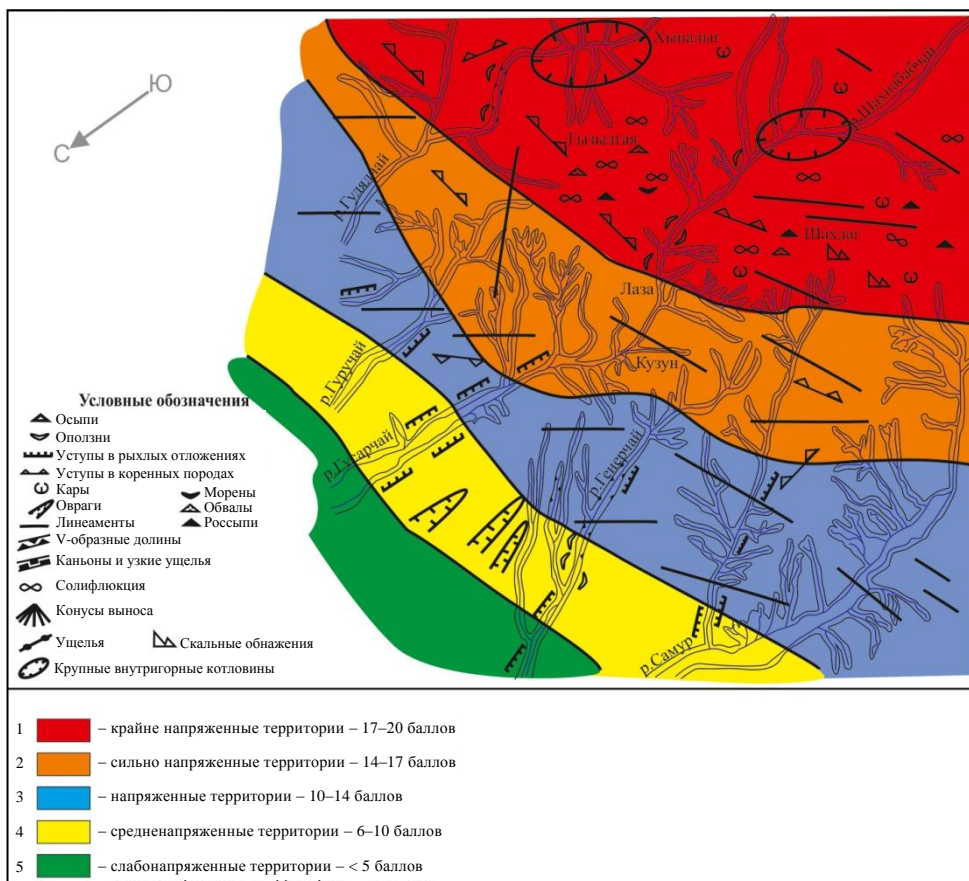


Рис. 5. Фрагмент карты-схемы оценки экзодинамической напряженности на северо-восточном склоне Большого Кавказа (Шахдаг-Гызылгаинский горный регион)

Выводы

1. В результате проведенных комплексных геоморфологических исследований выявлены районы наиболее интенсивных проявлений экзодинамических процессов, которые приурочены к зонам дробления текущих морфо-структурных линеаментов, отдельным тектоническим трещинам и узлам их пересечений.

2. Морфология рельефа, литология слагающих горных пород, тип увлажнения и наличие или отсутствие растительности обуславливают характер и высокую потенциальную интенсивность процессов рельефообразования территории, а сейсмические толчки, антропогенное воздействие запускают «механизм» в действие.

3. Для выявления закономерностей распределения напряженности экзодинамических процессов региона и выделения зон потенциального риска развития катастроф необходимо проведение дальнейших исследований, в том числе постоянного мониторинга и картографирования с учетом интенсивности потенциального воздействия природных и антропогенных факторов.

Список литературы

1. Александров, С. М. Нелинейность рельефообразующих процессов и экстремальные ситуации / С. М. Александров. – М. : РФФИ, ИГ РАН, 1996. – 112 с.

2. **Ананьев, Г. С.** Катастрофические процессы рельефообразования / Г. С. Ананьев. – М. : Изд-во МГУ, 1998. – 101 с.
3. **Готванский, В. И.** Влияние природных и антропогенных факторов на напряженность геоморфологических процессов на Дальнем Востоке / В. И. Готванский, Е. В. Лебедева // Геоморфология. – 2010. – № 2. – С. 26–35.
4. **Лебедева, Е. В.** Природные и антропогенные предпосылки напряженности геоморфологических процессов Анд / Е. В. Лебедева // Геоморфология. – 2013. – № 4. – С. 48–61.
5. **Скарятин, В. Д.** Применение метода многоступенчатой генерализации при изучении геологических структур разного масштаба (на примере Северного Кавказа) / В. Д. Скарятин // Исследования природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология / В. Д. Скарятин. – М., 1976. – Т. V. – С. 123–141.
6. **Сладкопевцев, С. А.** Изучение и картографирование рельефа с использованием аэрокосмической информации / С. А. Сладкопевцев. – М. : Недра, 1982. – 216 с.
7. **Ревзон, А. Л.** Космическая информация и прогнозирование экзогенных процессов / А. Л. Ревзон, Б. Л. Юровский // Исследования Земли из космоса. – 1983. – № 4. – С. 47–53.
8. **Ализаде, Э. К.** Закономерности морфоструктурной дифференциации горных сооружений восточного сегмента центральной части Альпийско-Гималайской шовной зоны (на основе материалов дешифрирования КС) : автореф. дис. ... д-ра географ. наук / Ализаде Э. К. – Баку, 2004. – 53 с.
9. **Ализаде, Э. К.** Экзоморфодинамика рельефа гор и ее оценка (на примере северо-восточного склона Большого Кавказа) / Э. К. Ализаде, С. А. Тарихазер. – Баку : Viktoriya, 2010. – 236 с.
10. **Тарихазер, С. А.** Разработка методики дешифрирования морфоскульптур горных стран (на примере северо-восточного склона Большого Кавказа) : автореф. дис. ... канд. географ. наук / Тарихазер С. А. – Баку, 1997. – 24 с.
11. **Ализаде, Э. К.** Некоторые характерные особенности эколого- и инженерно-геоморфологической оценки северо-восточного склона Большого Кавказа (в пределах Азербайджана) / Э. К. Ализаде, С. А. Тарихазер // Географический Вестник. – Пермь, 2012. – № 3 (22). – С. 20–36.

References

1. Aleksandrov S. M. *Nelineynost' rel'efoobrazuyushchikh protsessov i ekstremal'nye situatsii* [Nonlinearity of relief-forming processes and emergency situations]. Moscow: RFFI, IG RAN, 1996, 112 p.
2. Anan'ev G. S. *Katastroficheskie protsessy rel'efoobrazovaniya* [Catastrophic processes of relief formation]. Moscow: Izd-vo MGU, 1998, 101 p.
3. Gotvanskiy V. I., Lebedeva E. V. *Geomorfologiya* [Geomorphology]. 2010, no. 2, pp. 26–35.
4. Lebedeva E. V. *Geomorfologiya* [Geomorphology]. 2013, no. 4, pp. 48–61.
5. Skaryatin V. D. *Issledovaniya prirodnoy sredy kosmicheskimi sredstvami. Geologiya i geomorfologiya* [Natural environment research by space means. Geology and geomorphology]. Moscow, 1976, vol. V, pp. 123–141.
6. Sladkoptevtsev S. A. *Izuchenie i kartografirovaniye rel'efa s ispol'zovaniem aerokosmicheskoy informatsii* [Relief research and mapping using aerospace information]. Moscow: Nedra, 1982, 216 p.
7. Revzon A. L., Yurovskiy B. L. *Issledovaniya Zemli iz kosmosa* [Research of the Earth from space]. 1983, no. 4, pp. 47–53.
8. Alizade E. K. *Zakonomernosti morfostrukturnoy differentsiatsii gornyx sooruzheniy vostochnogo segmenta tsentral'noy chasti Al'piysko-Gimalayskoy shovnoy zony (na osnove materialov deshifirovaniya KS): avtoref. dis. d-ra geograf. nauk* [Regularities of

- morphostructural differentiation of mountain structures of the eastern segment of the central part of the Alpine-Himalayan seam zone (on the basis of SI decoded materials): author's abstract of dissertation to apply for the degree of the doctor of geographical sciences]. Baku, 2004, 53 p.
9. Alizade E. K., Tarikhazer S. A. *Ekzomorfodinamika rel'efa gor i ee otsenka (na primere severo-vostochnogo sklona Bol'shogo Kavkaza)* [Exomorphodynamics of a mountain relief and estimation thereof (by the example of the north-east slope of Caucasus mountains)]. Baku: Viktoriya, 2010, 236 p.
 10. Tarikhazer S. A. *Razrabotka metodiki deshifirovaniya morfoskul'ptur gornyykh stran (na primere severo-vostochnogo sklona Bol'shogo Kavkaza): avtoref. dis. kand. geograf. nauk* [Development of decoding methods for morphosculptures of mountain countries (by the example of the north-east slope of Caucasus mountains): author's abstract of dissertation to apply for the degree of the candidate of geographical sciences]. Baku, 1997, 24 p.
 11. Alizade E. K., Tarikhazer S. A. *Geograficheskiy Vestnik* [Geographical bulletin]. Perm, 2012, no. 3 (22), pp. 20–36.

Ализаде Эльбрус Керим оглы

доктор географических наук, профессор, заместитель директора по научной части, Институт географии им. акад. Г. А. Алиева Национальной академии наук Азербайджана (Азербайджан, г. Баку, пр. Г. Джавида, 115)

E-mail: elgeom@mail.ru

Alizade Elbrus Kerim oghlu

Doctor of geographical sciences, professor, deputy director for research, Institute of Geography named after academician H. A. Aliyev of the Azerbaijan National Academy of Science (115 H. Javid avenue, Baku, Azerbaijan)

Тарихазер Стара Абульфаз гызы

кандидат географических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Институт географии им. акад. Г. А. Алиева Национальной академии наук Азербайджана (Азербайджан, г. Баку, пр. Г. Джавида, 115)

E-mail: kerimov17@gmail.com

Tarikhazer Stara Abulfaz gizi

Candidate of geographical sciences, associate professor, leading research worker, Institute of Geography named after academician H. A. Aliyev of the Azerbaijan National Academy of Science (115 H. Javid avenue, Baku, Azerbaijan)

УДК 502; 574 /47. 9245/

Ализаде, Э. К.

Современные тенденции усиления геоморфодинамической напряженности в горных регионах (на примере северо-восточного склона Большого Кавказа) / Э. К. Ализаде, С. А. Тарихазер // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 3 (7). – С. 68–79.

ВЕТВИ СПАДА ГИДРОГРАФОВ ПАВОДКОВ КАК ПОКАЗАТЕЛИ АНТРОПОГЕНИЗАЦИИ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ (КАРПАТО-ПОДОЛЬСКИЕ ПРИТОКИ ДНЕСТРА)

Аннотация.

Актуальность и цели. Режим паводка существенно зависит от антропогенных воздействий на поверхность водосбора. Гипотеза универсальности эпюры фазы спада позволяет использовать оценку коэффициента истощения гидрографа как признака антропогенизации бассейна.

Материалы и методы. Используются материалы ежедневных паводочных расходов воды 81 гидрологического створа по материалам гидрологических ежегодников. Обработаны информация топографических и тематических карт землепользования, а также ретроспектива статистических материалов управлений институтов «Земпроект». Известные статистические картографические методы сконцентрированы в так называемом бассейновом подходе при оценке интенсивности землепользования. За период 1930–2009 гг. рассмотрены пространственное распространение и временное распространение коэффициентов истощения кривой спада гидрографа паводка как показателя антропогенизации речных бассейнов карпато-подольских притоков Днестра.

Результаты. Редукция по площади отображается интенсивным увеличением коэффициентов истощения кривой спада гидрографа паводка на меньших бассейнах. Его распределение показывает значительно большие значения коэффициентов для левобережных притоков Днестра, чем для остальной территории, что обусловлено как физико-географическими факторами, так и ростом антропогенной деятельности в регионе исследований. Очевидно сходство оценок антропогенных изменений в бассейнах карпато-подольских притоков Днестра с уровнями хозяйственной освоенности бассейнов притоков Днестра методом кривой спада гидрографа паводка за 2001–2009 гг.

Выводы. Оценены особенности антропогенных изменений в речных бассейнах и их влияние (прямое или обратное) на величину значений коэффициентов истощения кривой спада гидрографа паводка. Выполнен сравнительный анализ расчетов тремя методами оценки антропогенной нагрузки на природные комплексы в бассейнах карпато-подольских притоков. Пространственное распределение результатов расчетов по предлагаемому нами методу успешно протестировано подходами Гофмана и достаточно близко коррелирует с оценкой экологической сети «Зой» (Швейцария).

Ключевые слова: кривая спада, гидрограф паводка, антропогенная нагрузка.

V. G. Yavkin, A. A. Mel'nik

RECESSION CURVES OF FLOOD HYDROGRAPHS AS INDICATORS OF ANTHROPOGENIZATION OF RIVER BASINS (CARPATHIAN-PODOLSK TRIBUTARIES OF THE DNIESTER)

Abstract.

Background. Flood modes significantly depend on the anthropogenic impacts on the surface of water catchments. The hypothesis of universality of the diagram of the recession phase allows to use the coefficient of hydrograph exhaustion as a sign of basin anthropogenization.

Materials and methods. The authors used the materials of daily flood water consumption of the 81st hydrological section according to the materials of hydrological yearbooks. The researchers processed the information from topographic and thematic maps of land use, as well as the retrospective statistical data of the “Zemproekt” Institute’s departments. The well-known statistical mapping methods are concentrated in the so-called basin approach to assessment of land use intensity. The authors considered the spatial and temporal distribution of the depletion rate of the recession curve of the flood hydrograph as an indicator of river basins anthropogenization for Carpathian-Podolsk tributaries of the Dniester in the period from 1930 to 2009.

Results. The reduction in size is displayed by the intense increase in the depletion rate of the recession curve of the flood hydrograph in smaller basins. Its distribution shows significantly higher values for the coefficients of the left-bank tributaries of the Dniester, than for the rest of the territory, which is due to both the physical and geographical factors and the increasing human activity in the region of research. The similarity of anthropogenic changes in the basins of the Carpathian-Podolsk tributaries of the Dniester at the levels of economic development of the basin tributaries of the Dniester by the recession curve of the flood hydrograph for the period of 2001–2009 is obvious.

Conclusions. The authors estimated the features of anthropogenic changes in river basins and their impact (direct or reverse) on the value of the depletion coefficient of the recession curve of the flood hydrograph. The researchers carried out a comparative analysis of calculations by three methods of assessment of human impact on the natural systems in the basins of the Carpathian-Podolsk tributaries. The spatial distribution of the results of calculations by the proposed method was successfully tested by the Hoffmann approaches and sufficiently closely correlates with the assessment of the “Zoe” ecological network (Switzerland).

Key words: recession curve, flood hydrograph, anthropogenic loading.

Постановка проблемы

При оценке влияния подстилающей поверхности на водный режим рек применяют метод сравнения объектов по показателям лесистости, заболоченности, озерности и др. В большинстве случаев отклонения водного режима объекта от ожидаемого зонального вызвано не одним фактором (например, наличием или отсутствием леса), а сложным природно-хозяйственным комплексом (рельеф, почвы, землепользование и т.д.) [1–3].

Составляющие гидрографа паводка проявляют заметную чувствительность к антропогенным изменениям на водосборе, в первую очередь уровню хозяйственной нагрузки на речной бассейн. Использование характеристик кривой подъема, максимального мгновенного или суточного расхода воды, выгнутость формы на спаде гидрографа позволяют в свою очередь выявить признаки изменений параметров гидрографа под влиянием хозяйственной деятельности человека.

Результаты исследования и обсуждение

После прохождения максимального расхода наступает фаза спада паводка. Крутизна ветви спада гидрографа определяет комплексные условия водоотдачи всей трансформационной камеры бассейна. В этот комплекс входят лесистость, свойства почв, эрозионное расчленение с определенной спецификой карст.

Особенно заметно, что многолетние изменения условно осредненной формы гидрографа происходят, безусловно, под влиянием хозяйственной деятельности. Позиции методики изложены и предложены в работах [4–6, 7].

Удельная величина коэффициента истощения паводка вместе с продолжительностью спада является общей для всех речных бассейнов [4]. Отклонение от нормированной кривой, на наш взгляд, объясняется акцентированной спецификой стокоформирующих комплексов бассейнов.

Коэффициент истощения стока как основа для поиска обобщенных связей рассчитывается по формуле

$$K_{\text{ист}} = \frac{Q_2}{Q_1}; \frac{Q_3}{Q_2}; \frac{Q_n}{Q_{n-1}},$$

где Q_1, \dots, Q_n – расходы воды, которые последовательно уменьшаются в заданном расчетном интервале времени Δt_n .

Выборки коэффициентов истощения стока выполнены в двух вариантах. В первом случае было установлено, что за последние 120 лет наибольшие годовые расходы воды в бассейне Днестра в 80 % случаев обусловлены летними дождями. Для большей унификации сезонности использовано только паводкопрохождение в июле.

Но календарное ограничение создало не совсем корректную выборку. Многолетние ряды максимальных расходов июля содержат много малых паводков, в которых параметры гидрографов сильно маскируются (мощное проявление шумов) под влиянием других факторов. Чтобы избавиться от проявлений, мешающих проверить эффект воздействия хозяйственной деятельности на характеристики паводков, многолетние ряды наблюдений далее сформированы включением паводков всего теплого периода.

На 64 водосборах карпато-подольских притоков Днестра (30 бассейнов – подольские притоки) определены коэффициенты истощения кривой спада гидрографов паводков теплого периода 1930–2009 гг.

Временное распределение изменения коэффициента истощения кривой спада гидрографа паводка представлено на рис. 1.

Коэффициент истощения кривой спада гидрографа паводка во времени в течение теплого периода в 28 случаях из 67 уменьшается. Но для июльских паводков он уменьшается только в семи случаях, что подтверждает проявление шумов при календарном ограничении (исключительно июль). В шести случаях наблюдается уменьшение значений как для всего теплого периода, так и исключительно для июля, а в 37 случаях рост коэффициентов в обоих случаях (табл. 1, 2).

Таблица 1

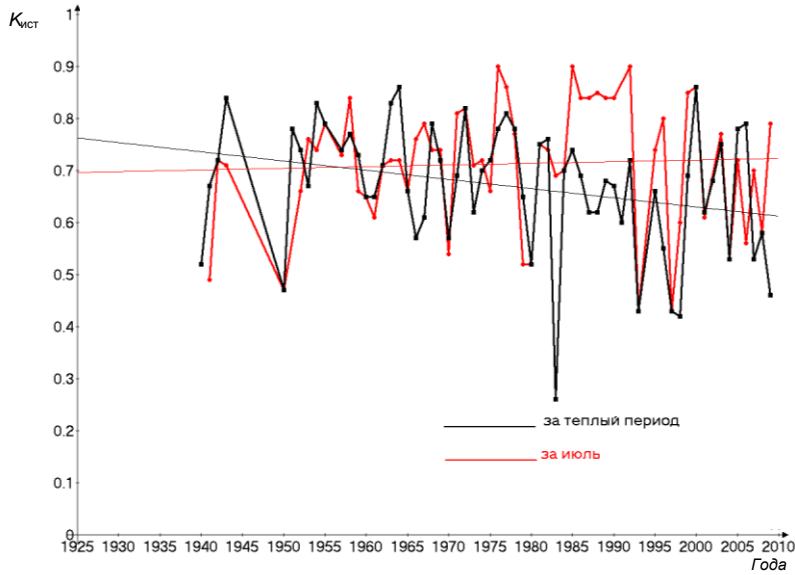
Временные тренды $K_{\text{ист}}$ для бассейнов подольских притоков Днестра в течение 1930–2009 гг.

Бассейны подольских притоков Днестра				
	Теплый период		Июль	
	Количество	%	Количество	%
Уменьшение	2	7	3	11
Уменьшение	26	93	25	89

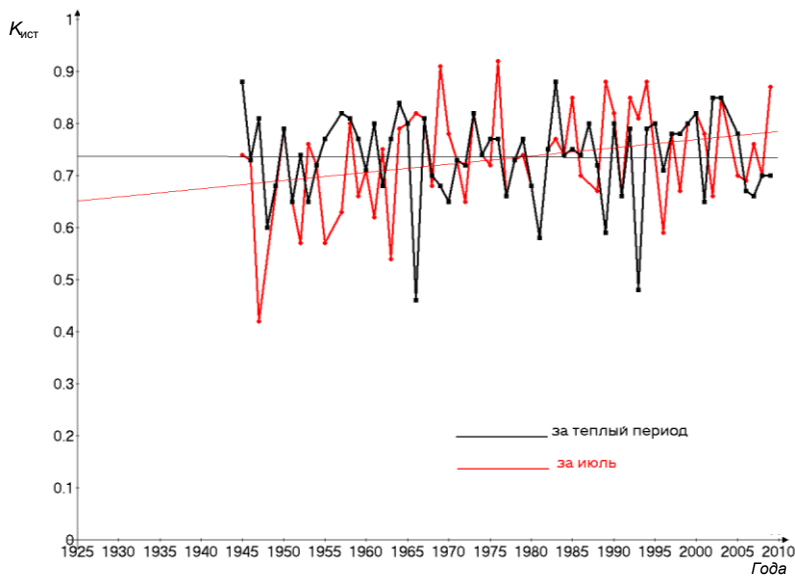
Таблица 2

Временные тренды $K_{ист}$ для бассейнов
остальных притоков Днестра в течение 1930–2009 гг.

Бассейны остальных притоков Днестра				
	Теплый период		Июль	
	Количество	%	Количество	%
Уменьшение	26	67	4	11
Уменьшение	13	33	31	89



а)



б)

Рис. 1. Временное распределение коэффициентов истощения кривой спада гидрографа паводка для бассейнов:
а – р. Тисменица-Дрогобыч; б – р. Орава-х.Святослав

Время существования условно единичного гидрографа – 5–7 дней в зависимости от места нахождения, площади бассейнов и характера освоенности территории. Для всей исследуемой территории среднее значение $K_{ист} = 0,76$, в частности для бассейнов подольских притоков Днестра среднее значение $K_{ист} = 0,79$, а для остальной территории – 0,73.

Редукция по площади отображается интенсивным увеличением коэффициентов истощения кривой спада гидрографа паводка на меньших бассейнах.

Вместе с тем нормированная величина коэффициента кривой истощения в пределах всей ветви спада каждого гидрографа сохраняет отличия от синтетического. Временные зависимости продуктивнее при использовании не среднего, а минимального значения коэффициента истощения [5, 6].

Временная и пространственная чувствительность к антропогенным изменениям кривой спада гидрографа паводка в бассейне представлена на рис. 2–8.

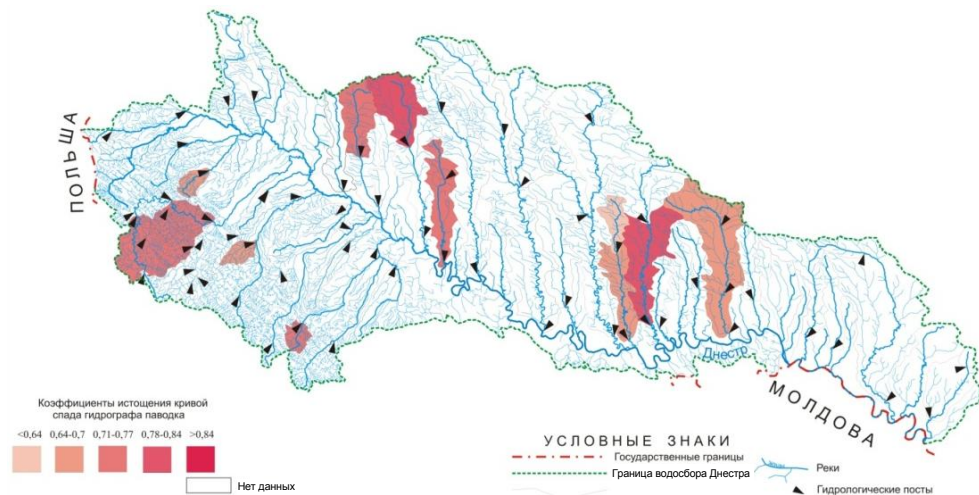


Рис. 2. Распределение осредненных (1936–1950 гг.) коэффициентов истощения кривой спада гидрографа паводка в бассейнах карпато-подольских притоков Днестра

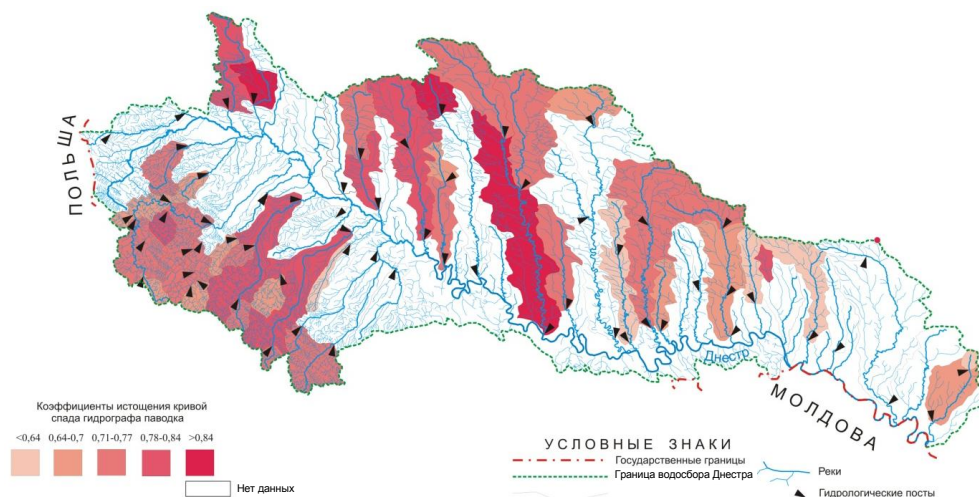


Рис. 3. Распределение осредненных (1951–1960 гг.) коэффициентов истощения кривой спада гидрографа паводка в бассейнах карпато-подольских притоков Днестра

Для бассейнов центральной территории Днестровского Подолья от начала наблюдений до конца 60-х гг. значения уменьшаются в среднем с 0,75–0,77 до 0,65–0,67. Для бассейнов восточной и западной территории Подолья наблюдается рост коэффициентов с 0,60 до 0,69–0,7.

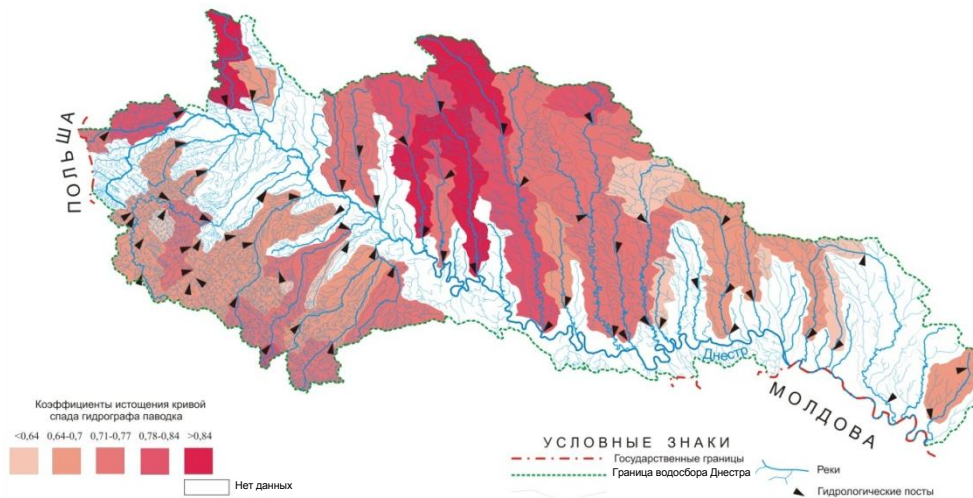


Рис. 4. Распределение осредненных (1961–1970 гг.) коэффициентов истощения кривой спада гидрографа паводка в бассейнах карпато-подольских притоков Днестра

С 1970-х гг. до начала XXI в. постепенно увеличиваются коэффициенты истощения кривой спада гидрографа паводка до 0,80–0,89 на всей территории.

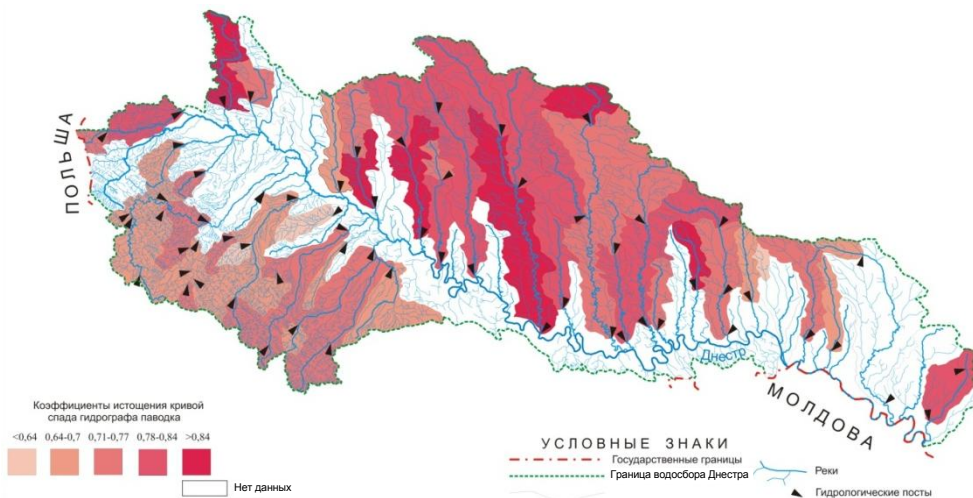


Рис. 5. Распределение осредненных (1971–1980 гг.) коэффициентов истощения кривой спада гидрографа паводка в бассейнах карпато-подольских притоков Днестра

Для карпатской части Днестра распределение следующее. К концу 1960-х гг. наблюдается уменьшение значений коэффициентов в среднем с 0,75–0,79 до 0,64–0,69 для многих бассейнов; к началу 1980-х гг. существенных изменений нет, за исключением западной части – значения еще уменьшились: с 0,64 до 0,56.

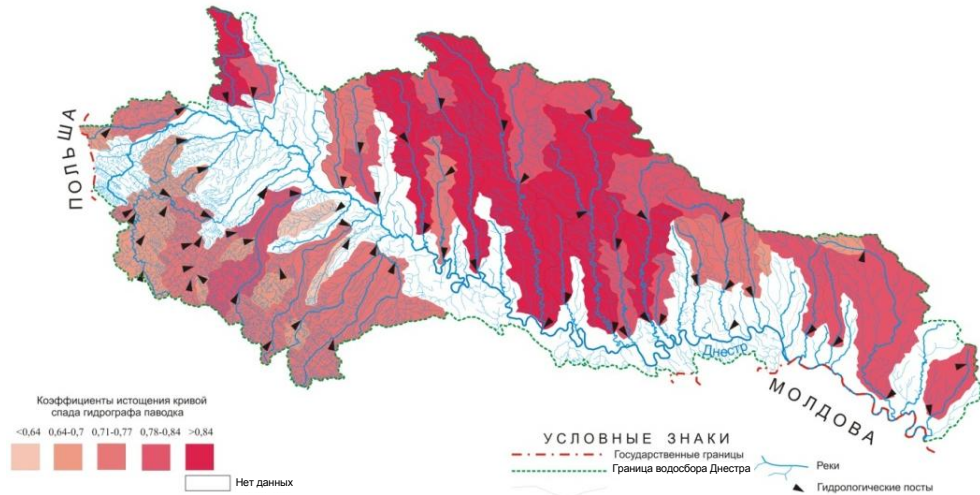


Рис. 6. Распределение осредненных (1981–1990 гг.) коэффициентов истощения кривой спада гидрографа паводка в бассейнах карпато-подольских притоков Днестра

С начала 1980-х гг. по 2000 г. состоялось заметное увеличение $K_{ист}$ у многих бассейнов, кроме верховьев р. Стрый и Тисьменица ($K_{ист} < 0,64$).

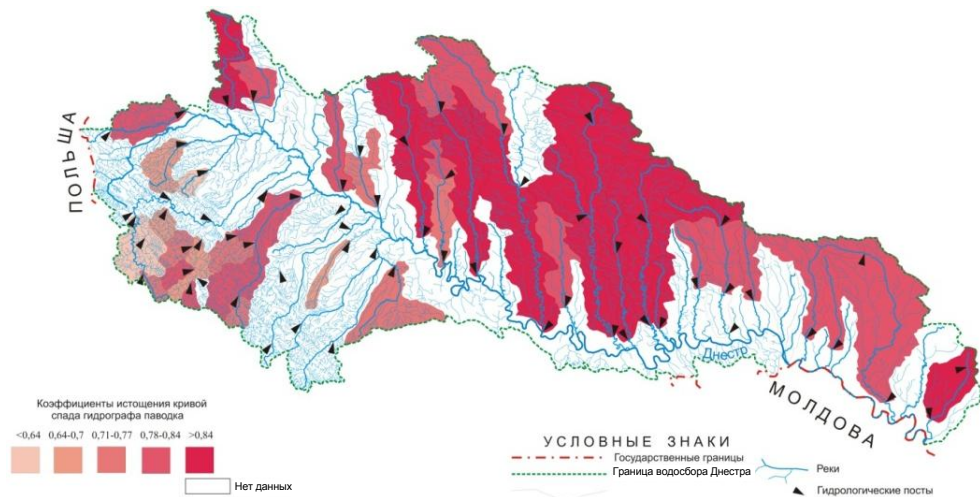


Рис. 7. Распределение осредненных (1991–2000 гг.) коэффициентов истощения кривой спада гидрографа паводка в бассейнах карпато-подольских притоков Днестра

В течение 2001–2009 гг. величина значений $K_{ист}$ для левобережных притоков Днестра стала выше. В Карпатах коэффициенты истощения кривой спада паводка уменьшились по сравнению с предыдущим десятилетием для многих бассейнов рек (см. рис. 8).

На основе средних временных значений $K_{ист}$ каждого бассейна выполнено пространственное обобщение (рис. 9).

Распределение $K_{ист}$ показывает для левобережных притоков Днестра значительно большие значения коэффициентов, чем для остальной территории, что обусловлено как физико-географическими факторами, так и ростом антропогенной деятельности в регионе исследований.

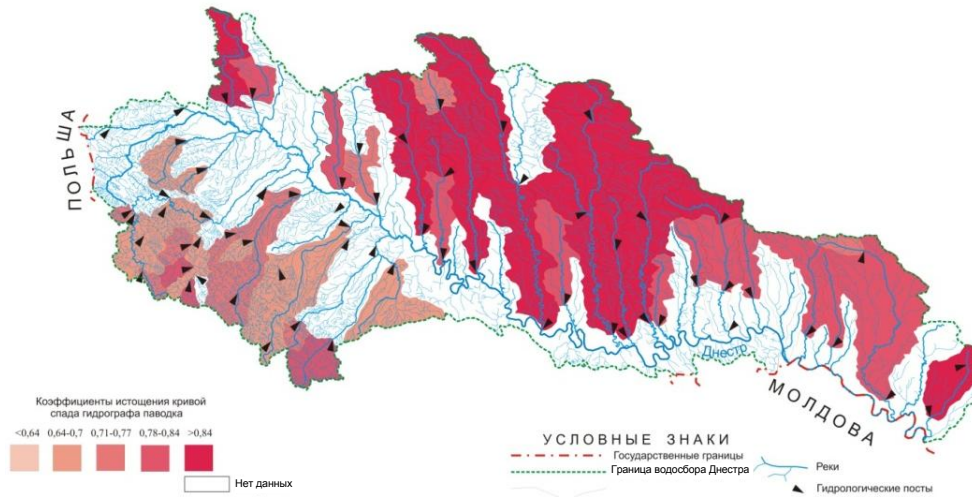


Рис. 8. Распределение осредненных (2001–2009 гг.) коэффициентов истощения кривой спада гидрографа паводка в бассейнах карпато-подольских притоков Днестра

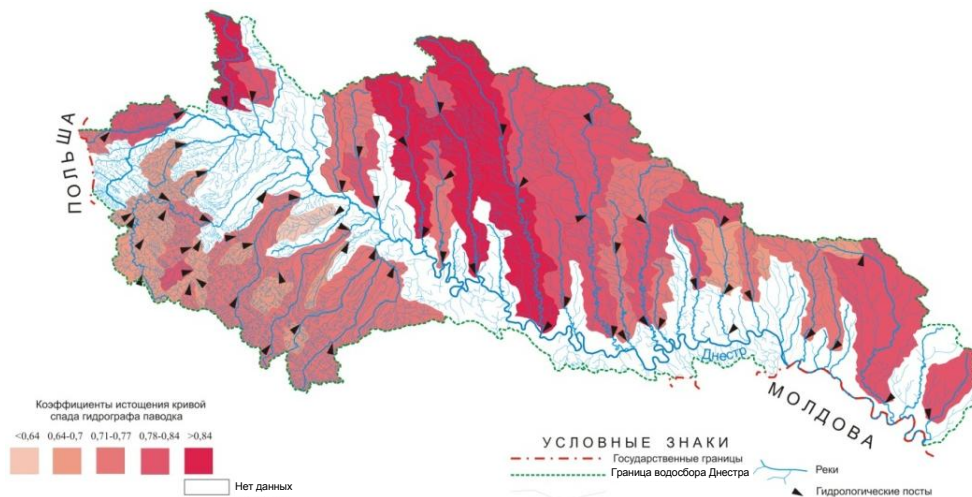


Рис. 9. Распределение осредненных (1936–2009 гг.) коэффициентов истощения кривой спада гидрографа паводка в бассейнах карпато-подольских притоков Днестра

Предварительные результаты временного и пространственного изменения среднего коэффициента кривой истощения гидрографа паводка можно оценить с помощью особенностей пространственного и временного распределения антропогенной измененности для территории исследования.

Показатели площади пашни на Подолье сохраняются на уровне 0,9 га/человек (по Украине – 0,7 га/человек). Площади сельскохозяйственных угодий с середины 1950-х по середину 1980-х гг. почти не менялись (80–90 тыс. га). Начиная с 1975 и до 2005 г. в Хмельницкой и Винницкой областях они установились на уровне 85–86 тыс. га. В Тернопольской области с 1975 до 1985 г. площади сельскохозяйственных угодий занимали 88–90 тыс. га, на протяжении 1985–1990 гг. уменьшились на 10 тыс. га и с 1995 по 2005 г. составляли 83–84 тыс. га.

Что касается нормативов относительных площадей сельскохозяйственных или просто пахотных земель, то исследуемая территория относится к неблагоприятной, где часть распаханых земель составляет 60–80 % от общей площади. С 1960-х до 1980-х гг., за исключением западной территории Подолья, распашка территории составляет более 65–70 %, что по классификации состояния использования земельных ресурсов в бассейнах малых рек Украины характеризует оценку от «ниже нормы» до «неудовлетворительно».

В Карпатах с 1955 г. площади сельскохозяйственных угодий составили 66 (Львовская область), 48 (Ивано-Франковская область) тыс. га, в Ивано-Франковской области наблюдается резкое увеличение площади – до 80 тыс. га. Во Львовской области с 1955-х до 1970-х гг. площади сельскохозяйственных угодий уменьшаются до 55 тыс. га, хотя уже с 1970 по 1975 г. происходит их увеличение до 74 тыс. га. С 1985 по 2005 г. в Ивано-Франковской области площади составляют 70 тыс. га, а во Львовской области уменьшаются с 74 до 36 тыс. га.

Для оценки антропогенного преобразования природных комплексов подольских и карпатских бассейнов Днестра 1-го порядка использована несколько модернизированная известная методика балльной или индексационной шкалы оценок степени антропогенного преобразования территории (рис. 10), что позволило оценить антропогенное преобразование природных комплексов в бассейнах карпато-подольских притоков Днестра по топографическим картам масштаба 1:200 000 в четырех группах: лесные массивы, водные поверхности, селитебные системы, сельскохозяйственные угодья и другие земли (земли хозяйственного использования). Последнее в пределах каждой хозяйственной функции ландшафтов позволяют дифференцировать интенсивность проявления соответствующего вида природопользования. Для контроля измерены отдельные репрезентативные участки в масштабе 1:25 000 – 1:100 000. Относительная погрешность в пределах 2–24 %.

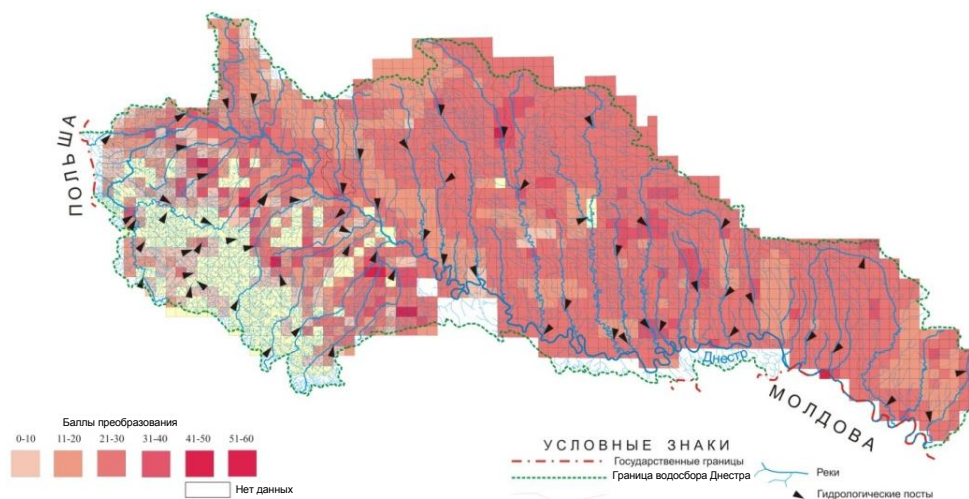


Рис. 10. Степень антропогенного преобразования поверхности бассейнов карпато-подольских притоков Днестра

Наиболее изменены природные комплексы Прикарпатья, особенно по долинам рек. Наименее преобразованы высокогорные территории. Наиболь-

шая нагрузка наблюдается в районах промышленных узлов и в элементах прилегающей инфраструктуры (в первую очередь транспортные пути, а иногда и площади вспомогательных хозяйств); специфические участки принадлежат определенным ленточным придорожным поселениям, – 50–60 баллов.

Двумя полосами выделяются территории в 30–40 баллов. Это ареалы в среднем течении бассейнов р. Быстрицы-Солотвинской и Быстрицы-Надвернянской, связанные с чрезмерной плотностью поселений.

Меньшие нагрузки наблюдаются в бассейнах средних течений р. Ломница, Свича, Стрый. Выделяются ареал у истоков р. Стрый – 20–30 баллов, а также участки верховьев рек в полосе вдоль высокогорных карпатских хребтов – от 0 до 20 баллов.

Экологической сетью «Зой» (Швейцария) и ЮНЕП/ГРИД - Арендал по поручению организаций-участников проекта «Трансграничное сотрудничество и устойчивое управление в бассейне Днестра; фаза III – реализация Программы действий» предложен метод [8], на основании которого оценены антропогенные изменения территории (рис. 11).

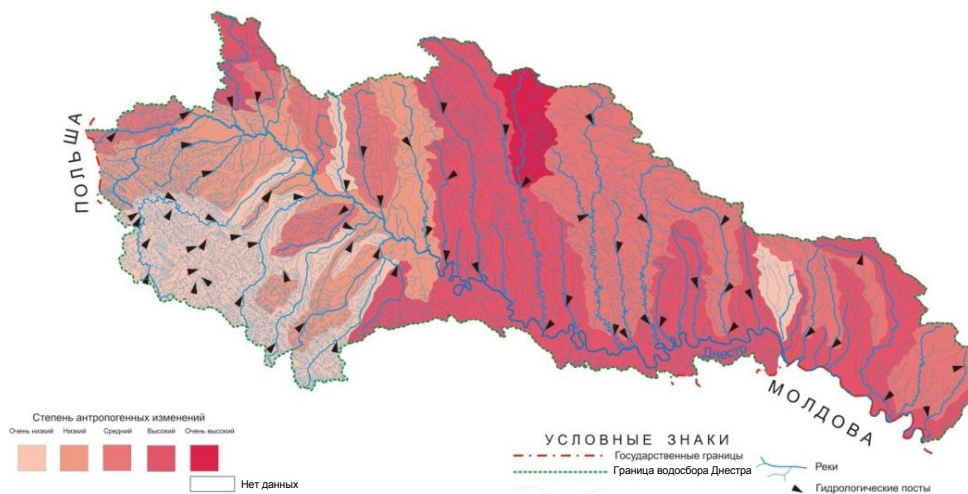


Рис. 11. Оценка антропогенных изменений бассейнов карпато-подольских притоков Днестра в течение 2009–2011 гг. [8]

Отобраны показатели, оценивающие трансформирующие условия формирования стока: использование земель, антропогенные формы рельефа и сельскохозяйственная нагрузка на территорию.

Очевидно (см. рис. 11) сходство оценок антропогенных изменений в бассейнах карпато-подольских притоков Днестра с уровнями хозяйственной освоенности бассейнов притоков Днестра методом кривой спада гидрографа паводка за 2001–2009 гг. (см. рис. 8).

Заключение

Коэффициенты истощения кривой спада гидрографа паводка $K_{ист}$ вегетационного периода года в течение 1936–2009 гг. демонстрируют влияние хозяйственной деятельности на временные и пространственные изменения параметров гидрографов (5,5 тыс. случаев формирования дождевых паводков на 64 водосборах карпато-подольских притоков Днестра).

Редукция явления по площади водосбора отображается интенсивным увеличением коэффициентов истощения кривой спада гидрографа паводка на меньших бассейнах (в верхней части бассейнов, имеющих два и более гидроствора). Пространственное и временное распределение показывает значительно более высокие значения коэффициентов для левобережных притоков Днестра, особенно для подольских, чем для остальной территории, что обусловлено особенностью физико-географических факторов, ростом антропогенной деятельности в регионе исследований. Особенности антропогенных изменений подтверждаются значениями коэффициентов истощения кривой спада гидрографа паводка.

Выявлены особенности антропогенных изменений в речных бассейнах исследуемой территории и их влияние (прямое или обратное) на величину значений коэффициентов истощения кривой спада гидрографа паводка. Выполнено сравнение трех методов оценки антропогенного преобразования природных комплексов в бассейнах карпато-подольских притоков. Результаты существенно совпадают в пространственном распределении степени антропогенной преобразованности бассейнов с величинами коэффициентов истощения кривых спада гидрографа паводка в бассейнах рек исследуемой территории.

Список литературы

1. **Шикломанов, И. А.** Влияние хозяйственной деятельности на речной сток / И. А. Шикломанов. – Л. : Гидрометеиздат, 1989. – 334 с.
2. **Douglas, E. M.** Trends in floods and low flows in the United States: impact of spatial correlation / E. M. Douglas, R. M. Vogel, C. N. Kroll // *Journal of Hydrology*. – 2000. – № 240 (2000). – P. 85–99.
3. **Kundzewicz, Z. W.** Detecting trend and other changes in hydrological data / Z. W. Kundzewicz, A. Robson // *World Meteorological Organization Report WMO/TD-No 1013*. – Geneva, 2000. – 158 p.
4. **Знаменская, Н. С.** Гидравлическое моделирование русловых процессов / Н. С. Знаменская. – Л. : Гидрометеиздат, 1992. – 240 с.
5. **Мельник, А. А.** Исследование антропогенизации бассейнов статистическими параметрами / А. А. Мельник, В. Г. Явкин // *Гидрология, гидрохимия, гидроэкология : материалы Пятой Всеукр. науч. конф. (Черновцы, 22–24 сентября 2011 г.)*. – Черновцы : Черновицкий нац. ун-т, 2011. – С. 162–164. (на украинском языке).
6. **Явкин, В. Г.** Влияние антропогенной измененности бассейнов подольских притоков Днестра на кривую спада паводка / В. Г. Явкин, А. А. Мельник // *Гидрология, гидрохимия и гидроэкология : науч. сб. / отв. ред. В. К. Хильчевский*. – Киев : БГЛ «Горизонты», 2010. – Т. 2 (19). – С. 65–73. (на украинском языке).
7. **Cunningham, A. B.** Synthesis of snowmelt runoff hydrographs / A. B. Cunningham // *J. of the Hydraulic Division*. – 1977. – № 6. – P. 51–67.
8. Бассейн реки Днестр: Экологический атлас / О. Лысюк, В. Мокин, А. Плотникова, Е. Савчук, И. Савчук, В. Бужак, И. Кириак, Г. Сыродоев, И. Сыродоев [и др.] – Украина ; Молдова : Гос. агентство водных ресурсов Украины, Днестровско-Прутское бассейновое управление водных ресурсов, Агентство «Апеле Молдовей», Гос. предприятие «Бассейновое водохозяйственное управление», 2012. – 30 с.

References

1. Shiklomanov I. A. *Vliyanie khozyaystvennoy deyatel'nosti na rechnoy stok* [Impact of economical activity on river flow]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1989, 334 p.

2. Douglas E. M., Vogel R. M., Kroll C. N. *Journal of Hydrology*. 2000, no. 240 (2000), pp. 85–99.
3. Kundzewicz Z. W., Robson A. *World Meteorological Organization Report WMO/TD-No 1013*. Geneva, 2000, 158 p.
4. Znamenskaya N. S. *Gidravlichesкое моделирование русловых процессов* [Hydraulic modeling of flow processes]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1992, 240 p.
5. Mel'nik A. A., Yavkin V. G. *Gidrologiya, gidrokhimiya, gidroekologiya: materialy Pyatoy Vseukr. nauch. konf. (Chernovtsy, 22–24 sentyabrya 2011 g.)* [Hydrology, hydrochemistry, hydroecology: proceedings of All-Ukraine scientific conference (Chernovtsy, 22–24 September 2011)]. Chernovtsy: Chernovitskiy nats. un-t, 2011, pp. 162–164. (in Ukrainian).
6. Yavkin V. G., Mel'nik A. A. *Gidrologiya, gidrokhimiya i gidroekologiya: nauch. sb.* [Hydrology, hydrochemistry and hydroecology: collected papers]. Kiev: BGL «Gorizonty», 2010, vol. 2 (19), pp. 65–73. (in Ukrainian).
7. Cunningham A. B. *J. of the Hydraulic Division*. 1977, no. 6, pp. 51–67.
8. *Basseyn reki Dnestr: Ekologicheskii atlas* [Basins of the Dniester: Ecological Atlas]. O. Lysyuk, V. Mokin, A. Plotnikova, E. Savchuk, I. Savchuk, V. Buzhak, I. Kiriya, G. Syrodov, I. Syrodov et al. Ukraine; Moldova: Gos. agentstvo vodnykh resursov Ukrainy, Dnestrovsko-Prutskoe basseynovoe upravlenie vodnykh resursov, Agentstvo «Apele Moldovey», Gos. predpriyatye «Basseynovoe vodokhozyaystvennoe upravlenie», 2012, 30 p.

Явкин Вячеслав Григорьевич

кандидат географических наук, доцент,
кафедра гидроэкологии, водоснабжения
и водоотведения, Черновицкий
национальный университет
имени Юрия Федьковича
(Украина, г. Черновцы,
ул. Коцюбинского, 2, корпус 4)

E-mail: Vjacheslavjavkin@gmail.com

Yavkin Vyacheslav Grigor'evich

Candidate of geographical sciences,
associate professor, sub-department
of hydroecology, water supply and water
disposal, Chernovtsy National University
named after Yury Fedkovich
(building 4, 2 Kotsyubinskogo street,
Chernovtsy, Ukraine)

Мельник Антон Анатольевич

кандидат географических наук, старший
лаборант, кафедра геодезии,
землеустройства и кадастра,
Черновицкий национальный университет
имени Юрия Федьковича
(Украина, г. Черновцы,
ул. Коцюбинского, 2, корпус 4)

E-mail: Melanton85@mail.ru

Mel'nik Anton Anatol'evich

Candidate of geographical sciences, senior
laboratory assistant, sub-department
of geodesy, land management and cadaster,
Chernovtsy National University
named after Yury Fedkovich
(building 4, 2 Kotsyubinskogo street,
Chernovtsy, Ukraine)

УДК 556.166+911.53(282.247.314)

Явкин, В. Г.

Ветви спада гидрографов паводков как показатели антропогенизации речных бассейнов (карпато-подольские притоки Днестра) / В. Г. Явкин, А. А. Мельник // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 3 (7). – С. 80–91.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОДЗЕМНОГО ПРИТОКА В ГЛАВНЫЕ РЕКИ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ (ВЕРХНЯЯ ВОЛГА, р. МОЛОГА, р. ЗАП. ДВИНА) ПО ГИДРОЛОГИЧЕСКИМ И ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Аннотация.

Актуальность и цели. Приведена сравнительная оценка подземного притока в главные реки Тверской области по линейным его характеристикам – модулям стока, q л/с км. Данные гидрологические стоковые параметры характеризуют водность речных систем в меженный период в большинстве регионов России.

Материалы и методы. В качестве показателей подземного стока в реки используются среднесезонные минимальные 30-дневные расходы воды зимней межени по стационарным и временным водпостам разных ведомств на главных реках области. Гидрохимические характеристики речных и подземных вод приводятся из фондовых материалов Росгидромета и ФА «Роснедра».

Результаты. Подтверждено, что Верхняя Волга ниже г. Ржева дренирует глубокие подземные воды, и р. Молога и Зап. Двина питаются преимущественно водами из верхних подземных водоносных горизонтов в период низкого стока. Гидрохимические показатели речных и подземных вод косвенно характеризуют интенсивность подземного притока в главные реки региона.

Выводы. Показано, что параметры подземного притока в реки зависят от климатических, почвенных, геологических и гидрогеологических условий рассматриваемых речных бассейнов, а также от величины эрозионного вреза долин региональных водотоков и глубины их дренирующего воздействия.

Ключевые слова: подземные, речные, поверхностные воды, очаг, участок разгрузки, геолого-структурный анализ, гидрохимическое опробование, термометрическая, гидрометрическая съемка, ионный сток, водпост, комплексный метод, линейный модуль стока, приращение подземного стока.

P. I. Yakovlev

COMPARATIVE ESTIMATION OF GROUNDWATER INFLOW TO MAIN RIVERS OF TVER REGION (UPPER VOLGA, MOLOGA AND ZAPADNAYA DVINA) ACCORDING TO HYDROLOGICAL AND HYDROCHEMICAL DATA

Abstract.

Background. The article comparatively estimates groundwater inflow into main rivers of Tver region by its linear characteristics – flow rate, q l/sec km. The given hydrological inflow parameters characterize the water content of the river systems in the low-flow period in the majority of Russian regions.

Materials and methods. As the indicators of groundwater inflow into rivers the author used mean annual 30-day water discharges of winter low-flow from stationary and temporary water posts of various departments on main regional rivers. Hydrological characteristics of river and ground waters are taken from the library materials of Roshydromet and “Rosnedra” Federal agency.

Results. It is confirmed that the Upper Volga lower the city of Rzhev drains deep groundwaters, and the Mologa and Zapadnaya Dvina rivers feed predominantly from the upper ground waterbearing strata in the low-flow period. Hydrochemical

indicators of river and ground waters indirectly characterize the intensity of groundwater inflow into main regional rivers.

Conclusions. It is shown that the parameters of groundwater inflow into rivers depend on climatic, soil, geological and hydrogeological conditions of the river basins under consideration, as well as on the value of erosive cut of the regional watercourse valleys and the depth of drainage influence.

Key words: underground waters, river waters, surface waters, source area, discharge area, geological and structural analysis, hydrochemical testing, thermometric, hydrometric survey, ion flow, complex method.

Введение

Тверской регион обладает значительными ресурсами поверхностных и подземных вод в Центральном федеральном округе. Главной водной артерией области является р. Волга, которая протекает в ее центральной и восточной частях. В западных и юго-западных районах области основными водотоками являются р. Мста и Зап. Двина.

Река Волга в пределах Тверской области и ниже по течению зарегулирована озерами и водохранилищами. Вблизи волжского истока расположены оз. Селигер и Верхневолжское водохранилище, которое объединило несколько озер – Волго, Пено, Вселуг и Стерж – путем строительства низконапорной плотины – бейшлота. В 1977 г. на боковом речном притоке – р. Вазуза – было образовано водохранилище с одноименным названием (рис. 1). Выше г. Твери волжский водоток находится в подпоре от Иваньковского гидроузла. Ниже этого областного центра р. Волга представляет собой каскад ГЭС и водохранилищ, где гидрометрический метод оценки подземного притока в реки невозможно использовать из-за подпорного режима речного стока.

В последние годы осложнились условия наполнения волжских водохранилищ весенними паводковыми водами из-за малоснежных и теплых зим. Данная ситуация может усугубляться в бездождливый период низкого летне-осеннего стока. При этом параметры меженного минимального стока в этот сезон во многом зависят от объема подземного притока в реки. Знание характеристик подземного стока актуально для специалистов водного хозяйства, гидрологов и гидрогеологов.

В последнее время в качестве нормы подземного притока в реки часто используются среднеголетние данные зимнего минимального 30-дневного стока [1]. На их основе для расчетных участков рек определяются приращение подземного стока – $\Delta Q_{\text{подз}}$ – и его линейные параметры – q' л/с пог. км.

В этой статье, которая является продолжением предыдущих аналогичных гидрологических исследований, приводится сравнительная оценка подземного притока по главным рекам региона – Верхней Волге, Мологе и Зап. Двине в пределах территории области.

В качестве расчетного периода водного режима была принята низкая зимняя или летне-осенняя межень при отсутствии поверхностного или дождевого стока.

Общие сведения об изученности подземного стока на территории Тверской области

На территории региона наибольшей изученностью подземного стока характеризуются Верхняя Волга – на участке от истока до г. Твери, – и отдельные ее притоки, а также р. Зап. Двина – на западе области.



Рис. 1. Схема пунктов наблюдений за меженным стоком на Верхней Волге, Мологе и Зап. Двине в пределах Тверской области:
 1 – граница областей; 2 – главные реки и их притоки; 3 – озера и водохранилища;
 4 – города и поселки; 5 – действующие стационарные водпосты; 6 – закрытые стационарные водпосты; 7 – временные (экспедиционные) водпосты

Стационарные наблюдения за речным стоком на главных реках области проводит Росгидромет, но в последние годы по финансовым причинам количество водпостов значительно сократилось. Детальные экспедиционные исследования подземного и минимального меженного стоков проводили в 70–90-е гг. прошлого века и нулевые годы множество организаций и ведомств [2–6]. Их выполняли институт «Гидропроект» – при проектировании Ржевского и Вазузского водохранилищ; МГРЭ ПГО «Центргеология» – при проведении геолого-разведочных работ на подземные воды на р. Тьме, Мологе, Мелече, Кашинке, Зап. Двине вблизи г. Андреаполя; Тверской ТИСИЗ провел многочисленные инженерно-гидрологические изыскания при проектировании новых объектов строительства.

В последние двадцать лет единственный раз, в августе 2005 г., была организована Верхневолжская экспедиция по изучению водного режима главной реки области. В период этих исследований были проведены измерения расходов воды на небольших волжских притоках и одновременно определялась электропроводность речных вод [4].

Речной сток в этот период на стационарных водпостах р. Волги – с. Ельцы и г. Старица – составлял более 60–80 м³/с, что не позволило широко использовать результаты этих исследований. Ранее ведущие российские научные и отраслевые институты водного профиля проводили обобщение материалов по подземному стоку Тверского региона или центральным областям России – ИВПАН, 1972 г. [7]; Гидрологический институт, 1972 г., 1980 г., 1986 г. [1, 2, 8]; институт ВНИГИК Мингео СССР, 1987 г. [3] и т.д.

В последние годы для оценки подземного притока в реки широко используются линейные его параметры (q л/с пог. км). И для их расчетов необходимы данные по минимальному меженному стоку не только на главном водотоке, но и на крупных боковых притоках, с площадью водосбора более 100 км². Этому условию в разной степени удовлетворяют три главные водные артерии региона – Верхняя Волга, Молога, Зап. Двина. Остальные большие реки области – Тверца, Медведица, Мста и др. – при наличии большого объема стоковых наблюдений на основном водотоке характеризуются отсутствием единичных измерений меженного стока на боковой приточной сети, что исключает возможность определения линейных параметров подземного притока на этих региональных водотоках.

Условия формирования подземного и минимального меженного стока на главных реках Тверской области

Предыдущие исследования подземного стока главных рек Тверской области [7–11] выявили большие различия в его формировании, которые связаны с неоднородными физико-географическими, почвенными, геолого-структурными и гидрогеологическими условиями рассматриваемой территории.

1. Верхняя Волга, участок исток – р. Старица. Река Волга в пределах Тверской области имеет следующие гидрографические характеристики: длина водотока от истока до г. Твери – 450 км, площадь водосбора до устья р. Тверца – 24 900 км². От истока до впадения р. Вазузы волжский водоток протекает по Валдайской возвышенности. Среднее падение реки на этом участке составляет 32 см/км, глубина эрозионного вреза долины – 50–75 м. Ниже г. Зубцова р. Волга выходит на равнины Верхневолжской низины. Среднее падение реки на этом отрезке – 14 см/км, глубина эрозионного вреза долины – 80–100 м. Мощность зоны пресных подземных вод на волжском водосборе от истока до г. Твери составляет 250–300 м [7, 10]. Геологические и гидрогеологические условия бассейна Верхней Волги определяются его особенным расположением в пределах Московской синеклизы. От своего истока до впадения р. Вазузы Волга прорезает водоносную толщу четвертичных отложений, а также известняков и доломитов верхнего девона и нижнего карбона. На волжском участке, ниже г. Зубцова и до г. Твери, наблюдаются появление более молодых по геологическому возрасту водоносных известняков и доломитов среднего и верхнего карбона и погружение ранее дренируемых водонасыщенных пластов. Причем направление руслового водного потока Верхней Волги не всегда совпадает с падением слоев в северо-восточном направлении Московской синеклизы. Как ранее было установлено Н. А. Лебедевой, ИВПАН [7], в 20–30 км выше г. Ржева в подземном питании Верхней Волги участвуют глубокие подземные воды. Об этом свидетельствуют гидрохимические показатели родникового стока и результаты термо-

метрии русловых донных отложений, проведенной в 1987 г. [4]. Согласно современным научным представлениям такие участки повышенного подземного притока часто приурочены к зонам тектонических нарушений, где наблюдаются высокая трещиноватость водовмещающих пород, стоковые, температурные и гидрохимические аномалии. На таких участках рек возрастает дренарующее воздействие долины на подземный сток, вблизи г. Ржева и ниже по течению оно составляет около 200 м, у волжского истока – 100 м [7].

В последние 30–40 лет на территории г. Ржева и прилегающей территории произошло нарушение подземного стока из-за интенсивного водоотбора подземных вод. Особенно резкое падение уровней в ржевских артскважинах наблюдалось в 70–80-е гг. прошлого века: до 2–4 м в год. Но в целом на Верхней Волге, на участке исток – г. Старица, наблюдаются высокие линейные показатели подземного стока: от 30 до 50 л/с пог. км (табл. 1). Большинство волжских притоков дренарует подземные воды четвертичных отложений и характеризуется низкими показателями линейных модулей подземного притока: менее 10 л/с пог. км. Но отдельные из этих рек – р. Песочня, Селижаровка, Тудовка – наряду с четвертичными отложениями прорезают более водообильные толщи девона и карбона, и линейные параметры подземного притока здесь возрастают до 20–45 л/с пог. км (табл. 2).

В период низкого стока минимальные меженные расходы Верхней Волги формируются не только подземным притоком, но и разными по объему попусками из верхневолжских озер и водохранилищ. В меженный период часто наступают продолжительные периоды – от нескольких недель или месяцев, – когда сбросы из Верхневолжского и Вазузского водохранилищ и сток из оз. Селигер стабильно низкие или высокие.

Волжские водоемы, расположенные в верхнем течении главной реки, имеют следующие аккумулярующие емкости (W^a); площади водного зеркала ($S_{з\text{ер}}$) и интервалы попусков ($Q_{\text{п}}$) в меженный период:

Озеро Селигер: $W^a (H_{\text{ср}}) = 1500$ млн м^3 ; $S_{з\text{ер}} = 260$ км^2 ; $Q_{\text{п}} = 5\text{--}36$ $\text{м}^3/\text{с}$.

Верхневолжское водохранилище: W^a (НПУ) = 490 млн м^3 ; $S_{з\text{ер}} = 184$ км^2 ; $Q_{\text{п}} = 0,2\text{--}70$ $\text{м}^3/\text{с}$.

Вазузское водохранилище: W^a (НПУ) = 539 млн м^3 ; $S_{з\text{ер}} = 106$ км^2 ; $Q_{\text{п}} = 5\text{--}100$ $\text{м}^3/\text{с}$.

2. Река Молога, верхнее и среднее течение. Река Молога, являясь крупным волжским притоком, протекает по Молого-Шекснинской низменности и характеризуется следующими гидрографическими показателями: длина водотока и площадь водосбора до границы области соответственно составляют 290 км и 13 тыс. км^2 .

Среднее падение реки на участке от истока до пос. Максатиха равно 4 см/км, ниже по течению – 10 см/км.

Величина эрозионного вреза долины р. Мологи до впадения р. Сарагожи у границы области составляет 25–50 м, на нижележащем участке главной реки – 50–75 м. Глубина дренарующего воздействия долины и мощность зоны пресных вод приблизительно одинаковы – порядка 100 м [7].

Речной сток моложского водотока (в верхней его части) от истока до г. Бежецка и ниже зарегулирован небольшими водоемами. К ним относятся водохранилище у г. Бежецка ($S_{з\text{ер}} \approx 12$ км^2), оз. Равленское ($S_{з\text{ер}} \approx 3$ км^2), оз. Ямное ($S_{з\text{ер}} \approx 4$ км^2) и оз. Верстово ($S_{з\text{ер}} \approx 24$ км^2).

Таблица 1

Подземный сток по отдельным водпостам (\bar{Q}_3)
и расчетным участкам ($\Delta\bar{Q}_3$) главных рек Тверской области,
определяемый по среднегодовому
30-дневному зимнему стоку [1–3]

Номер водпоста входящего или замыкающего (рис. 1) Исключение притока (иск.)	Водпост или участок реки	Площадь водосбора F , км ² , и его приращения ΔF , км ²	Расстояние от устья $L_{гп}$, км		Подземный сток или его приращение \bar{Q}_3 , $\Delta\bar{Q}_3$, м ³ /с	Сумма расходов боковых притоков (табл. 2) $\sum \bar{Q}_b$, м ³ /с	Приращение стока без боковых притоков $\Delta\bar{Q}_b$, м ³ /с	Линейный модуль стока $\Delta\bar{Q}_3 / \Delta L$; q , л/с пог. км
			Длина участка L , км					
I. р. Волга, верхнее течение								
а) Расчетный участок № 1, Верхневолжский бейшлот – п. Селижарово								
вх. 1 зам. 3в иск. 2	В-Волжский бейшлот п. Селижарово р. Селижаровка (с. Яровинка)	3500	3425	$\Delta\bar{Q}_3$ (3-1-2) 6,5 ГМ	4,41	2,09	> 50	
		7400	3411					
		2390 1510'	28 14'					
б) Расчетный участок № 2, п. Селижарово – с. Ельцы								
вх. 3в зам. 4	п. Селижарово с. Ельцы	7400	3411	$\Delta\bar{Q}_3$ (4-3) 3,9 ГХС	2,09	1,81	≈ 40	
		9130 1730'	3369 42'					
в) Расчетный участок № 3, с. Ельцы – с. Свеклино								
вх. 4 зам. 5в.	с. Ельцы с. Свеклино	9130	3369	$\Delta\bar{Q}_3$ (5в.-4) 5,8 ГМ	2,38	3,42	≈ 50	
		11 290 2060'	3303 66'					
г) Расчетный участок № 4, с. Свеклино – г. Ржев								
вх. 5в. зам. 6	с. Свеклино г. Ржев	11290	3303	$\Delta\bar{Q}_3$ (6-5в.) (0,7)	(0,5)	(0,2)	сток нарушен	
		12 200 910'	3267 36'					
д) Расчетный участок № 5, г. Ржев – г. Старица								
вх. 6 зам. 9 иск. 7Н иск. 8Н	г. Ржев г. Старица р. Осуга д. Коротнево р. Вазуза с. Золотошолово	12200	3267	$\Delta\bar{Q}_3$ (9-6-7Н-- -8Н) 1,1 ГМ 3,7 ГХС 4,7 ГХР	0,60	3,1 ГХС 4,1 ГХР	> 30 ГХС ≈ 40 ГХР	
		21100	3178					
		1230	13					
		5510 2160'	24 89'					
II. р. Молога, верхнее и среднее течение								
а) Действующие закрытые (Н) и экспедиционные (В) водпосты								
зам. 11 зам. 13в.	с. Ильичино с. Еськи	396	411	0,16 0,79				
		1840	335					
зам. 15 зам. 16н	с. Боровское д. Фабрика	5750	307	4,48 (3,75К) (4,70)				
		6260	286					
зам. 18	с. Спасс-Забережье	10 200	238	10,8				
зам. 19в.	д. Гузеево	–	218	(11,2)				
зам. 20в.	д. Мордасы	–	182	(14,1)				
зам. 22	с. Покров-Молога	13 800	144	17,7 (18,7К)				
б) Расчетный участок № 1, с. Еськи – с. Боровское								
вх. 13в. зам. 15	с. Еськи с. Боровское	3910'	28'	$\Delta\bar{Q}_3$ (15-13в) 3,69 ГМ	3,26	0,43	≈ 15	
в) Расчетный участок № 2, с. Боровское – с. Спасс-Забережье								
вх. 15 зам. 18	с. Боровское с. Спасс-Забережье	4450'	69'	$\Delta\bar{Q}_3$ (18-15) 7,05 ГМ	5,73	1,32	≈ 20	
г) Расчетный участок № 3, с. Спасс-Забережье – с. Покров – Молога								
вх. 18 зам. 22	с. Спасс-Забережье с. Покров – Молога	3600'	94'	$\Delta\bar{Q}_3$ (22-18) (7,90 ГМ)	(6,25)	(1,65)	(≈ 20)	
III. р. Зап. Двина, верхнее течение								
а) Действующие, закрытые (Н) и экспедиционные (В) водпосты								
зам. 31в. зам. 32в.	г. Андреаполь с. Синигино	1420	990	4,10 4,98				
		1661	970					
зам. 33	г. Зап. Двина	2180	900	7,50				
зам. 35в.	с. Севастьяново	3990	853	(12,80)				
зам. 39н	с. Устье-Горяне	16 900	758	39,8				
зам. 40	г. Велиж	17 600	724	41,2				
б) Расчетный участок № 1, г. Андреаполь – г. Зап. Двина								
вх. 31в. зам. 33	г. Андреаполь г. Зап. Двина	760'	93'	$\Delta\bar{Q}_3$ (33-31в.) 3,40 ГМ	1,03	2,37	≈ 25	
в) Расчетный участок № 2, г. Зап. Двина – с. Устье-Горяне								
вх. 33 зам. 39Н	г. Зап. Двина с. Устье-Горяне	14720'	143'	$\Delta\bar{Q}_3$ (39н-33) 32,3 ГМ	27,25	5,05	≈ 35	

Примечание: 1. Приращение подземного стока определялось по гидрометрическим данным (ГМ) и корректировалось по геохимическим данным артскважин (ГХС) или родников (ГХР). 2. Параметры 30-дневного зимнего стока по р. Мологе приведены к одному периоду наблюдений – 1933–1980 гг. (4,25К)

Подземный сток основных речных притоков (\bar{Q}_3) главных рек Тверской области, определяемый по среднемноголетнему 30-дневному зимнему стоку [3–6]

Номер притоков [3, 5, 6]	Название речного притока с площадью водосбора, $F > 100 \text{ км}^2$	Площадь водосбора F , км^2	Место впадения в главную реку L_p , км, берег	Длина реки L , км, с учетом притоков (пр.) $F > 100 \text{ км}^2$	Подземный сток, \bar{Q}_3 , $\text{м}^3/\text{с}$	Линейный модуль, \bar{q}_3 , л/с пог. км
I. р. Волга, верхнее течение						
а) Расчетный участок № 1, Верхневолжский бейшлот – п. Селижарово, $\sum \bar{Q}_3 = 4,41 \text{ м}^3/\text{с}$						
п. 4	р. Песочня	860	3413 пр.	65	2,81	≈ 45
п. 5	р. Селижаровка, в/п 2 – устье	560	3412 лев.	22 + 36 пр. = 58	1,60	≈ 30
б) Расчетный участок № 2, п. Селижарово – с. Ельцы, $\sum \bar{Q}_3 = 2,09 \text{ м}^3/\text{с}$						
п. 6	р. Б. Коша	763	3390 лев.	88	1,15	≈ 10
п. 7	р. М. Коша	431	3386 лев.	64	0,68	≈ 10
п. 8	р. Солodomля	134	3376 пр.	23	0,26	≈ 10
в) Расчетный участок № 3, с. Ельцы – с. Свеклино, $\sum \bar{Q}_3 = 2,38 \text{ м}^3/\text{с}$ (п. 10 + п. 12)						
п. 10	р. Итомля	321	3346 лев.	57	0,23	≈ 5
п. 12	р. Тудовка	1140	3324 пр.	105	2,15	≈ 20
г) Расчетный участок № 4, с. Свеклино – г. Ржев, $\sum \bar{Q}_3 = 0,50 \text{ м}^3/\text{с}$						
п. 14	р. Сижка	448	3293 пр.	74	0,50	> 5
д) Расчетный участок № 5, г. Ржев – г. Старица, $\sum \bar{Q}_3 = 0,60 \text{ м}^3/\text{с}$						
п. 20	р. Бойня	451	3255 лев.	53	0,22	≈ 5
п. 21	р. Вазуза, в/п 8Н – устье	100	3242 пр.	24	0,10	–
п. 22	р. Держа	730	3225 пр.	89	0,28	≈ 5
II. р. Молога, верхнее и среднее течение						
а) Расчетный участок № 1, с. Еськи – д. Боровское, $\sum \bar{Q}_3 = 3,26 \text{ м}^3/\text{с}$						
п. 4	р. Осень, в/п 14в – с. Еськи	3290	335 пр.	8,7 + 95 пр. + 106 пр. = 210	2,77	≈ 15
п. 5	р. Атемеша	315	323 пр.	30	0,16	≈ 5
п. 6	р. Вирица	154	311 лев.	24	0,33	≈ 5
б) Расчетный участок № 2, с. Боровское – с. Спас-Забережье, $\sum \bar{Q}_3 = 5,73 \text{ м}^3/\text{с}$						
п. 7	р. Ривица	322	290 лев.	49	0,31	< 10
п. 8	р. Волчина в/п 17, лесничество	3050	283 лев.	106 + 128 пр. = 234	4,88	≈ 20
п. 9	р. Кеза	456	241 лев.	38	0,54	≈ 15
в) Расчетный участок № 3, с. Спас-Забережье – с. Покров – Молога, $\sum \bar{Q}_3 = (6,25 \text{ м}^3/\text{с})$						
п. 10	р. Топалка	211	224 пр.	30	0,25	< 10
п. 11	р. Медведа	142	197 лев.	18	0,34	≈ 20
п. 12	р. Улука	162	189,5 пр.	32	0,41	> 10
п. 13	р. Ратыня	655	189 пр.	69 + 34 пр. + 32 пр. = 135	1,48	> 10
п. 14	р. Сарагожа	918	181 лев.	53 + 28 пр. = 81	1,61	20–25
п. 15	р. Полуноха	226	170 лев.	40	0,25	< 10
п. 16	р. Валдомица	143	163 лев.	26	0,12	< 10
п. 17	р. Семьтинка	245	160 пр.	43	0,24	≈ 5
п. 18	р. Меглинка, в/п 21, д. Русское Пестово	720	148 лев.	50 + 40 пр.	1,55	≈ 15
III. р. Зап. Двина, верхнее течение						
а) Расчетный участок № 1, г. Андреаполь – г. Зап. Двина, $\sum \bar{Q}_3 = 1,03 \text{ м}^3/\text{с}$						
п. 3	р. Городня	≈100	981 пр.	8	0,19	> 20
п. 4	р. Рожна	≈100	968 пр.	12	0,15	> 10
п. 5	р. Грустенка	120	962 пр.	19	0,24	> 10
п. 6	руч. Смольниковый	150	958 пр.	21	0,30	> 10
п. 7	р. Окча	119	953 пр.	16	0,15	< 10
б) Расчетный участок № 2, г. Зап. Двина – с. Устье – Горяне, $\sum \bar{Q}_3 = 27,25 \text{ м}^3/\text{с}$						
п. 8	р. Велеса, в/п 34, х. Березовый	1420	836 лев.	114	3,61	≈ 30
п. 9	р. Торопа, в/п 37 – д. (или с.?) Устье	1990	815 пр.	174	8,84	≈ 50
п. 10	р. Жикица	610	814,5 пр.	31	0,90	≈ 30
п. 11	р. Двинка	390	791 пр.	13	0,60	≈ 50
п. 13	р. Усодица	147	781 лев.	16	0,20	> 10
п. 14	р. Межа, в/п 38 А, с. Вторые Горяне	9080	758 лев.	259 + 106 пр. + 143 пр. + 68 пр. = 576	13,1	≈ 20

Подземный сток этой части бассейна отличается низкими параметрами и в среднем по площади водосбора составляет менее $0,5 \text{ л/с км}^2$. Пройдя через ряд малых озер, главная река ниже оз. Верестово принимает крупный

приток – р. Осень, речной сток которой в основном формируется парой рек – Мелеча и Молога. Подземный сток этих притоков характеризуется высокими линейными показателями: до 15 л/с пог. км. Бассейны этих рек расположены в пределах Елоховского тектонического поднятия, где близко от поверхности залегают водоносные загипсованные известняки [3].

Согласно предыдущим исследованиям, р. Молога от истока до впадения р. Кезы (в 3 км выше с. Спасс-Забережье) дренирует подземные воды четвертичных и частично пермских отложений, ниже по течению до северной границы области – водоносные горизонты четвертичных и каменноугольных отложений [7]. Средние линейные параметры подземного притока на рассматриваемом участке главной реки от впадения р. Осень до г. Пестово Новгородской области составляют 15–20 л/с пог. км (см. табл. 1). Отдельные притоки р. Мологи – р. Волчина, Сарагожа, Меглинка – характеризуются высокими линейными показателями подземного стока: 15–20 л/с пог. км (см. табл. 2). Во многом это связано с тем, что эти водотоки являются озерными реками, и в их подземном питании в разной степени участвуют водоносные горизонты нижнего и среднего карбона.

3. Река Зап. Двина, верхнее течение. Река Зап. Двина вытекает из небольшого оз. Охват ($S_{\text{зер}} = 30,5 \text{ км}^2$), расположенного на Валдайской возвышенности. Вблизи г. Зап. Двина главный водоток выходит на заболоченные равнины Западно-Двинской низины.

Площадь водосбора и длина реки до южной границы области соответственно составляют $16\,900 \text{ км}^2$ и 262 км. Среднее падение реки от истока до г. Зап. Двина равно 54 см/км, ниже по течению и до впадения р. Межи – 25 см/км. Глубина эрозионного вреза долины р. Зап. Двина в пределах Тверской области – 25–50 м. Мощность зоны пресных вод вблизи истока составляет 200 м, у южной границы области – и менее 100 м [7].

Водосбор главной реки характеризуется высокой озерностью: 2–6 %. Малые озера, $S_{\text{зер}} < 10 \text{ км}^2$, располагаются в основном вблизи истока и в бассейне р. Торопы. Но наиболее крупные водоемы в верхнем течении р. Зап. Двины, к которым относятся оз. Жижицкое ($S_{\text{зер}} \approx 65 \text{ км}^2$) и Двинское ($S_{\text{зер}} \approx 12 \text{ км}^2$), расположены в псковской правой части общего водосбора.

На верхнем участке от истока до г. Зап. Двина главный водоток дренирует водоносные горизонты нижнего карбона. Ниже по течению до южной границы области в подземном питании р. Зап. Двины участвуют воды четвертичных и частично девонских отложений. Причем с увеличением эрозионного вреза регионального водотока, протекающего в южном направлении, одновременно возрастает мощность четвертичных отложений [7].

Река Зап. Двина характеризуется высокими линейными показателями подземного стока: 25–35 л/с пог. км (см. табл. 1).

Отдельные ее притоки – р. Велеса, Торопа, Двинка и др. – отличаются высокой водностью в меженный период и значительными линейными параметрами подземного притока – до 30–50 л/с пог. км, что связано с высокой озерностью водосборов отдельных рек и повышенной водообильностью дренируемых водоносных горизонтов (см. табл. 2).

Подрусловый сток

В табл. 3 приведены литологические характеристики подрусловых отложений рассматриваемых водотоков. Согласно приведенным геологическим данным, подрусловый сток наиболее изменчив на Верхней Волге, где совре-

менные аллювиальные отложения, представленные водоносными песками, гравием, щебнем с прослоями супесей, суглинков, глин, могут резко отличаться по типу, мощности и условиям залегания. На других больших реках – р. Мологе и Зап. Двине – подрусловый сток менее изменчив, так как он приурочен к более однородным по литологии подрусловым четвертичным отложениям с меньшими фильтрационными характеристиками.

К вопросу о точности расчета подземного притока в реки

В табл. 1 и 2 представлены параметры подземного стока для отдельных речных участков и притоков главных рек на период изученности водного стока рек Тверской области в 70–80-е гг. прошлого века. Но в последние 20–30 лет расчетные среднесезонные характеристики 30-дневных зимних минимальных расходов воды по стационарным водпостам не определялись и не приводятся в гидрологических монографиях Росгидромета. Отсутствие последних стоковых характеристик не снижает значения выполненных расчетов подземного стока (см. табл. 1, 2), так как основное внимание здесь уделялось определению приращения подземного притока между двумя пунктами стоковых измерений, которые имеют длительный и одинаковый период наблюдений; $n < 40$ лет. При этом прирост подземного стока (ΔQ_3) на речном участке сопоставлялся с аналогичной характеристикой ($\Delta Q_{\text{подз}}$), полученной при использовании расчетных данных подземного стока по стационарным водпостам, ранее вычисленных по методу расчленения гидрографа [8]. В линейных показателях подземного притока эти различия составляли 3–5 л/с пог. км [6], которые соответствуют величине абсолютной погрешности определения модуля стока, q л/с пог. км.

На озерных реках разница в расходах воды расчетного 30-дневного минимального зимнего и подземного стоков составляла 10–20 %, на остальных водотоках – менее 10 %, а в некоторых случаях величины могут совпадать [2, 8].

Химизм речных и подземных вод в период низкой межени по отдельным бассейнам главных рек Тверской области

В рассматриваемом регионе речные и подземные воды верхней подзоны дренирования речной сетью относятся по химизму к гидрокарбонатному классу, с общей минерализацией менее 1 г/л. Исключением являются речные воды вблизи моложского истока и подземные воды верхнего яруса в бассейне р. Мологи. В табл. 4 приводятся гидрохимические характеристики природных вод, которые являются официальными данными ФА «Роснедра», Росгидромета и других ведомств [9–11]. Химические показатели речных вод вместе с измеренными расходами воды на стационарных водпостах заимствованы из гидрологических ежегодников за 60–70-е гг. прошлого века, когда влияние антропогенных факторов на гидрохимический режим исследуемых рек было менее значительное, чем в современный период.

1. Верхневолжский бассейн, участок исток – г. Старица. Верхняя Волга, на участке от истока до г. Старицы, в меженный период характеризуется увеличением общей минерализации от 100 до 300 мг/л и повышением концентрации отдельных макрокомпонентов в речной воде: иона Ca^{2+} – от 20 до 50 мг/л, иона HCO_3^- – от 70 до 200 мг/л. Такое повышение минерального состава речных вод по длине реки обусловлено большим выносом растворенных солей боковой приточной сетью в главный водоток и его подпитыванием

подземными водами с высокой минерализацией. Но вместе с тем для речных вод Верхней Волги характерна низкая концентрация ионов Cl^- и SO_4^{2-} , менее 10–15 мг/л, которые в большом количестве содержатся в подземных водах.

И во многом такие большие различия в химизме речных и дренируемых подземных вод обусловлены разными по объему попусками из озер и водохранилищ Верхней Волги, которые нарушают естественный гидрохимический режим главной реки в период низкого стока, когда большинство рек региона переходят на подземное питание. При этом происходит уменьшение минерализации волжских вод из-за их разбавления низкоминерализованными озерными водами из верхневолжских водоемов.

Ниже г. Зубцова дополнительное влияние на гидрохимический режим р. Волги и оказывает Вазузское водохранилище. В этом водоеме общая минерализация воды в весенний период составляет около 100 мг/л, в меженный период – до 200 мг/л. Вынос растворенных солей с бассейна р. Вазузы при минимальном сбросном расходе воды в $5 \text{ м}^3/\text{с}$ сократился в 2–3 раза по сравнению с периодом до создания Вазузского водохранилища.

Отдельные крупные притоки Верхней Волги отличаются большей минерализацией, чем речные воды главной реки. К примеру, на р. Б. Коше этот химический показатель равняется от 200 до 250 мг/л, на других притоках – р. Тудовка, Шишка, Держа – в 1,5 раза выше согласно полевым измерениям электропроводности речных вод [4].

Подземные воды верхних водоносных горизонтов, относящиеся к нижнему карбону, дренируются волжским водотоком на участке от истока до г. Зубцова и ниже по течению и характеризуются повышением общей минерализации от 400 до 700 мг/л и увеличением концентрации хлор-иона в родниках и артскважинах в следующем порядке: вблизи истока – менее 5 мг/л, у места впадения р. Шишки – 15 мг/л, в г. Ржеве – около 50 мг/л, в 7 км ниже г. Зубцова – более 80 мг/л.

На другом волжском участке, в 15 км выше г. Старицы и ниже по течению до г. Твери, главная река дренирует более молодые по геологическому возрасту водоносные горизонты среднего и верхнего карбона, воды которых характеризуются уменьшением общей минерализации до 300–400 мг/л и невысокой концентрацией хлор-иона – менее 10 мг/л. Вместе с тем на артскважинах г. Твери, заложенных в водоносных известняках среднего и нижнего карбона, в подземных водах наблюдается высокое содержание ионов Cl^- и SO_4^{2-} – более 100 мг/л, что характерно для глубоких водоносных горизонтов Тверского региона, которые не дренируются местной речной сетью.

2. Бассейн р. Мологи, верхнее и среднее течение. Река Молога по химизму речных вод отличается от других крупных водотоков области тем, что по мере движения вниз по течению общая минерализация русловых вод вначале возрастает, а затем уменьшается.

Вблизи истока р. Мологи, при малых расходах воды – менее $1 \text{ м}^3/\text{с}$, наблюдается высокое содержание растворенных солей и сульфат-иона в речной воде – соответственно более 600 и 300 мг/л. Минерализация вод небольших водоемов, через которые проходит моложский водоток в районе г. Бежецка и ниже, отличается повышенными значениями – более 300 мг/л. На участке Мологи от впадения р. Осень и до д. Фабрика (выше устья р. Волчины) значительно повышаются минеральный состав речных вод и содержание сульфат-иона – соответственно до 500 и 100 мг/л. Но вместе с тем концентрация иона HCO_3^- в русловых водах по-прежнему высока: от 250 до 300 мг/л.

Таблица 3

Литоология подрусловых отложений на отдельных главных реках Тверской области [7, 8, 9]

Верхняя Волга				р. Молога, верхнее и среднее течение				р. Зап. Двина, верхнее течение						
Номер створа, расположение	L , км до устья Ширина русла, м	Литоология	Возраст	Мощность, м	Номер створа, расположение	L , км до устья Ширина русла, м	Литоология	Возраст	Мощность, м	Номер створа, расположение	L , км до устья Ширина русла, м	Литоология	Возраст	Мощность, м
1) п. Селижарово	3412 60	1. Известняки	$C_1 + D_3$	> 20	1) створ в 10 км ниже г. Бежеца	364 60	1. Пески валунные 2. Пески, глины 3. Пески, глины 4. Суглинки валунные 5. Глины, алевролиты 6. Известняки	$fg Q_3$ $fg Q_{2-3}$ $fg C$ $fg Q_2$ $P_{лг}$ C_3	6-8 9 18 20 30 > 20	1) г. Андреаполь	990 30	1. Пески, гравий 2. Известняки	αQ_4 C_1	2-3 > 20
2) створ в 0,5 км ниже устья р. Тудовки	3322 80	1. Пески 2. Известняки	$fg Q_4$ C_1	≈ 10 > 20	2) створ в 1 км выше п. Максатиха	287 60	1. Пески валунные 2. Суглинки валунные 3. Суглинки валунные 4. Глины, алевролиты 5. Доломиты с глинами 6. Известняки, доломиты	$\alpha Q_4 + fg Q_3$ $fg Q_{2-3}$ $g Q_2$ P_4 C_3 C_3	6-8 18 14 10-12 5-7 > 20	2) створ в 1,5 км ниже г. Зап. Двина	885 40	1. Пески, гравий 2. Пески, супесн. суглинки, валуны, глины 3. Доломиты, известняки	αQ_4 $fg Q_{2-3}$ D_3	5-6 $\approx 30-35$ > 20
3) г. Ржев	3267 110	1. Пески 2. Известняки 3. Глины 4. Известняки	αQ_4 C_1 C_1 C_1	2,5 2 2 > 20	3) створ в 8 км ниже с. Спас- Забережье	230 70	1. Пески 2. Суглинки 3. Глины, алевролиты 4. Известняки, доломиты	αQ_{2-3} $g Q_2$ $P_{лг}$ C_3	5 4 15 > 20	3) створ в 16 км выше устья р. Межи	774 70	1. Пески, гравий 2. Пески, глины 3. Суглинки, супеси, пески валунные 4. Доломиты, известняки	αQ_4 $fg Q_3$ D_3 $g Q_{2-3}$	7 3 28 > 20
4) г. Зубов	3242 120	1. Пески 2. Известняки	αQ_4 C_1	6 > 20	4) створ в 4 км выше в пл 20в. и д. Мордасы	197 80	1. Пески 2. Известняки, слои глины	αQ_4 C_3	2,5 2,5, 5,7	4) створ в 5 км выше г. Велиж	729 150	1. Пески, гравий 2. Пески, глины, торф 3. Пески, супеси, глины 4. Суглинки, супеси 5. Доломиты, известняки	αQ_4 $ab Q_3$ $fg Q_3$ $g Q_2$ D_3	5 7 12 10 > 20
5) г. Старша	3178 150	1. Щебень и гравий 2. Известняки	αQ_4 C_2	2,5 > 20	5) створ р. Могочи, в 3 км ниже в пл 14А	33 20	1. Пески, суглинки 2. Известняки	$fg Q_2$ C_3	4 80	5) р. Межа, створ в 20 км выше устья	20 60	1. Пески, гравий 2. Пески, глины, супеси 3. Суглинки, супеси 4. Доломиты, известняки	αQ_4 $fg Q_{2-3}$ $g Q_2$ D_3	6 16 9 > 20

Таблица 4

Химический состав речных и подземных вод по отдельным бассейнам главных рек Тверской области

Речной бассейн	Номер поста (рис. 1)	Водоем (озеро, водохранилище, река, пост)	Площадь водосбора $E_{вод}$, км ²	Расстояние до устья, км	Исторический распад $Q_{гидр}$, м ³ /с дата, месяц, год	Речные воды [11]				Подземные воды [9, 10]														
						Концентрация ионов, мг/л				Концентрация ионов, мг/л														
						Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na+K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	ΣР _{общ}	№ скважины или родника	Местоположение этх объектов	Расстояние до устья, км	Глубина отбора проб, для скважин горизонт год	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na+K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	ΣР _{общ}	
Верхняя Волга	—	Исток Волги, оз. Пено	—	3474	—	21,4	3,3	1,3	73,2	4,9	2,9	107,5	родник	п. Пено	3474	2000 г.	(20)	(3,0)	—	(75)	10,0	5,3	110	
	2	р. Селядово, с. Ядовина	2390	3412	11,1	20,9	3,4	8,8	77,5	8,0	8,1	127,4	скв. 25	п. Селядово	3411	33-35 м 1937 г.	72,1	16,0	0,4	300	1,0	0,5	380	
	4	р. Волга, с. Елшды	9130	3369	26,0	30,5	6,5	3,8	115,9	7,3	5,1	170,1	скв. 35	п. Мол. Туд. устье р. Милыга	3324	62-67 м 1965 г.	59,6	19,5	8,0	268	12,0	10,5	390	
	6	р. Волга, г. Ржев	12 200	3267	32,8	36,6	8,0	5,9	147,6	8,3	4,3	211,3	скв. 4	г. Ржев	3267	80,0 м 1972 г.	61,7	49,6	35,3	298	135,1	41,8	640	
	—	р. Волга, г. Зубов	12 900	3242	—	32,9	7,1	(10,8)	140,3	8,5	5,9	206,2	скв. 2	г. Зубов, ниже города	3242	90,0 м 1972 г.	43,4	71,5	58,7	255	162,0	86,8	700	
	8Н	р. Вазуза водр.	6840	3242	03.97 г.	32	12	2	151	(2)	(2)	201	скв. 82	в 3 км к сз от с. Золотилово	24	С ₁ 1972 г.	63,7	47,8	21,4	470	8,2	7,1	600	
	9	р. Волга, г. Старица	21 100	3178	46,2	45,2	10,5	13,2	199,5	10,4	5,0	284,7	скв. 3	г. Старица, вале города	3178	50-70 м 1972 г.	33,1	30,8	13,1	286,9	14,9	5,5	410	
	12	р. Остречина, г. Бежецк	493	374	—	69,1	188	7,2	—	17,4	7,3	320	родник	в 14 км от г. Бежецка	374	—	68	27	—	275	25	11	407	
р. Молога	14а	р. Молога, Борисоглеб	1230	33	1,53	73,9	25,0	7,9	301	45,1	6,4	460	скв. 44	с. Борисоглеб	33	С ₁ 1984 г.	234	90,4	61,2	311	769	25,9	1360	
	15	р. Молога, с. Воровское	5750	307	6,36	65,0	20,9	19,4	261	58,9	7,8	434	скв. 43	д. Соновка	290	С ₂ 1977 г.	382	231	—	302	1573	16	2400	
	16н	р. Молога, д. Фабрика	6260	286	3,4	78,4	33,3	6,9	295	90,3	7,0	512	скв. 40*	в 7 км от п. Максатиха	286	С ₂ 1977 г.	134	39,6	57,6	287	473	18,4	1010	
	17	р. Волчина, ледничество	2990	283	4,85	59,9	14,4	11,2	250	8,4	10,3	355	скв. 30	п. Малыево, р. Воровка	—	С ₂ 1977 г.	48,3	25,7	3,5	327	7,4	2,0	413	
	18	р. Молога, с. Стисе-Забережные	10 200	238	8,3	65,9	18,0	14,2	270	34,9	5,5	410	скв. 60	д. Гузеево	218	С ₁ 1977 г.	342	234	36	262	1597	11	2500	
	21	р. Меглика, с. Русское Пестово	700	68	0,83	43,3	11,3	1,8	181	4,6	2,8	245	скв. 28	д. Крыная гора	173	С ₂ 1977 г.	75	27	34	415	16	9	576	
	23	р. Молога, с. Лениново	29 000	58	179	48,4	10,6	5,8	183	18,6	4,7	271	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	исток, оз. Оухат	—	10	—	24,6	2,7	—	66,5	10,7	2,3	107,3	родник	г. Андрееполь	990	С ₂ 1966 г.	64,2	6,1	4,0	201	9,2	11	280	
	33	р. Зап. Двина, г. Зап. Двина	2180	900	8,07	34,2	5,2	1,6	118	6,1	4,0	170	скв. 339	г. Зап. Двина	900	30-50 м 1971 г.	44,0	23,0	34,3	287	4,44	4,6	497	
	36	р. Горога, г. Ст. Горога	1480	49	4,36	43,9	9,0	5,0	165	14,3	4,0	242	скв. 1	г. Торонец	—	—	61,3	34,3	4,42	457	10,7	8,2	567	
	38а	р. Мезжа, с. Ордынок	6800	69	7,75	67,5	18,0	7,0	288	11,5	5,7	399	скв. 14	в 12 км от с. Ордынок	—	—	71	53	37	445	95	8	709	
39н	р. Зап. Двина, с. Устье-Горыне	16 900	758	—	30,3	5,4	4,0	114	5,6	4,3	164	скв. 35	с. Бахтен	748	54-80 м 1977 г.	76	43	22	378	92	10	621		
40	р. Зап. Двина, г. Вельж	17 600	724	31,4	48,1	7,7	(12,0)	184	12,2	8,5	273	скв. 28	г. Вельж	724	С ₂ 1977 г.	80	32	25	354	83	7	581		

Близкие гидрохимические показатели речных вод характерны и для притоков р. Осень – р. Мелечи и Могочи, бассейны которых расположены в районе Елоховской флексуры, где близко от поверхности залегают водоносные загипсованные известняки.

На участке р. Мологи, от впадения р. Волчины до устья главной реки, наблюдается уменьшение общей минерализации и содержания отдельных ионов. В нижнем течении р. Мологи, у в/п Лентьево, в 60 км от устья, концентрация растворенных солей в речных водах снижается до 250–280 мг/л, содержание иона $\text{SO}_4^{''}$ – до 20 мг/л; иона HCO_3' – до 150–180 мг/л.

Такое понижение минерального состава речных вод связано с тем, что моложский водоток на этом протяженном участке принимает множество крупных притоков с меньшей минерализацией речных вод, и некоторые водотоки являются озерными реками: р. Волчина, Сарагожа, Меглинка и т.д.

3. Бассейн р. Зап. Двины, верхнее течение. Река Зап. Двина, в верхней части, вблизи истока, характеризуется низкой минерализацией речных вод: от 100 до 120 мг/л. На следующем речном отрезке, от г. Андреополя до г. Зап. Двины, наблюдается увеличение минерального состава русловых вод главного водотока до 150–160 мг/л. Ниже по течению, на участке от г. Зап. Двины до устья р. Межи, химический состав вод р. Зап. Двины изменяется незначительно, при средней минерализации речных вод от 160 до 170 мг/л. Причем на этом отрезке главная река принимает несколько крупных притоков – р. Велесу и Торопу – с более высоким минеральным составом речных вод – до 230–250 мг/л. После впадения р. Межи, с минерализацией речных вод более 400 мг/л, концентрация растворенных веществ в главной реке увеличивается до 250 мг/л. При этом в речных водах Зап. Двины на изученном участке постоянно преобладает ион HCO_3' , от 70 мг/л – у истока, до 180 мг/л – у г. Велиж, при малой концентрации ионов Cl' и $\text{SO}_4^{''}$ – менее 10 и 15 мг/л соответственно.

Водоносные горизонты девона и карбона, участвующие в подземном питании главной реки и ее притоков, характеризуются невысокими по сравнению с бассейном Мологи параметрами общей минерализации – от 300 до 700 мг/л – при относительно малом содержании ионов Cl' и $\text{SO}_4^{''}$ – менее 10 мг/л – и высокой концентрации иона HCO_3' – от 200 до 500 мг/л. В другой части бассейна р. Зап. Двины, ниже впадения р. Межи и на водосборе этого притока, в подземных водах отмечено повышенное содержание сульфат-иона – до 80–100 мг/л.

4. Общее и среднее линейное приращение ионного стока (ΔP , Δp^l) на отдельных расчетных участках главных рек.

• Верхняя Волга, участок г. Ржев – г. Старица, $\Delta L = 98$ км, март 1962 г. (исключая р. Вазузу):

ион SO_4	Общая минерализация
$\Delta P = 128$ г/с	$\Delta P = 2120$ г/с
$\Delta p^l = 1,3$ г/с пог. км	$\Delta p^l = 22$ г/с пог. км

• Река Молога, участок с. Боровское – Спасс-Забережье, $\Delta L = 69$ км, март 1962 г. (исключая р. Волчину):

ион SO_4	Общая минерализация
$\Delta P = 30$ г/с	$\Delta P = 590$ г/с
$\Delta p^l = 0,5$ г/с пог. км	$\Delta p^l = 9$ г/с пог. км

• Река Зап. Двина, участок г. Зап. Двина – г. Велиж, $\Delta L = 176$ км, январь 1964 г. (исключая р. Велесу, Торопу, Межу):

ион SO_4	Общая минерализация
$\Delta P = 160$ г/с	$\Delta P = 2270$ г/с
$\Delta p^l = 0,9$ г/с пог. км	$\Delta p^l = 13-14$ г/с пог. км

Выводы

Главные реки области – Верхняя Волга, Молога и Зап. Двина – отличаются по условиям формирования подземного стока и его средним линейным параметрам, которые соответственно составляют 40–50; 25–35 и 15–20 л/с пог. км. Следует отметить, что на коротких отрезках этих водотоков (менее 30 км) характеристики подземного притока в реки могут быть больше или меньше приведенных величин.

В соответствии с гидрогеологическими условиями своего района р. Волга на участке от истока до г. Твери при значительной глубине эрозионного врез долины дренирует преимущественно подземные воды каменноугольных отложений, представленных трещиноватыми известняками и доломитами.

Западнодвинский водоток, имея незначительный эрозионный врез долины, ниже г. Зап. Двины и до границы области, дренирует в основном подземные воды четвертичных отложений, которые отличаются высокой водообильностью и где водовмещающими породами являются пески и гравий с прослоями глин, суглинков, супесей. При этом на данном участке реки наблюдается небольшой подземный приток из девонских отложений (доломиты, известняки).

Значительное инфильтрационное питание верхних и глубоких водоносных горизонтов озерными, тальными и дождевыми водами выявлено в верхней части западнодвинского и волжского бассейнов в пределах Валдайской возвышенности [8].

Река Молога на участке от истока до с. Спасс-Забережье дренирует преимущественно подземные воды четвертичных и частично пермских отложений, представленных в основном водоносными песками, алевролитами (P_{2t}) с прослоями глин, суглинков, менее водообильных, чем в бассейне р. Зап. Двины. Гидрохимические характеристики речных и подземных вод косвенно подтверждают интенсивность подземного притока в реки. В последние десятилетия – засушливое лето 2010 и 2014 гг., а также в середине и конце прошлого века в летне-осеннюю межень наблюдались продолжительные периоды с очень низким стоком, обеспеченностью 80–99 %. На Верхней Волге это был январь 1940 г., когда приращение стока между водпостами с. Ельцы и г. Ржев равнялось $2,8 \text{ м}^3/\text{с}$, при норме подземного притока – $6,5 \text{ м}^3/\text{с}$. На р. Мологе, у в/п Спасс-Забережье, в декабре 1945 г. измеренный расход воды составлял $3,62 \text{ м}^3/\text{с}$, при норме $Q^{\text{подз}} = 10,8 \text{ м}^3/\text{с}$. На р. Зап. Двине, у в/п Устье-Горяне, в декабре 1938 г. минимальный сток равнялся $11,2 \text{ м}^3/\text{с}$, при норме $Q^{\text{подз}} = 39,8 \text{ м}^3/\text{с}$.

В наше время часто встает проблема оценки естественных ресурсов подземных вод в условиях изменения климата. В отделе подземного стока Гидрологического института было установлено, что в последние годы в очень теплые зимы возросли параметры подземного стока в реки за счет сработки запасов грунтовых вод, которые подпитываются атмосферными осадками путем их инфильтрации. В то же время Центр Госмониторинга состояния недр

ФА «Роснедра» официально заявил, что существенных изменений в режиме грунтовых и подземных вод за последние 20 лет не произошло [12].

В 70–80-е гг. прошлого века для оценки ресурсов подземных вод и выявления участков интенсивной разгрузки подземных вод в реки и водоемы стали широко использоваться дистанционные методы (рис. 2), которые значительно сокращают объемы дорогостоящих геолого-разведочных работ на подземные воды.

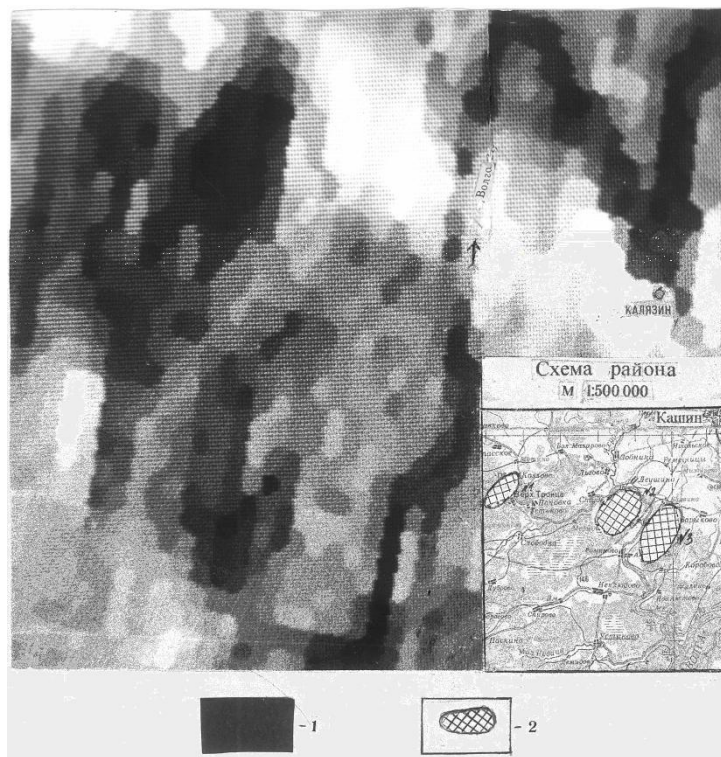


Рис. 2. Тепловая космосъемка устьевой части р. Медведицы, вблизи г. Кашин и Калязин Тверской области:

1 – участки выхода глубоких подземных вод, выявленные по температурным аномалиям на тепловом космоснимке, ИСЗ «Космос-1939», 10 июля 1989 г., $\lambda\lambda = 10,3\text{--}11,8$ мкм; 2 – те же участки (пронумерованные) на схеме района М 1:500 000

Список литературы

1. Государственный водный кадастр. Т. 1, вып. 23. Бассейн Верхней Волги; вып. 5. Бассейн Балтийского моря. – Л. : Гидрометеиздат, 1986.
2. Оценка подземного притока в реки Нечерноземной зоны РСФСР. – Л., 1986. – Т. 1.
3. **Яковлев, П. И.** Выявление закономерностей формирования эксплуатационных ресурсов подземных вод северо-западной части МАБ, тема 629-85, ВНИГИК / П. И. Яковлев, А. Н. Меркулович. – Тверь, 1987.
4. **Кузовлев, В. В.** Труды пресноводного обследования. Т. 1: отчет об экспедиции по Верхней Волге в 2005 году, ИГАН, ТГТУ, ТГУ, университет Инсбург / В. В. Кузовлев, М. Шляттерер. – Тверь, 2006.
5. Оценка подземного притока Верхней Волги гидрометрическими и гидрохимическими методами на участке реки от истока до г. Твери // Вода и экология. – 2012. – № 2–3.

6. Оценка подземного притока реки Зап. Двина на верхнем ее участке, от истока до г. Велиж Смоленской области // *Вода и экология*. – 2012. – № 1.
7. **Лебедева, Н. А.** Естественные ресурсы подземных вод Московского артезианского бассейна (МAB) / Н. А. Лебедева. – М. : Наука, 1972.
8. Оценка водных ресурсов Московского артезианского бассейна по данным изученности на 01.01.1972 г. – Л., 1972.
9. Геологические и гидрогеологические карты, м 1:200 000 с пояснительными записками, листы 0-36-II; 0-36-III; 0-36-XVIII; 0-36-XXIV; 0-36-XXVIII; 0-36-XXXIV; 0-36-XXXV; 0-37-XIII; 0-37-XIX.
10. Гидрогеология СССР. Т. 1. Московская и смежные области. – М. : Недра, 1966.
11. Гидрологические ежегодники за 1937–1990 годы. Т. 4, вып. 1–3. Верхневолжский район; Т. 1, вып. 4. Бассейн Балтийского моря. – Гидрометеиздат, 1938–1991.
12. **Марков, М. Л.** Проблемы оценки естественных ресурсов подземных вод по гидрологическим данным в условиях изменения климата / М. Л. Марков. – СПб., 2008.

References

1. *Gosudarstvennyy vodnyy kadastr. T. 1, vyp. 23. Basseyn Verkhney Volgi; vyp. 5. Basseyn Baltiyskogo moray* [State water cadaster. Volume 1, issue 23. Upper Volga basin; issue 5. Baltic sea basin]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1986.
2. *Otsenka podzemnogo pritoka v reki Nechernozemnoy zony RSFSR* [Estimation of groundwater inflow into rivers of Non-chernozem zone of RSFSR]. Leningrad, 1986, vol. 1.
3. Yakovlev P. I., Merkulovich A. N. *Vyyavlenie zakonmernostey formirovaniya ekspluatatsionnykh resursov podzemnykh vod severo-zapadnoy chasti MAB, tema 629-85, VNIGIK* [Revelation of regularities in formation of operational resources of underground waters of the north-west part of Moscow artesian basin, topic 629-85, All-USSR research and construction institute of geophysical methods of research, testing and control of oil-and-gas exploratory wells]. Tver, 1987.
4. Kuzovlev V. V., Shlyatterer M. *Trudy presnovodnogo obsledovaniya. T. 1: otchet ob ekspeditsii po Verkhney Volge v 2005 godu, IGAN, TGTU, TGU, universitet Insburg* [Works on fresh water examination. Volume 1: report on expedition along the Upper Volga river in 2005. IGAN, TSTU, TSU, Insburg university]. Tver, 2006.
5. *Voda i ekologiya* [Water and ecology]. 2012, no. 2–3.
6. *Voda i ekologiya* [Water and ecology]. 2012, no. 1.
7. Lebedeva N. A. *Estestvennyye resursy podzemnykh vod Moskovskogo artezianskogo basseyna (MAB)* [Natural resources of underground waters of the Moscow artesian basin]. Moscow: Nauka, 1972.
8. *Otsenka vodnykh resursov Moskovskogo artezianskogo basseyna po dannym izuchennosti na 01.01.1972 g.* [Estimation of water resources of the Moscow artesian basin by research data up to 01.01.1972]. Leningrad, 1972.
9. *Geologicheskie i gidrogeologicheskie karty, m 1:200 000 s poyasnitel'nymi zapiskami, listy* [Geological and hydrological maps, scale 1:200 000 with explanatory notes, sheets] 0-36-II; 0-36-III; 0-36-XVIII; 0-36-XXIV; 0-36-XXVIII; 0-36-XXXIV; 0-36-XXXV; 0-37-XIII; 0-37-XIX.
10. *Gidrogeologiya SSSR. T. 1. Moskovskaya i smezhnye oblasti* [Hydrogeology of USSR. Volume 1. Moscow and adjacent regions]. Moscow: Nedra, 1966.
11. *Gidrologicheskie ezhegodniki za 1937–1990 gody. T. 4, vyp. 1–3. Verkhnevolzhskiy rayon; T. 1, vyp. 4. Basseyn Baltiyskogo morya* [Hydrological yearbooks of 1937-1990. Volume 4, issue 1-3. Upper Volga region; Volume 1, issue 4. Baltic Sea basin]. Gidrometeoizdat, 1938–1991.
12. Markov M. L. *Problemy otsenki estestvennykh resursov podzemnykh vod po gidrologicheskim dannym v usloviyakh izmeneniya klimata* [Problems of estimation of natural

underground water resources by hydrological data in conditions of climate change]. Saint Petersburg, 2008.

Яковлев Петр Иванович

гидролог 1 категории,
НПИЦ «Геоэкология»
(Россия, г. Тверь, ул. 15 лет Октября, 63)

E-mail: akva-petr.1947@mail.ru

Yakovlev Peter Ivanovich

Hidrologist of first category,
Research center «Geoecology»
(63 15 let Oktyabrya street, Tver, Russia)

УДК 556.3+556.5

Яковлев, П. И.

Сравнительная оценка подземного притока в главные реки Тверской области (Верхняя Волга, р. Молога, р. Зап. Двина) по гидрологическим и гидрохимическим данным / П. И. Яковлев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 3 (7). – С. 92–108.

ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

УДК 61(091)

В. И. Левин

ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ РАННЕГО РАСПОЗНАВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ОЗЛОКАЧЕСТВЛЕНИЯ

Над современным человечеством «висит» угроза распространения онкологических заболеваний. Диагноз «рак» звучит как смертный приговор. Безвременно ушли от нас Франсуа Миттеран, Жаклин Кеннеди, Раиса Горбачева, Лючано Паваротти, тысячи других известных, а также миллионы неизвестных нам людей. Многих из них можно было спасти, если бы страшную болезнь распознали на ранних этапах. Оказывается, что уже в начале 1970-х гг. в Советском Союзе впервые в мире был создан и запатентован метод раннего распознавания онкологических заболеваний и разработана установка, позволяющая производить массовую профилактическую диагностику злокачественных опухолей у населения. Но дальше этого дело не пошло: советские партocrats и чиновники от науки сначала присвоили себе открытие, а затем дали разработке гриф государственной секретности. В результате исследования были похоронены, так что об этой разработке до сих пор не знает никто – ни население, ни врачи, ни даже ученые-медики. Фактически произошло преступление, повлекшее за собой скоростижную смерть миллионов людей, его организаторы не наказаны и не названы.

Обратимся теперь к тем, кто 35 лет назад выполнил уникальную разработку. Активным участником и «двигателем» проекта был Яков Аронович Гельфандбейн, полковник, доктор технических и доктор инженерных наук, профессор. Родился 8 мая 1922 г. в г. Херсоне, он с детства отличался любознательностью, активностью и бесстрашием. В школьные годы участвовал в кружках по авиамоделизму при Харьковском дворце пионеров, мечтал стать военным летчиком. Однако аварийная посадка сорвала летную карьеру. Тогда Яков Гельфандбейн окончил сначала Харьковскую 14-ю артспецшколу, а затем – знаменитое 2-е Ле-



нинградское артучилище и стал кадровым офицером-артиллеристом. Великую Отечественную войну он встретил в районе г. Тапа, юго-восточнее Таллина, где велись оборонительные бои на дальних подступах к Ленинграду. С тех пор с боями прошел от Прибалтики до блокадного Ленинграда, от Брянска до стен осажденной Москвы, ну а потом – в обратном направлении, до Польши и Германии. Ему пришлось воевать в Сталинграде, на Дону, в Донбассе, на Украине, в Крыму, в Белоруссии, Польше, освобождать множество городов – Таганрог, Севастополь, Могилев, Минск, Варшаву. Был де-

Я. А. Гельфандбейн

вять раз ранен, трижды выходил из окружения, в частности, из печально известного окружения под Могилевом, описанного в романе К. Симонова «Живые и мертвые». И все-таки, в числе 3 % своих уцелевших сверстников в 1945 г. Яков вернулся живым домой – уже в чине капитана, награжденного двадцатью орденами и медалями. За годы войны Яков Гельфандбейн видел много страшного. Однако самым страшным оказались не сражения, а выполненная в октябре 1944 г. работа по заданию Чрезвычайной Госкомиссии по разоблачению злодеяний немецких фашистов, когда под Белостоком его артиллеристы с помощью тягачей в течение нескольких дней перевозили из вскрытых рвов на перезахоронение десятки тысяч жертв холокоста, а в освобожденном Освенциме он своими глазами увидел уложенные с немецкой аккуратностью кипы выделанных человеческих кож, связки волос, груды черепов с вырванными зубами и многие тысячи рассортированных пар обуви и одежды жертв. И тогда он решил, что будет отстаивать жизнь людей не только в боях, но и в мирное время.

В 1946 г. Я. А. Гельфандбейн поступил в Ленинградскую артиллерийскую военную академию и в 1951 г. окончил ее, защитив дипломный проект сразу по двум специальностям: «артиллерийские приборы» и «автоматическое управление». Его направили на Государственный центральный научно-исследовательский полигон, известный ныне как первый советский космодром Капустин Яр. Там Яков Аронович в течение нескольких лет, будучи сначала инженером, а затем главным инженером испытательной части, участвовал в первых научных исследованиях ближнего космоса и запусках на орбиту первых подопытных животных. Он работал в тесном контакте с генеральным конструктором С. П. Королевым и многими известными конструкторами-академиками. Зимой 1956 г. при взрыве на ступеле метеорологической ракеты, предназначенной для исследований атмосферы в Арктике и Антарктике, он получил серьезную травму. После длительного лечения его назначили старшим офицером-исследователем лаборатории анализа полигона. Здесь по рекомендации академика генерала А. А. Благонравова, научного руководителя исследований ближнего космоса, в 1957–1958 гг. Яков Аронович Гельфандбейн начал математическое исследование влияния космических излучений и радиоизотопов на процесс возникновения и развития злокачественных опухолей, ставшее затем главным делом всей его жизни. Идея этой работы зародилась еще в 1954 г. при обсуждении результатов первых суборбитальных запусков животных (помните знаменитых собачек Дезика и Цыгана?) и проблем воздействия на живой организм жестких космических излучений, а также новой технологии радиоизотопных измерений расхода жидкого ракетного топлива.

В 1958 г. Я. А. Гельфандбейна перевели в Ригу на должность начальника научно-исследовательского отдела Высшего военного инженерного артиллерийского училища. Здесь проявился его талант исследователя. Уже в 1962 г. в Совете Ленинградской военно-воздушной инженерной академии имени А. Ф. Можайского он защитил кандидатскую диссертацию по техническим приложениям некорректных обратных задач математической физики, а в 1968 г. представил в тот же совет и защитил в качестве докторской диссертации пионерскую монографию, посвященную математическому описанию и прогнозированию случайных процессов различной природы. Пятисотстра-

ничное секретное приложение к диссертации содержало описание исходных данных, математическое представление и анализ динамики развивающихся и озлокачествляющихся (вследствие облучения космическими частицами высоких энергий) клеточных популяций. Это было первое в нашей стране исследование проблемы рака с помощью математических методов общей теории систем. Эти результаты одобрили и поддержали председатели Научных Советов по комплексной проблеме «Кибернетика» АН СССР академик А. И. Берг и по комплексной проблеме «Медицинская кибернетика» АМН СССР академик В. Парин, давшие рекомендации по продолжению исследований. Практические ее результаты по представлению Председателя Госкомитета по изобретениям и открытиям при Совмине СССР Ю. Максарева активно поддержал ряд комитетов Научного Совета по проблеме злокачественных опухолей при АМН СССР и Минздраве СССР. Обширные клинкоматематические исследования были организованы в 1960-е гг. в Риге на базе городского онкодиспансера и окружного военного госпиталя № 289 совместно с выдающимися местными специалистами-медиками докторами медицинских наук, профессорами Б. Л. Капланом и И. М. Маеровичем. Новые знакомые и коллеги Я. А. Гельфандбейна были под стать ему самому.

Борис Львович Каплан родился в Риге в 1911 г. в семье врача и сам мечтал стать врачом. Однако из-за квоты, существовавшей в Латвии для евреев и других нацменьшинств, талантливый юноша не смог поступить в университет. И тогда ему, выпускнику Рижской гимназии, пришлось уехать в Италию, где он успешно окончил Туринский университет, став доктором медицины. Еще в Италии, учась в университете, он заинтересовался онкологией, засомневавшись в правильности путей, которыми шла медицинская наука при разработке методов борьбы с раком. Он вернулся в Латвию и стал преподавателем медицинской кафедры Рижского университета. Но об онкологии он не забывал. С первых дней Великой Отечественной войны Борис Львович рвался на фронт, ему отказывали по зрению, но он добился своего и стал военным врачом-хирургом. В начале 1950-х гг., став заведующим отделением Республиканской больницы в Риге и работая одновременно в Рижском онкологическом диспансере, ученый приступил к осуществлению своей давней мечты – разработке диагностики начальных стадий возникновения злокачественных опухолей. Поставленная им задача и сегодня представляется очень сложной – распознать момент начала перерождения клетки. Но ученый решил ее. Сначала он собрал огромную коллекцию гистологических препаратов различных локализаций и клинических форм рака. Это был научный и человеческий подвиг: полуслепой ученый (Борис Львович страдал сильной близорукостью), без помощи электронных микроскопов с микропроцессорами, дающих увеличение изображения и автоматическое описание предметных срезов (их тогда еще не было), вручную произвел более 175 тысяч измерений геометрических и оптических параметров более чем 50 тысяч человеческих клеток и их структурных элементов! Итогом этих десятилетних титанических усилий явилась «константа Каплана» – инвариант озлокачествления, отра-



Б. Л. Каплан

жающий состояние малигнизированных структур «магическим» числом 13 % – пороговым процентом пораженных опухолью клеток, начиная с которого процесс дальнейшего озлокачествления приобретает ветвящийся, лавинообразный и неостановимый характер. На основе собранных клинических и экспериментальных (на животных) данных и открытой им новой константы Б. Л. Каплан совместно с Я. А. Гельфандбейном построил концептуальную теорию возникновения и развития рака. Его научные идеи и результаты были непривычны, они опережали свое время. Тем не менее медицинские учреждения (Ленинградская военно-медицинская академия, ряд военных госпиталей) приняли в них самое активное участие.



И. М. Маерович

Третий участник образовавшегося «антиракового» коллектива подполковник медицинской службы Исаак Маркович Маерович принадлежал к тому же поколению, что и Я. А. Гельфандбейн и смолоду отличался такой же любознательностью и бесстрашием. В Великую Отечественную войну он воевал на флоте командиром торпедного катера. Война подвигла его, подобно Якову, на стезю помощи людям, облегчения их страданий. Исаак Маркович стал военно-морским врачом, затем занялся наукой, защитил докторскую диссертацию и в начале 1950-х гг. получил ученое звание – профессор Рижского университета. Главным направлением исследований, проводившихся в 1950–1960-е гг., было экспериментальное выявление закономерностей срыва регуляции проницаемости клеточных мембран, лежащих в основе процесса озлокачествления. При этом в конкретных экспериментах изучалась проницаемость кровеносных сосудов головного и спинного мозга. Эти исследования активно поддержала известный биолог академик Л. С. Штерн, они во многом вписались в теорию возникновения и развития рака.

Собрав огромный экспериментальный материал, медики Каплан и Маерович столкнулись с тем, что для получения строгих выводов из этого материала одной традиционной статистики недостаточно – нужны адекватные явления математические модели и совершенные приборы для автоматизации вычислений. Эту задачу взял на себя Я. А. Гельфандбейн, успешно работавший тогда в области кибернетики. Образовавшийся коллектив в течение нескольких лет разрабатывал содержательную теорию возникновения рака – на стыке медицины, биологии и математики. Из этой теории вытекали конкретные практические рекомендации по ранней диагностике болезни. Полученные результаты и предложения прошли общегосударственную проверку на самом высоком уровне: в лабораториях министерств обороны, здравоохранения и главного онколога страны, а также в Госкомитете по делам изобретений и открытий, – и всюду получили поддержку, хотя это и потребовало больше времени, чем получение самих результатов. В частности, ученые получили свыше 25 авторских свидетельств на свой метод ранней диагностики рака и устройств для его выявления.

В 1968 г. по представлениям Министра обороны СССР маршала Р. Малиновского, Министра здравоохранения СССР академика Б. Петровского, с учетом положительных заключений председателя ученого совета при Минздраве академика Д. Жданова, Главного хирурга Советской армии академика

А. Вишневого и Главного онколога СССР президента АМН СССР Н. Блохина, а также ряда ведущих онкологических организаций страны было принято постановление Госкомитета СССР по науке и технике об организации при Институте электроники и вычислительной техники АН Латвии в Риге двух исследовательских лабораторий для разработки систем ракового скрининга (массовой ранней диагностики) и опытного производства для их изготовления. Возглавил научные разработки обеих лабораторий и производство инициатор всей программы, неумолимый Яков Гельфандбейн. При этом он еще оставался на кадровой военной службе, так что в АН был лишь внештатным научным сотрудником. В течение менее чем двух лет в лабораториях была разработана, доведена «до железа» и внедрена в ряде онкологических институтов СССР система раннего распознавания рака, основанная на новейших по тому времени достижениях лазерной, телевизионной и вычислительной техники и использующая оригинальный алгоритм распознавания по «константе Каплана». Система позволяла просматривать биологический субстрат со скоростью 2–3 препарата в секунду, и эта скорость могла быть существенно увеличена. При этом достигалось упреждение начала необратимого озлокачествления от 7 до 15 месяцев! Система получила немедленное признание: в 1971 г. она была удостоена Госпремии СССР; а в 1972 – Госпремии Латвийской ССР. Тут бы танцевать и радоваться, если бы не следующее обстоятельство: среди награжденных не было ни одного из фактических разработчиков системы. Зато был полный букет партгоснаукобонз: член ЦК КП Латвии, вице-президент АН Латвийской ССР, он же директор института электроники и вычислительной техники АН Латвии, министр здравоохранения Латвии и его заместитель по науке, два «маститых» академика из АМН СССР и Института биологических исследований в Пущино-на-Оке. Но еще большей мерзостью было то, что злоумышленники, сумевшие благодаря своему высокому положению «обокрасть» и «обойти» первооткрывателей, опасаясь разоблачения, засекретили всю работу и на 16 лет полностью запретили ее публикацию под предлогом защиты государственного приоритета. После этого законный протест авторов разработки был легко и беспощадно подавлен. В итоге, результаты важнейших исследований и бессовестные спекуляции вокруг них удалось на долгие годы скрыть от широкой общественности. Вдобавок ко всем бедам на разработчиков системы свалилась еще одна, на этот раз «мерзость республиканского уровня». Латышские националисты, во главе с обойденным премиями Главным онкологом Латвийской ССР, организовали массовую травлю ученых в местной латышской прессе, сопровождавшуюся оскорбительными (в том числе, антисемитскими) обвинениями, им активно мешали в работе, карьере, всячески притесняли и т.д. Это привело к разрушению коллектива и приостановке исследований.

Первым не выдержал притеснений Б. Л. Каплан. Его, коренного рижанина и автора выдающегося открытия в онкологии, отдавшего любимой работе жизнь, широко известного уже тогда во всем мире (он был почетным доктором медицины доброго десятка стран!), родная Латвия лишила возможности читать лекции в мединституте, отказала в присуждении ученой степени доктора медицинских наук и уволила с должности старшего научного сотрудника. Под градом тяжелых и несправедливых ударов Борис Львович прекратил исследования и замкнулся в себе. Вскоре он эмигрировал в Израиль.

Но здесь его поджидал новый удар. Новые злоумышленники, прослышавшие о его выдающейся работе, похитили у него редчайшую по своей научной ценности коллекцию онкологических препаратов, без которой он уже не мог продолжить свои научные изыскания. Он уехал в Голландию, где вследствие перенесенных переживаний заболел (инфаркт) и умер. Впоследствии в научной печати появились статьи под авторством голландских ученых, использовавших его идеи и результаты.

Из-за преследований был вынужден прекратить свою научную и педагогическую деятельность в Рижском университете и второй участник коллектива доктор медицинских наук, профессор И. М. Маерович. В результате последовавшего тяжелого инсульта он уже не смог продолжить работу и вскоре также эмигрировал в Израиль.

Однако третий член коллектива Я. А. Гельфандбейн не поддался нападкам и давлению и продолжил научную деятельность. Уволившись в 1974 г. из армии, он в течение 20 лет работал главным научным сотрудником ЦНИИ гражданской авиации СССР в Риге, занимаясь проблемой безопасности полетов, применением искусственного интеллекта в гражданской авиации. Выполненные им исследования сопровождались изобретениями, повышающими безопасность эксплуатации и надежность авиатехники гражданской авиации (измерительные и управляющие устройства контроля полетов, автоматизированные средства защиты здоровья экипажей самолетов). Еще раньше он занимался интенсивными исследованиями и изобретательской деятельностью во многих других областях техники: бионике, видеоцифровой и электронной технике, механике и гидравлике; исследовал реактивные и турбореактивные двигатели летательных аппаратов и средства управления ими. Здесь можно назвать такие изобретения, как «Глаз лягушки» (устройство для обнаружения и идентификации объекта вторжения), «Волновые передачи» (мощный вариатор для передачи вращающего момента с непрерывно изменяемым (управляемым) передаточным отношением), новые реактивные двигатели, самоуправляемая система против ослепления лобовых автомобильных и авиационных стекол, вычислительно-телевизионные устройства и т.д. Государство и научная общественность признали эту его деятельность, избрав членом нескольких диссертационных советов, назначив экспертом ВАК, а также советником Правительства. Ему присвоили звание старшего научного сотрудника, профессора, заслуженного изобретателя Латвии, наградили государственными наградами. Число его публикаций достигло нескольких сотен, среди них свыше 100 изобретений, защищенных авторскими свидетельствами и патентами более 10 стран, число его учеников, защитивших докторские и кандидатские диссертации, составило 33 человека. Однако все эти работы не могли остановить его исследований в области злокачественных опухолей. Они продолжались (теперь уже «в подполье»), удивляя все новыми результатами.

Новая, демократическая Латвия по-своему отметила труд ученого. Институт, где он работал, за ненадобностью стране науки был расформирован. Сам Яков Аронович заработал сразу два «почетных» звания: «оккупант» (за то, что освобождал Прибалтику от фашистов) и «враг латышского народа» (за то, что сражался с латышской дивизией СС), – подвергся яростной обструкции как ученый. В результате он в 1996 г. был вынужден навсегда по-

кинуть Латвию, развитию которой отдал 35 лучших лет своей жизни и творчества. Его приютила страна Канада, предоставив место профессора-исследователя университета Дальхоузи в Галифаксе. Здесь всего за два года он спроектировал и построил самообучающуюся компьютерную систему математического сопровождения хирургических операций, позволяющую прогнозировать достижение желаемых послеоперационных результатов. Продолжал он и свою изобретательскую деятельность в области техники. Однако главным достижением в период эмиграции явилось завершение работ по злокачественным опухолям, начатых 50 лет назад Б. Л. Капланом и И. М. Маеровичем в Риге, продолженных в 1960-е – начале 1970-х гг. ими совместно с Я. А. Гельфандбейном, а затем проводившихся последним уже при участии его сына доктора физико-математических наук В. Я. Гельфандбейна. В этой завершённой работе с использованием современных математических методов и методов общей теории систем была создана стройная теория возникновения и развития рака как естественного технологического процесса. При этом была решена важнейшая задача ручной и автоматической функциональной классификации множеств пораженных клеток в препарате по текущим значениям показателей состояния биологического субстрата. На основе современных математических алгоритмов, приложенных к современной методологии медико-биологических исследований, с использованием компьютерной техники и лазерной технологии были разработаны технические проекты для создания серии быстродействующих систем массовой раковой диагностики. Эта работа в виде автоматических лазерно-телевизионных устройств с компьютером в цепи диагностики защищена 30 патентами 12 государств, в том числе США, Великобритании, Франции, ФРГ, Италии, Швеции и др. Но самая большая гордость ученого – недавно оконченная хорошо иллюстрированная 400-страничная монография «Раковый гомеостат», содержащая основы математической теории онкологических процессов. Это – основной вклад всей его жизни исследователя в науку и практику здоровья человека. К сожалению, книга пока не опубликована.

Книга Я. А. Гельфандбейна и В. Я. Гельфандбейна «Раковый гомеостат» (не опубликована) защищена следующими авторскими свидетельствами и патентами на признаки раннего озлокачествления, способы их распознавания, автоматические устройства профилактической диагностики (ракового скрининга):

• 1) USA 3976827; 2) GRB 146675; 3) FR 2295414; 4) BUNDESRAT 2437129; 5) DDR 113806; 6) IT 27738; 7) A 74; 8) SV 387454; 9) BULG 31059.

• USSR: 1) 236868; 2) 269417; 3) В-3107; 4) В-3108; 5) В-3369; 6) В-3445; 7) 302108; 8) 306408; 9) 313210; 10) 316332; 11) 333037; 12) 330575; 13) 330406; 14) 355961; 15) 386580; 16) 512643; 17) 413696; 18) 269417.

Приоритеты: 13547992/26-9, 13804881/26-9, 439332.

Все работы по этой теме были засекречены в СССР без права опубликования в печати. Запрет просуществовал с 1976 до 1992 г.

Основные труды Я. А. Гельфандбейна, Б. Л. Каплана, И. М. Маеровича

1. Каплан, Б. Л. Профилактика и ранняя диагностика рака шейки матки / Б. Л. Каплан. – Рига, 1965.

2. Гельфандбейн, Я. А. Ядерно-цитоплазматические константы малигнизированных структур / Я. А. Гельфандбейн, Б. Л. Каплан, И. М. Маерович // Экспериментальная медицина и анестезиология. – 1973. – № 3.
3. Гельфандбейн, Я. А. Методы кибернетической диагностики динамических систем / Я. А. Гельфандбейн. – Рига : АН ЛССР, 1967.
4. Гельфандбейн, Я. А. Феномен «0,3–0,8» и его динамика / Я. А. Гельфандбейн // Автоматика и вычислительная техника. – 1994. – № 3.
5. Маерович, И. М. Экспериментально-аналитическое исследование динамики регуляции гистогематических барьеров / И. М. Маерович, Я. А. Гельфандбейн // Физиология и патология гистогематических барьеров : сб. – М. : Наука, 1968.
6. Маерович, И. М. Об одной модельной гипотезе связи процессов малигнизации эпителиального поля и проницаемости гистогематических барьеров / И. М. Маерович, Б. Л. Каплан, Я. А. Гельфандбейн. – М. : Наука, 1968.
7. Гельфандбейн, Я. А. Физиология гистогематических барьеров. Руководство по физиологии (глава) / Я. А. Гельфандбейн. – М. : Наука, 1977.
8. Гельфандбейн, Я. А. Уравнение динамики преобразования ядерно-цитоплазматических констант в процессе малигнизации эпителиальных полей и его анализ / Я. А. Гельфандбейн, Б. Л. Каплан, И. М. Маерович // Экспериментальная медицина и анестезиология. – 1975. – № 3.
9. Осис, Я. Я. Диагностирование на граф-моделях / Я. Я. Осис, Я. А. Гельфандбейн, З. П. Маркович, Н. В. Новожилова. – М. : Транспорт, 1991.
10. Гельфандбейн, Я. А. Диагностика злокачественных опухолей, основанная на использовании ядерно-цитоплазматических констант / Я. А. Гельфандбейн, Б. Л. Каплан, И. М. Маерович // Экспериментальная медицина и анестезиология. – 1976. – № 1.
11. Гельфандбейн, Я. А. Улучшение выявляемости ядерно-цитоплазматических констант малигнизированных структур и оценка степени их поражения / Я. А. Гельфандбейн, Б. Л. Каплан, И. М. Маерович // Экспериментальная медицина и анестезиология. – 1976. – № 6.
12. А. с. 35591 СССР. Устройство для анализа сложных изображений (Автоматический эквиденситометр) / Я. А. Гельфандбейн [и др.].
13. Пат. USA 3976827. Apparatus for evaluating characteristics of the images of objects / Гельфандбейн Я. А. [и др.].
14. Гельфандбейн, Я. А. Классы состояний и характеристическая функция процесса малигнизации эпителиального поля / Я. А. Гельфандбейн, В. Я. Гельфандбейн // Автоматика и вычислительная техника. – 1994. – № 4.
15. Гельфандбейн, Я. А. Математические модели карциногенеза / Я. А. Гельфандбейн, В. Я. Гельфандбейн // Автоматика и вычислительная техника. – 1993. – № 5.
16. Гельфандбейн, Я. А. Статистическая идентификация и малигнизированные структуры / Я. А. Гельфандбейн, Б. Л. Каплан // Материалы Всесоюз. симп. по применению кибернетических методов и ЭВМ в диагностике предопухолевых заболеваний. – Рига : АН ЛССР, 1972.
17. Гельфандбейн, Я. А. Методы статистической идентификации в задачах исследования и диагностики малигнизированных структур / Я. А. Гельфандбейн, Б. Л. Каплан // Материалы II Всесоюз. симп. по биокибернетике. – М., 1974.

18. Гельфандбейн, Я. А. Связь ядерно-цитоплазматических констант с оптической плотностью ядер клеток для характерных состояний эпителиального поля / Я. А. Гельфандбейн, Б. Л. Каплан, И. М. Маерович // Экспериментальная медицина и анестезиология. – 1976. – № 5.

19. Гельфандбейн, Я. А. Классы состояний и характеристическая функция процесса малигнизации эпителиального поля / Я. А. Гельфандбейн, В. Я. Гельфандбейн // Автоматика и вычислительная техника. – 1994. – № 5.

20. Gelfandbein, Ya. A. Mathematical Models of Carcinogenesis / Ya. A. Gelfandbein, V. Ya. Gelfandbein // Automatic Control and Computer Sciences. – 1993. – Vol. 28, № 5.

21. Gelfandbein, Ya. A. Classes of States and Characteristic Function of Epithelial Field Malignization Process / Ya. A. Gelfandbein, V. Ya. Gelfandbein // Automatic Control and Computer Sciences. – 1994. – Vol. 28, № 5.

22. Gelfandbein, Ya. A. The Classification Problem and a Multiple Description of Proliferating Populations / Ya. A. Gelfandbein, V. Ya. Gelfandbein // Automatic Control and Computer Sciences. – 1995. – Vol. 29, № 6.

23. Гельфандбейн, Я. А. Аксиоматическая модель характеристического поля карциногенеза / Я. А. Гельфандбейн, В. Я. Гельфандбейн // Автоматика и вычислительная техника. – 1995. – № 5.

24. Гельфандбейн, Я. А. Проблема классификации и множественное описание размножающихся популяций / Я. А. Гельфандбейн, В. Я. Гельфандбейн // Автоматика и вычислительная техника. – 1995. – № 6.

25. Gelfandbein, Ya. A. An Axiomatic Model of the Characteristic field of the Carcinogenesis / Ya. A. Gelfandbein, V. Ya. Gelfandbein // Automatic Control and Computer Sciences. – 1995. – Vol. 29, № 5.

26. Гельфандбейн, Я. А. К анализу оперативного мышления в больших системах / Я. А. Гельфандбейн // Наука и техника в ГА : сб. – М. : ЦНТИ ГА, 1977.

27. Гельфандбейн, Я. А. Гибридное моделирование в управлении сложными техническими объектами / Я. А. Гельфандбейн, И. Д. Рудинский // Моделирование авиационных и технических кибернетических систем : II Всесоюз. совещание. – Сухуми, 1985.

28. Гельфандбейн, Я. А. Гибридное моделирование в решении задач искусственного интеллекта / Я. А. Гельфандбейн, И. Д. Рудинский // Материалы Международ. симп. по искусственному интеллекту. – Л., 1983.

29. Гельфандбейн, Я. А. Топологическая модель как результат идентификации мыслительной деятельности человека / Я. А. Гельфандбейн, Н. А. Вишняков, Г. С. Цветков // Вопросы теории и практики создания АСУ в ГА. – М., 1976.

30. Гельфандбейн, Я. А. Функционально-структурный подход к моделированию объекта управления в задачах автоматизации управленческой деятельности. Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» АН СССР / Я. А. Гельфандбейн, Н. А. Вишняков, Г. С. Цветков. – М., 1978.

На этом закончим наш рассказ о трех талантливых, мужественных и благородных людях. Во время Великой Отечественной войны они защитили нас от фашистской чумы. После войны они сделали все, чтобы защитить людей от другой страшной болезни – рака. На это они положили свои жизни. Теперь их труд завершен, и нам осталось только протянуть руку и взять то, что сделано для нас. Способны ли мы хотя бы на это?

Левин Виталий Ильич

заслуженный деятель науки России,
доктор технических наук, профессор,
кафедра математики, Пензенский
государственный технологический
университет
(Россия, г. Пенза, проезд Байдукова, 1а)

E-mail: vilevin@mail.ru

Levin Vitaliy Il'ich

Honored scientists of Russia, doctor
of engineering sciences, professor,
sub-department of mathematics,
Penza State Technological University
(1a Baydukova lane, Penza, Russia)

УДК 61(091)

Левин, В. И.

История открытия раннего распознавания процессов озлокачествления / В. И. Левин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 3 (7). – С. 109–118.

Л. А. Новикова, Н. А. Леонова, Т. В. Горбушина

К 75-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АЛЕКСАНДРЫ АЛЕКСАНДРОВНЫ ЧИСТЯКОВОЙ

Александра Александровна Чистякова – кандидат биологических наук, профессор кафедры ботаники, физиологии и биохимии растений Пензенского государственного университета, ботаник, геоботаник, эколог, специалист по лесной растительности.

А. А. Чистякова родилась 29 октября 1939 г. в с. Вшели Ленинградской области. В 1961 г. окончила плодоовощной факультет Мичуринского плодоовощного института по специальности «ученый агроном, плодоовощевод». В 1966 г. получила второе образование (заочно) на естественно-географическом факультете ПГПИ им. В. Г. Белинского по специальности «учитель биологии средней школы». В дальнейшем работала учителем биологии в школах № 216 и 225 г. Заречного. В 1966 г. начала свою деятельность в Пензенском государственном педагогическом институте им. В. Г. Белинского, где первоначально занимала должность ассистента, а затем старшего преподавателя кафедры ботаники (с 1980 г.). В 1975 г. поступила в очную аспирантуру при кафедре ботаники биологического факультета Московского государственного педагогического института им. В. И. Ленина (ныне университет), которую окончила в 1978 г. За это время была подготовлена и успешно защищена кандидатская диссертация «Большой жизненный цикл и фитоценотическая роль липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.) в разных частях ареала». В 1985 г. получила звание доцента, а с 2005 г. – должность профессора по кафедре ботаники, физиологии и биохимии растений ПГПУ им. В. Г. Белинского (ныне Педагогический институт им. В. Г. Белинского ПГУ).



А. А. Чистякова

Научные интересы А. А. Чистяковой лежат в области популяционной экологии растений. Длительное время она изучала поливариантность онтогенеза древесных видов и структуру широколиственных лесов. С этой целью проводила детальное картирование широколиственных лесов на значительных пространствах: от Карпат до Урала. Возглавляемые ею научные экспедиции, в которых обычно участвовали студенты, внесли большой вклад в создание современных представлений об организации широколиственных лесов нашей страны.

Александра Александровна Чистякова – автор многих обобщающих статей по жизненным формам деревьев, структуре, динамике популяций растений и сообществ лесостепи в целом. Ею разработан основной учебный курс по дисциплине: «Ботаника с основами фитоценологии (анатомия и морфология растений, систематика растений)», а также специальные курсы: «Экология растений», «Популяционная экология», «Методы популяционных исследований», «Геоботаника». Она является автором разработок методических подходов выявления минимальной площади устойчивого существования лес-

ных ценозов и расчетной оценки критического состояния популяций растений. В настоящее время занимается изучением растительного покрова Пензенской области, участвует в выявлении и описании флористически богатых, нуждающихся в охране сообществ региона, принимала участие в подготовке двух изданий Красной книги Пензенской области (Ч. 1) (Пенза, 2002, 2013) и двух изданий учебного пособия «Пензенская лесостепь» (Пенза, 1999, 2002). Опубликовано 270 научных работ, из них 13 коллективных монографий, 4 методических пособия и 20 статей – в центральных изданиях и рекомендованных ВАК.

Александра Александровна награждена медалями и нагрудными знаками: «За освоение целинных земель» (1957), «Ветеран труда» (1987), «Отличник народного просвещения» (1994), «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации» (2000), «За многолетний добросовестный труд» (2009).

А. А. Чистякова принимает активное участие в общественной жизни ПГУ и Пензенской области. Она является членом областной межведомственной комиссии по решению вопросов, связанных с порядком ведения Красной книги редких и исчезающих видов растений и животных Пензенской области при Управлении природных ресурсов и охраны окружающей среды Пензенской области.

Публикации о А. А. Чистяковой

1. Ратушная, М. С. Хобби и профессия совпадают // Ветераны Педагогического университета. Страницы жизни / сост.: М. С. Ратушная, И. Ф. Шувалов. – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2012. – С. 77–79.

2. Леонова, Н. А. Чистякова Александра Александровна / Н. А. Леонова // Энциклопедия ПГПУ им. В. Г. Белинского. – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2009. – С. 300.

Основные труды А. А. Чистяковой

1978

1. Чистякова, А. А. О жизненной форме и вегетативном разрастании липы сердцевидной / А. А. Чистякова // Бюл. МОИП, отд. биол. – 1978. – Вып. 2. – С. 129–137.

2. Чистякова, А. А. Некоторые биологические особенности и возрастной состав ценопопуляций липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill) на северо-восточной границе ее ареала / А. А. Чистякова // Информационные материалы Средне-Уральского горно-лесного биогеоценологического стационара по итогам 1976 года. – Свердловск : УНЦ АН СССР, 1978. – С. 20–26.

3. Чистякова, А. А. Большой жизненный цикл и фитоценотическая роль липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.) в разных частях ареала : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Чистякова А. А. – М. : МГПУ им. В. И. Ульянова, 1978. – 16 с.

4. Чистякова, А. А. Большой жизненный цикл и фитоценотическая роль липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.) в разных частях ареала : дис. ... канд. биол. наук / Чистякова А. А. – М. : МГПУ им. В. И. Ульянова, 1978. – 150 с. (Рукопись).

1979

5. Чистякова, А. А. Большой жизненный цикл *Tilia cordata* Mill. / А. А. Чистякова // Бюл. МОИП, отд. биол. – 1979. – Вып. 1. – С. 85–98.

1980

6. Смирнова, О. В. Анализ фитоценологических потенциалов некоторых древесных видов широколиственных лесов Европейской части СССР / О. В. Смирнова, А. А. Чистякова // Журн. общей биологии. – 1980. – № 3. – С. 350–362.

1982

7. Чистякова, А. А. Биологические особенности вегетативного возобновления основных пород в широколиственных лесах / А. А. Чистякова // Лесоведение. – 1982. – № 2. – С. 11–17.

8. Смирнова, О. В. Анализ поведения некоторых древесных растений широколиственных лесов Европейской части СССР / О. В. Смирнова, А. А. Чистякова // Биология, экология и взаимоотношения ценопопуляций растений. – М. : Наука, 1982. – С. 52–56.

1984

9. Смирнова, О. В. Квазисенильность как одно из проявлений фитоценологической толерантности растений / О. В. Смирнова, А. А. Чистякова, И. И. Истомина // Журн. общей биологии. – 1984. – № 2. – С. 216–225.

10. Чистякова, А. А. Пути рационального воспроизводства широколиственных лесов Пензенской области / А. А. Чистякова // Проблемы рационального использования природных ресурсов Пензенской области. – М. : МГФО СССР, 1984. – С. 44–51.

11. Смирнова, О. В. Ценопопуляционный анализ и прогнозы развития дубово-грабовых лесов УССР / О. В. Смирнова, А. А. Чистякова, Т. И. Дробышева // Биологические исследования на Украине : тез. докл. III Респуб. совещ. – Львов, 1984. – С. 102–103.

1985

12. Чистякова, А. А. Естественное возобновление и перспективы развития широколиственных лесов Пензенской области / А. А. Чистякова // Региональные проблемы экологии : тез. докл. конф. Волжско-Камского края. – Казань : Каз. филиал АН СССР, 1985. – Ч. I. – С. 99.

13. Чистякова, А. А. Вегетативное размножение. Корневище / А. А. Чистякова // Лесная энциклопедия. – М. : Сов. энциклопедия, 1985. – Т. 1. – С. 130, 457.

1986

14. Чистякова, А. А. Жизненные формы и их эколого-ценотическая обусловленность / А. А. Чистякова // Жизненные формы в экологии и систематике растений. – М. : МГПИ им. В. И. Ленина, 1986. – С. 70–75.

1987

15. Воронцова, Л. И. Выделение трех уровней жизненного состояния в онтогенезе особей и применение этого метода для характеристики ценопо-

пуляций / Л. И. Воронцова, Л. В. Гатцук, А. А. Чистякова // Подходы к изучению ценопопуляций и консорций. – М. : МГПИ им. В. И. Ленина, 1987. – С. 7–24.

16. Чистякова, А. А. Поливариантность онтогенеза и типы поведения деревьев широколиственных лесов / А. А. Чистякова // Популяционная экология растений. – М. : Наука, 1987. – С. 39–43.

17. Смирнова, О. В. Популяционный анализ и прогнозы развития дубово-грабовых лесов Украины / О. В. Смирнова, А. А. Чистякова, Т. И. Дробышева // Журн. общей биологии. – 1987. – № 2. – С. 200–212.

18. Чистякова, А. А. Методические указания к выполнению лабораторных и самостоятельных работ по ботанике с основами экологии растений / А. А. Чистякова. – Пенза : ПГПИ им. В. Г. Белинского, 1987. – 48 с.

1988

19. Смирнова, О. В. Популяционные методы определения минимальной площади лесного ценоза / О. В. Смирнова, Р. В. Попадюк, А. А. Чистякова // Ботан. журн. – 1988. – Т. 73, № 10. – С. 1423–1433.

20. Смирнова, О. В. Популяционный метод познания функциональной организации растительного покрова лесных территорий / О. В. Смирнова, А. А. Чистякова, Р. В. Попадюк // Перспективы теории фитоценологии : тез. Междунар. симп. (Лаэлату-Пухту, 16–20 мая 1988 г.). – Тарту : АН ЭССР, 1988. – С. 145–150.

21. Смирнова, О. В. Сохранить естественные дубравы / О. В. Смирнова, А. А. Чистякова // Природа. – 1988. – № 3. – С. 40–45.

22. Чистякова, А. А. Жизненные формы и их спектры как показатель состояния вида в ценозе (на примере широколиственных деревьев) / А. А. Чистякова // Бюл. МОИП, отд. биол. – 1988. – Вып. 6. – С. 93–105.

23. Парпан, В. И. Популяционно-экологическое обоснование охраны и оптимизации использования буковых лесов / В. И. Парпан, А. А. Чистякова // Экология популяций : тез. докл. Всесоюз. совещ. (Новосибирск, 4–6 октября 1988 г.). – Новосибирск : ИНИОН АН СССР, 1988. – Ч. 1. – С. 268–271.

24. Парпан, В. И. Рекомендации по совершенствованию лесовосстановления в буковых и дубовых лесах Карпат / В. И. Парпан, Г. М. Маковский, В. С. Олейник, А. А. Чистякова. – Ивано-Франковск, 1988. – 16 с.

1989

25. Чистякова, А. А. Диагнозы и ключи возрастных состояний лесных растений. Деревья и кустарники : методические разработки для студентов биологических специальностей / А. А. Чистякова, Л. Б. Заугольнова, И. В. Полтинкина [и др.]. – М. : Прометей, МГПИ им. В. И. Ленина, 1989. – 106 с.

26. Смирнова, О. В. Методические рекомендации по воспроизводству разновозрастных широколиственных лесов Европейской части СССР (на основе популяционного анализа) / О. В. Смирнова, Р. В. Попадюк, А. А. Чистякова [и др.]. – М. : ВАСХИЛ, 1989. – 19 с.

27. Чистякова, А. А. Морфогенез и экологические формы корневых систем толерантных видов деревьев / А. А. Чистякова // Биол. науки. – 1989. – № 2. – С. 72–79.

28. Смирнова, О. В. Популяционная организация буковых горных лесов Закарпатья / О. В. Смирнова, А. А. Чистякова, С. И. Рипа, Н. И. Лысых // Бюл. МОИП, отд. биол. – 1989. – Вып. 5. – С. 48–58.

29. Смирнова, О. В. Популяционные механизмы динамики лесных ценозов / О. В. Смирнова, А. А. Чистякова, Р. В. Попадюк // Биол. науки. – 1989. – № 11. – С. 48–58.

30. Жукова, Л. А. Программа и методические подходы к популяционному мониторингу растений / Л. А. Жукова, Л. Б. Заугольнова, В. Г. Мичурин, В. Г. Онипченко, Н. А. Торопова, А. А. Чистякова // Биол. науки. – 1989. – № 12. – С. 65–75.

1990

31. Смирнова, О. В. Популяционная организация растительного покрова лесных территорий (на примере широколиственных лесов Европейской части СССР) / О. В. Смирнова, А. А. Чистякова, Р. В. Попадюк [и др.]. – Пушкино : АН СССР, 1990. – 92 с.

32. Парпан, В. И. Возрастные состояния в онтогенезе бука европейского / В. И. Парпан, А. А. Чистякова // Лесоводство и агролесомелиорация. – Киев : Урожай, 1990. – Вып. 80. – С. 23–24.

33. Чистякова, А. А. Биоморфологическая характеристика онтогенеза и возрастной состав популяций дуба черешчатого / А. А. Чистякова // Регуляция роста и развития : межвуз. сб. науч. тр. МОПИ им. Н. К. Крупской. – М. : МОПИ им. Н. К. Крупской, 1990. – С. 113–118.

34. Чистякова, А. А. Возрастные спектры популяций деревьев как показатель устойчивости лесных фитоценозов / А. А. Чистякова // Проблемы устойчивости биологических систем : тез. докл. Всесоюз. шк. – Харьков : АН СССР, 1990. – С. 216–218.

1991

35. Чистякова, А. А. Мозаичные сукцессии в широколиственных лесах Европейской части СССР / А. А. Чистякова // Популяции растений: принципы организации и проблемы охраны. – Йошкар-Ола : ГК РСФСР по делам науки и высшей школы, 1991. – С. 14–15.

36. Смирнова, О. В. Популяционная парадигма лесообразовательного процесса / О. В. Смирнова, А. А. Чистякова // Теория лесообразовательного процесса : тез. докл. – Красноярск : Институт леса и древесины АН СССР, 1991. – С. 150–151.

37. Чистякова, А. А. Популяционная структура буковых лесов Карпат и возможности ее оптимизации / А. А. Чистякова, В. И. Парпан // Экология популяций. – М. : Наука, 1991. – С. 198–213.

38. Чистякова, А. А. Мозаичные сукцессии в широколиственных лесах Европейской части СССР и их роль в самоподдержании сообществ / А. А. Чистякова // Биол. науки. – 1991. – № 8. – С. 30–45.

1992

39. 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 сообществ Пензенской области : сб. науч. тр. – Пенза : ПГПИ им. В. Г. Белинского, 1992. – С. 15–42.

40. Чистякова, А. А. Прогноз развития растительности лесостепи в целях ее сохранения / А. А. Чистякова, Л. А. Новикова // Состояние растительных ресурсов Восточной Европы : тез. междунар. совещ. – Ульяновск : Печатный двор, 1992. – С. 66–69.

1993

41. Чистякова, А. А. Роль мозаичных микросукцессий в поддержании устойчивой структуры широколиственных лесов Русской равнины. Популяционная организация широколиственных лесов Русской равнины и возможности естественного воспроизводства лесных ресурсов / А. А. Чистякова // Леса Русской равнины. – М. : ИНИОН РАН, 1993. – С. 241–246.

42. Чистякова, А. А. Кустарниковая растительность заповедника «Приволжская лесостепь» и ее роль в процессах заселения степей / А. А. Чистякова // Бюл. «Самарская Лука». – 1993. – № 4. – С. 94–110.

1994

43. Восточноевропейские широколиственные леса / под ред. О. В. Смирновой. – М. : Наука, 1994. – 364 с.

44. Чистякова, А. А. Структурно-динамические аспекты устойчивости популяций лиственных деревьев / А. А. Чистякова // Журн. общей биол. – 1994. – № 4–5. – С. 564–572.

1995

45. Чистякова, А. А. Формирование дубравного комплекса лесостепи как совокупности видовых популяций / А. А. Чистякова // Экология популяций: структура и динамика. – М. : РАН, 1995. – С. 464–480.

46. Popadyuk, R. V. Ontogenetic Structure of Tree Populations in the beech Forests of the Carpathians (Western Ukraine) / R. V. Popadyuk, A. A. Chistjakova, O. V. Smirnova // 6-th IUFRO Beech Symposium. – Lviv, Ukraine, 1995. – S. 9.

47. Smirnova, O. V. Ontogenic conception of the structure and functioning of tree / O. V. Smirnova, A. A. Chistjakova, L. B. Zaugolnova, O. I. Evstigneev, R. V. Popadyuk // Thirt International Congress «the Tree» (11–16 septembre 1995). – Montpellier : Institut de Botanique (France), 1995. – P. 42.

48. Popadyuk, R. V. Current state of broadleaved forests in Russia, Belorussia, Ukraine: historical development, biodiversity, structure and dynamic : preprint / R. V. Popadyuk, O. V. Smirnova, S. I. Chumatchenko, O. I. Evstigneev, T. O. Yanitskaya, L. B. Zaugolnova, V. N. Korotkov, A. A. Chistyakova, L. Y. Khanina, A. S. Komarov. – Pushchino : PRC RAS, 1995. – 74 p.

1996

49. Чистякова, А. А. Лесные сообщества Пензенской области / А. А. Чистякова // ПОЛЕ : научно-популярный экологический вестник. – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 1996. – Вып. 1. – С. 9–15.

50. Чистякова, А. А. Структура, динамика и прогноз развития почвенно-растительного покрова Кунчеровского участка заповедника «Приволжская лесостепь» Пензенской области / 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.). Ч. 2. Ботаника, география, экология, методика и другие вопросы краеведения. – Орел : Орловский гос. пед. ин-т, 1996. – С. 29–30.

51. Чистякова, А. А. Структура разновозрастных дубрав и возможности ее формирования в разных условиях лесостепи / А. А. Чистякова // Краеведческие исследования и проблема экологического образования. – Пенза : ПГПИ им. В. Г. Белинского, 1996. – С. 80–82.

52. Чистякова, А. А. Роль деревьев разных типов стратегий в самоподдержании дубрав / А. А. Чистякова // Популяции и сообщества растений: экология, биоразнообразие, мониторинг : тез. докл. V науч. конф. памяти А. А. Уранова. – Кострома : НС по ГНТП «Биол. разнообразие», 1996. – Ч. 1. – С. 59–60.

53. Чистякова, А. А. Возрастная мозаичность восточноевропейских широколиственных лесов / А. А. Чистякова // Лесоведение. – 1996. – № 4. – С. 29–38.

54. Чистякова, А. А. Лесные памятники природы Пензенской области и возможность их сохранения / А. А. Чистякова // Проблемы охраны биоразнообразия России : материалы Всерос. конф. – Пенза, 1996. – С. 10–11.

55. 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

56. Заугольнова, Л. Б. Онтогенез ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.) / Л. Б. Заугольнова, А. А. Чистякова // Онтогенетический атлас лекарственных растений. – Йошкар-Ола : МарГУ, 1997. – С. 34–39.

57. Чистякова, А. А. Методы популяционной экологии растений и возможность их использования в решении проблем сохранения зональных сообществ лесостепи / А. А. Чистякова // Формирование экологической культуры – активная задача современности : материалы Всерос. науч. конф. – Пенза, 1997. – Ч. 1. – С. 23–25.

58. Чистякова, А. А. Процессы залесения в заповеднике «Приволжская лесостепь» и их роль в мезофилизации сообществ / А. А. Чистякова // Формирование экологической культуры – активная задача современности : материалы Всерос. конф. – Пенза, 1997. – Ч. 2. – С. 143–145.

59. Чистякова, А. А. Динамика лесостепных сообществ центральной России и возможности сохранения их биоразнообразия / А. А. Чистякова // Эколого-экономические проблемы лесостепных регионов : материалы выездного заседания президиума РАЕН. – М. ; Пенза : РАЕН, 1997. – С. 307–318.

60. Чистякова, А. А. Сукцессионная динамика широколиственных лесов центральной России / А. А. Чистякова // Флора и растительность средней России : материалы науч. конф. – Орел, 1997. – С. 92–93.

61. Стойко, Т. Г. Современный комплекс эвтрофных организмов – санитаров окружающей среды / Т. Г. Стойко, А. А. Чистякова // Просвещение: проблемы, перспективы. – Пенза, 1997. – Спецвыпуск № 2 (7). – С. 22–23.

62. Чистякова, А. А. Динамика почвенно-растительного покрова лесостепи Среднего Поволжья / А. А. Чистякова, Л. А. Новикова, А. Н. Чебураева, Г. Р. Дюкова, В. Н. Хрянин // Материалы к Всерос. совещ. зав. кафедрами бо-

таники педагогических ун-тов России. – Барнаул : Изд-во Алтайского ун-та, 1997. – С. 70–72.

1998

63. Чистякова, А. А. Современное состояние и прогноз развития растительности Кунчеровского участка заповедника «Приволжская лесостепь» / А. А. Чистякова // *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. 82–67.

64. 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 И. И. Спрыгина* (Пенза, 24–26 мая 1993 г.). – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 1998. – С. 52–54.

65. Чистякова, А. А. Популяционная концепция климаксового лесного ценоза и возможность ее реализации на охраняемых территориях лесостепи (на примере заповедника «Приволжская лесостепь») / А. А. Чистякова // *Проблемы охраны и рационального использования природных экосистем и биологических ресурсов : материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию И. И. Спрыгина* (Пенза, 24–26 мая 1993 г.). – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 1998. – С. 74–76.

66. Чистякова, А. А. Методы популяционной диагностики – основа практической экологии растений / А. А. Чистякова // *Формирование непрерывного экологического образования : материалы Междунар. науч.-практ. конф.* – Пенза : ПФМНЭПУ, 1998. – С. 200–204.

67. 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. [А. А. Чистякова: Мониторинг за состоянием популяций древесных растений и лесных сообществ (С. 11–28)].

1999

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

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

70. Чистякова, А. А. Популяционный анализ и прогноз развития древесной растительности «Попереченской степи» / А. А. Чистякова // *Биологическое разнообразие и динамика природных процессов в заповеднике «Приволжская лесостепь» : тр. ГПЗ «Приволжская лесостепь»*. – Пенза : Пензенский ЦНТИ, 1999. – Вып. 1. – С. 134–141.

71. Чистякова, А. А. Закономерности возрастной и пространственной структуры охраняемых водораздельных и пойменных лесных сообществ Пензенской области / А. А. Чистякова, Н. А. Леонова // *Тез. докл. науч.-практ.*

конф., посвящ. 60-летию ун-та (естественные науки). – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 1999. – С. 129–130.

72. Иванов, А. И. Характеристика растительного покрова территории предполагаемого строительства объекта УХО / 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.

73. Чистякова, А. А. Водная и прибрежная растительность химически загрязненных водоемов / А. А. Чистякова // Состояние окружающей среды в районе хранения химического оружия и месте размещения будущего объекта по его уничтожению : сб. материалов общественных слушаний. – Пенза, 1999. – С. 67–70.

74. Чистякова, А. А. Растения как индикаторы химического загрязнения лесных территорий / А. А. Чистякова, В. М. Панкратов // Состояние окружающей среды в районе хранения химического оружия и месте размещения будущего объекта по его уничтожению : сб. материалов общественных слушаний. – Пенза, 1999. – С. 71–73.

75. Чистякова, А. А. Водная и прибрежная растительность химически загрязненных водоемов / А. А. Чистякова // Изучение и охрана биол. разнообразия ландшафтов Русской равнины : сб. материалов междунар. науч. конф., посвящ. 80-летию Пензенского заповедника. – Пенза : Приволжский дом знаний, 1999. – С. 422–426.

76. Чистякова, А. А. Растения как индикаторы химического загрязнения лесных территорий / А. А. Чистякова, В. М. Панкратов // Изучение и охрана биол. разнообразия ландшафтов Русской равнины : сб. материалов междунар. науч. конф., посвящ. 80-летию Пензенского заповедника. – Пенза : Приволжский дом знаний, 1999. – С. 426–429.

77. Чистякова, А. А. Современные тенденции развития луговых степей Среднего Поволжья / А. А. Чистякова, Л. А. Новикова, Г. Р. Дюкова, А. Н. Чебураева // Изучение и охрана биол. разнообразия ландшафтов Русской равнины : сб. материалов междунар. науч. конф., посвящ. 80-летию Пензенского заповедника. – Пенза : Приволжский дом знаний, 1999. – С. 12–15.

78. Smirnova, O. V. Ontogeny of a tree / O. V. Smirnova, A. A. Chistjakova, L. B. Zaugolnova et. al. // Ботан. журн. – 1999. – Т. 84, № 12. – С. 8–19.

2000

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

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

81. Иванов, А. И. Характеристика растительного покрова и животного мира территории предполагаемого строительства объекта УХО / А. И. Иванов, В. Ю. Ильин, А. А. Чистякова, Л. А. Новикова // Пятые публичные слушания

по проблеме уничтожения химического оружия (п. Леонидовка – г. Пенза, 6–7 октября 1999 г.). – Пенза : Пензенский дом знаний, 2000. – С. 117–128.

82. Чистякова, А. А. Состояние и изученность лесных сообществ Пензенской области / А. А. Чистякова // Флористические и геоботанические исследования в европейской России : материалы Всерос. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения Л. Д. Фурсаева (Саратов, 21–24 августа 2000 г.). – Саратов : Изд-во Саратов. гос. пед. ин-та, 2000. – С. 122–124.

83. 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.

2001

84. Иванов, А. И. Арбековский лес / А. И. Иванов, А. А. Чистякова // Пензенская энциклопедия. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – С. 25.

85. Антонов, И. С. Большевьясский лес / И. С. Антонов, А. И. Иванов, А. А. Чистякова // Пензенская энциклопедия. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – С. 68–69.

86. Чистякова, А. А. Деревья и кустарники / А. А. Чистякова // Пензенская энциклопедия. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – С. 151.

87. Иванов, А. И. Золотаревский сосновый бор / А. И. Иванов, А. А. Чистякова // Пензенская энциклопедия. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – С. 205.

88. Иванов, А. И. Ломовские моховые болота / А. И. Иванов, А. А. Чистякова // Пензенская энциклопедия. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – С. 310.

89. Иванов, А. И. Присурская дубрава / А. И. Иванов, А. А. Чистякова // Пензенская энциклопедия. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – С. 497–498.

90. Чистякова, А. А. Солянов Александр Андрианович / А. А. Чистякова // Пензенская энциклопедия. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – С. 571.

91. Чистякова, А. А. Степные кустарники / А. А. Чистякова // Пензенская энциклопедия. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – С. 585.

92. Чистякова, А. А. Широколиственные леса / А. А. Чистякова // Пензенская энциклопедия. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – С. 679.

93. Иванов, А. И. Шнаевская ясеневая дубрава / А. И. Иванов, А. А. Чистякова // Пензенская энциклопедия. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – С. 681.

94. 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.

95. 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 «Проблемы сельского хозяйства и пути их решения (Пенза, 10–12 октября 2001 г.)». – Пенза : ПГСХА, 2001. – С. 58–60.

96. Чистякова, А. А. О находках последних лет редких видов орхидных на территории Пензенской области / А. А. Чистякова // Экологические и социально-гигиенические аспекты окружающей человека среды : материалы Респ. науч. конф. (Рязань, 7–8 июня 2001 г.). – Рязань : Поверенный, 2001. – С. 223–226.

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

98. Чистякова, А. А. Горизонтальная структура разновозрастных восточноевропейских широколиственных лесов / А. А. Чистякова // Тр. междунар. конф. по фитоценологии и систематике высших споровых растений, посвящ. 100-летию со дня рождения А. А. Уранова. – М. : МПГУ, 2001. – С. 187–188.

99. Чистякова, А. А. Изучение популяций редких растений / А. А. Чистякова // ПОЛЕ : научно-популярный экологический вестник. – Пенза : ГУП «Обл. издат. центр», 2001. – Вып. 3. – С. 7–13.

100. Чистякова, А. А. Лесные памятники природы, утвержденные в 1999 году / А. А. Чистякова // ПОЛЕ : научно-популярный экологический вестник. – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2001. – Вып. 4. – С. 5–11.

101. Чистякова, А. А. Роль экотонных сообществ в сохранении биоразнообразия (на примере сообществ в Пензенской области) / А. А. Чистякова // Проблемы изучения и охраны биоразнообразия и природных ландшафтов Европы : сб. материалов междунар. симп. – Пенза : ПДЗ, 2001. – С. 95–97.

102. Иванов, А. И. Виды рода *Fritillaria* L. в Пензенской области / А. И. Иванов, А. А. Чистякова // Флористические исследования центральной России на рубеже веков : материалы науч. совещ. (Рязань, 29–31 января 2001 г.). – М. : МГУ, 2001. – С. 65–67.

103. Чистякова, А. А. Биота озера Мохового (Круглого, Мертвого) / А. А. Чистякова, Т. Г. Стойко // Фундаментальные и прикладные аспекты функционирования водных экосистем: проблемы и перспективы гидробиологии и ихтиологии в XXI веке : материалы Всерос. науч. конф. – Саратов : Изд-во Саратов. гос. ун-та, 2001. – С. 175–178.

2002

104. Пензенская лесостепь : учеб. пособие по экологии для общеобразовательных учреждений / А. А. Чистякова, Л. А. Новикова, П. И. Заплатин и др. – 2-е изд. – Пенза : Пензенская правда, 2002. – 182 с.

105–148. Красная книга Пензенской области. Т. I. Растения и грибы / сост.: А. И. Иванов, А. А. Чистякова, Л. А. Новикова [и др.] ; под ред. А. И. Иванова. – Пенза : Пензенская правда, 2002. – 160 с. [А. А. Чистякова: медуница мягкая (С. 55–56), оносма простейшая (С. 56), волчье лыко обыкновенное

(С. 62–63), хохлатка Маршалла (С. 70), ива лапландская (лопарская) (С. 73), ива черничная (С. 73–74), ирис безлистный (С. 75), шпажник (гладиолус) тонкий (С. 77), шпажник (гладиолус) черепитчатый (С. 77–78), зубянка пятилистная (С. 79), двулепестник альпийский (С. 80–81), двулепестник парижский (С. 81–82), пролеска сибирская (С. 86–87), рябчик русский (С. 87), рябчик шахматовидный (С. 88), тюльпан Биберштейна (С. 88–89), адонис (горичвет) весенний (С. 94–95), ветреничка алтайская (С. 95), ветреница лесная (С. 96), дельфиниум клиновидный (С. 96–97), прострел раскрытый (сон-трава) (С. 97–98), ломонос прямой (С. 98), лютик многолистный (С. 98–99), наперстянка крупноцветковая (С. 112), бровник одноclubневой (С. 113), башмачок настоящий (С. 114–115), дремлик темно-красный (С. 116), пальчатокоренник балтийский (длиннолистный) (С. 121–122), пальчатокоренник кровавый (С. 112–123), пальчатокоренник мясокрасный (С. 123–124), пальчатокоренник пятнистый (С. 124), пыльцеголовник красный (С. 125–126), тайник яйцевидный (овальный) (С. 126–127), пушица широколистная (С. 131–132), кизильник черноплодный (С. 133–134), куманика (ежевика неская) (С. 134–135), лапчатка белая (С. 135), миндаль низкий (С. 135–136), спирея городчатая (С. 136–137), спирея Литвинова (С. 137–138), черноголовка крупноцветковая (С. 143–144); А. А. Чистякова в соавторстве с А. И. Ивановым: хохлатка средняя (С. 70–71), лилия кудреватая (С. 85–86); А. А. Чистякова в соавторстве с Т. В. Разживиной: гаммарбия болотная (С. 115)].

149–152. 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. [А. А. Чистякова: Растительный покров северо-востока Пензенской области. Широколиственные леса (С. 29–41); А. А. Чистякова в соавторстве с А. И. Ивановым: Растительность сфагновых болот (С. 43–48), Водная растительность (С. 57–61); А. А. Чистякова в соавторстве с А. И. Ивановым и Л. А. Новиковой: Флора (С. 62–65).

153. 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.

154. 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.

155. 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. : МГУЛ, 2002. – С. 137–141.

156. Иванов, А. И. Лесные и лугово-болотные памятники природы бассейна реки Суры в Пензенской области / А. И. Иванов, 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. : МГУЛ, 2002. – С. 131–137.

2003

157. Чистякова, А. А. Состояние охраняемых лесных сообществ европейской лесостепи России и возможности их реконструкции (на примере особо охраняемых территорий Пензенской области) / А. А. Чистякова, Н. А. Леонова // Экология. – 2003. – № 5. – С. 323–329.

158. Кобозева, Е. А. Состояние популяций тюльпана Биберштейна на территории Пензенской области / Е. А. Кобозева, А. А. Чистякова // 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. 26–28.

159. Чистякова, А. А. Распространение *Surgipedium calceolus* L. в Пензенской области и состояние его популяции в Зареченском лесу / А. А. Чистякова, Т. В. Разживина // 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. 54–58.

160. Чистякова, А. А. Сосновые леса Пензенской области как памятники природы / А. А. Чистякова // 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. 136–140.

161. Леонова, Н. А. Влияние химического загрязнения на рост и развитие осоковых / Н. А. Леонова, А. А. Чистякова // Гидробиотаника: методология, методы : материалы школы по гидробиотанике (п. Борок, 8–12 апреля 2003 г.). – Рыбинск : ОАО «Рыбинский дом печати», 2003. – С. 173–174.

162. 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. молод. конф. (Тольятти, 15–19 сентября 2003 г.). – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. – С. 198.

163. Чистякова, А. А. Особенности трофических связей озера Круглого (Пензенская область) / А. А. Чистякова, Т. Г. Стойко // Экологические проблемы бассейнов крупных рек – 3 : тез. докл. Междунар. молод. конф. (Тольятти, 15–19 сентября 2003 г.). – С. 308.

2004

164–165. Восточноевропейские леса. – М. : Наука, 2004. – Кн. 2. – 575 с. [А. А. Чистякова: Сукцессионные процессы в дубравах лесостепи после прекращения сенокоса и выпаса (С. 286–294); А. А. Чистякова в соавторстве с Н. А. Леоновой: Мозаичная организация и спонтанная динамика квазиклиматических неморальных сообществ (С. 161–175)].

166. 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.

167. Иванов, А. И. Влияние химического загрязнения на флору мхов и сосудистых растений озера Мохового / А. И. Иванов, А. А. Чистякова //

Экологические проблемы наследия «холодной войны» и пути их преодоления : материалы Междунар. конф. (Пенза, июнь 2003 г.). – Пенза : Рос. Зеленый крест, 2004. – С. 44–51.

168. Чистякова, А. А. Влияние химического загрязнения на альгофлору озера Моховое / А. А. Чистякова, М. С. Куликовский // Экологические проблемы наследия «холодной войны» и пути их преодоления : материалы Междунар. конф. (Пенза, июнь 2003 г.). – Пенза : Рос. Зеленый крест, 2004. – С. 85–88.

169. 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.

170. Чистякова, А. А. Видовой состав и популяционная организация экотонных сообществ Восточноевропейской лесостепи (на примере сообществ Пензенской области) / А. А. Чистякова // 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. 268–269.

171. Чистякова, А. А. Растительность сфагновых болот Пензенской области и ее антропогенная динамика / А. А. Чистякова, М. С. Куликовский // Проблемы охраны природных ландшафтов и биоразнообразия России и сопредельных стран : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза : МНИЦ ПГСХА, 2004. – С. 131–134.

2005

172. Иванов, А. И. Особо охраняемые территории [Карта]: 1:150 000 / А. И. Иванов, А. А. Чистякова, Л. А. Новикова // Географический атлас Пензенской области: природа, население, хозяйство, культура. – Пенза : Облиздат, 2005. – С. 21.

173. Чистякова, А. А. Редкие виды кустарников : [Карта]: 1:3 000 000 / А. А. Чистякова, А. И. Иванов // Географический атлас Пензенской области: природа, население, хозяйство, культура. – Пенза : Облиздат, 2005. – С. 20.

174. Чистякова, А. А. Распространение и экология пальчатокоренника кровавого (*Dactylorhiza cruenta* (O. F. Muell.) Soo) в Пензенской области / А. А. Чистякова // Биоресурсы и биоразнообразие экосистем Поволжья: прошлое, настоящее будущее : материалы Междунар. совещ. РАН, посвящ. 10-летию Саратовского филиала ИПЭЭ (Саратов, 24–28 апреля 2005 г.). – Саратов : Сарат. гос. ун-т, 2005. – С. 102–104.

175. Чистякова, А. А. Красная книга Пензенской области / А. А. Чистякова, А. И. Иванов, 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 науч. изданий КМК, 2005. – С. 93.

176. Иванов, А. И. Моховые болота Пензенской области / А. И. Иванов, А. А. Чистякова // Охрана биологического разнообразия и развития охотничьего хозяйства России : материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Пенза, март 2005 г.). – Пенза : РИО ПГСХА, 2005. – С. 33–36.

2006

177. Чистякова, А. А. Ботанические объекты Пензенской области, нуждающиеся в охране / А. А. Чистякова // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2006. – № 1 (5). – С. 7–11.

178. Чистякова, А. А. Популяционные принципы поддержания биоразнообразия охраняемых лесостепных сообществ (на примере ООПТ Пензенской области) / А. А. Чистякова // Принципы и способы сохранения биоразнообразия : материалы II Всерос. науч. конф. (Йошкар-Ола, 28–31 января 2006 г.). – Йошкар-Ола : ООО Стринг ; Мар. гос. ун-т, 2006. – С. 298–300.

179. Чистякова, А. А. Миндаль низкий в условиях пирогенных сукцессий (Пензенская область) / А. А. Чистякова, И. М. Горячкина // Вторые чтения, посвящ. памяти Степана Ивановича Ефремова : сб. ст. регион. конф. – Орёл : ОГУ, Каргуш, 2006. – С. 150–152.

180. Чистякова, А. А. Рогульник плавающий (*Trapa natans* L.) в Пензенской области / А. А. Чистякова, Е. С. Ключникова // Бюл. Ботан. сада Саратов. гос. ун-та. Вып. 5: Ботанические исследования в Поволжье и на Урале : материалы Всерос. науч. конф., посвящ. 50-летию Ботан. сада СГУ (Саратов, 25–29 июня 2006 г.). – Саратов : Науч. книга, 2006. – С. 170–174.

181. Чистякова, А. А. Проблемы ведения Красной книги в Пензенской области / А. А. Чистякова, Л. А. Новикова // Флористические исследования в Средней России : материалы VI науч. совещ. по флоре Средней России (Тверь, 15–16 апреля 2006 г.). – М. : Тов-во науч. изданий КМК, 2006. – С. 171–173.

2007

182. Чистякова, А. А. Распространение и популяционная организация зубянки пятилистной (*Dentaria quinquefolia* Vieb.) Пензенской области / А. А. Чистякова // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2007. – № 5 (9). – С. 29–32.

183. Чистякова, А. А. Экология зубянки пятилистной (*Dentaria quinquefolia* Vieb) на юго-восточной границе ареала (Пензенская область) / А. А. Чистякова // Биологическое разнообразие. Интродукция растений : материалы IV Междунар. науч. конф. – СПб. : Наука, 2007. – С. 187–188.

184. Чистякова, А. А. Сукцессионная динамика кустарниковой растительности «Кунчеровской лесостепи» / А. А. Чистякова // Общие проблемы мониторинга природных экосистем : сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф. – Пенза : РИО ПГСХА, 2007. – Ч. II. – С. 164–167.

185. Чистякова, А. А. Распространение и экология *Orchis militaris* L. и некоторых видов *Dactylophiza* Nevski в Пензенской области / А. А. Чистякова, К. А. Мартынова, Ю. Х. Васильева, Р. Н. Косицын // Перспективы развития и проблемы современной ботаники : материалы I (III) Всерос. молод. науч.-практ. конф. ботаников в Новосибирске (Новосибирск, 17–21 октября 2007 г.). – Новосибирск : СО РАН, 2007. – С. 235–239.

186. Чистякова, А. А. Онтогенез и популяционная организация миндаля низкого в степных сообществах Пензенской области в связи с проблемами охраны / А. А. Чистякова, В. Н. Хрянин // Биоморфологические исследования в современной ботанике : материалы Междунар. конф. – Владивосток : БСИ ДВО РАН, 2007. – С. 467–470.

2008

187. Чистякова, А. А. Спектры популяций древесных растений как показатель их устойчивости в ценозах восточноевропейской степи / А. А. Чистякова // Биоразнообразие: Проблемы и перспективы сохранения : материалы

Междунар. науч. конф., посвящ. 135-летию И. И. Спрыгина (Пенза, 13–16 мая 2008 г.). – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2008. – Ч. 1. – С. 150–151.

188. Чистякова, А. А. Популяционные принципы сохранения биоразнообразия Восточно-Европейской лесостепи / А. А. Чистякова // *Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века : материалы Всерос. конф. (Петрозаводск, 22–27 сентября 2008 г.); XII ботанический съезд. Ч. 3.* – Петрозаводск : РИО Карельский науч. центр РАН, 2008. – С. 401–402.

189. Чистякова, А. А. Особенности экологии можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) на южной границе ареала (Пензенская область) / А. А. Чистякова // *Проблемы биоэкологии и пути их решения (Вторые Ржавитинские чтения) : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию образования кафедр ботаники и зоологии в Мордов. гос. ун-те (Саранск, 15–18 мая 2008 г.).* – Саранск : Изд-во Мордов. гос. ун-та, 2008. – С. 195–197.

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

191. 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.

192. Чистякова, А. А. Морфолого-ценотические особенности степных кустарников Восточно-Европейской лесостепи / А. А. Чистякова // *Принципы и способы сохранения биоразнообразия : материалы III Всерос. науч. конф. (Пушино, 27 января – 1 февраля 2008 г.).* – Йошкар-Ола : Мар. гос. у-т, 2008. – С. 605–607.

193. Чистякова, А. А. Эколого-демографические принципы сохранения биоразнообразия широколиственных лесов Карпат / А. А. Чистякова // *Значення та перспективи стаціонарних досліжень для збереження біорізноманіття : матеріали міжнародної наукової конференції, присвяченої 50-річчю біологічного стаціонару «Пожижевська».* – Львів, 2008. – С. 438–440.

2009

194. Чистякова, А. А. Эколого-морфологические особенности степных кустарников Восточно-Европейской лесостепи / А. А. Чистякова // *Тр. VIII Междунар. конф. по морфологии растений, посвящ. памяти Ивана Григорьевича и Татьяны Ивановны Серебряковых.* – М. : МПГУ, 2009. – Т. 2. – С. 276–279.

195. 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.

196. 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.

197. Чистякова, А. А. Дюкова Галина Романовна / А. А. Чистякова // Энциклопедия Пензенского государственного педагогического университета им. В. Г. Белинского. – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2009. – С. 79.

198. Чистякова, А. А. Солянов Александр Андрианович / А. А. Чистякова // Энциклопедия Пензенского государственного педагогического университета им. В. Г. Белинского. – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2009. – С. 300–301.

2010

199. Чистякова, А. А. Структура почвенно-растительного покрова засоленных степных блюдеч лесостепи / А. А. Чистякова, Г. Р. Дюкова // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2010. – № 17 (21). – С. 32–38.

200. Иванов, А. И. Моховые болота бассейна реки Суры в пределах Пензенской области и проблемы их охраны / А. И. Иванов, А. А. Чистякова // Чистая вода: Проблемы и решения. – 2010. – № 4. – С. 90–95.

201. Чистякова, А. А. Экология рогульника плавающего (*Trapa natans* L.) в старичных водоемах средней полосы России (на примере озера Чапчор Пензенской области) / А. А. Чистякова, И. В. Агаева // Перспективы развития и проблемы современной ботаники : материалы II (IV) Всерос. молод. науч.-практ. конф. – Новосибирск : Сибирское отд. РАН, 2010. – С. 243–245.

202. Чистякова, А. А. Охраняемые и нуждающиеся в охране территории северо-запада Пензенской области / А. А. Чистякова // Тр. Рязанского отделения Русского ботан. общества. Вып. 2. Ч. 1: Окская флора : материалы Всерос. школы-семинара по сравнительной флористике, посвящ. 100-летию «Окской флоры» А. Ф. Флерова / под ред. М. В. Казаковой. – Рязань, 2010. – С. 150–155.

2011

203. Агаева, И. В. О распространении рогульника плавающего (*Trapa natans* L.) в Пензенской области и особенностях его экологии / И. В. Агаева, А. А. Чистякова // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2011. – № 25. – С. 29–34.

204. Чистякова, А. А. Онтогенез и состояние популяций редких растений лесостепи как отражение экологии сообществ / А. А. Чистякова // Современные проблемы популяционной экологии, геоботаники, систематики и флористики : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 110-летию А. А. Уранова (Кострома, 31 октября – 3 ноября 2011 г.). – Кострома : КГУ им. Н. А. Некрасова, 2011. – Т. 1. – С. 236–242.

205. Агаева, И. В. Мониторинг состояния рогульника плавающего (*Trapa natans* L.) в водоемах Пензенской области / И. В. Агаева, А. А. Чистякова // Мониторинг экологически опасных промышленных объектов и природных экосистем : сб. ст. V Междунар. науч.-практ. конф. (Пенза, июнь 2011 г.). – Пенза : РИО ПГСХА, 2011. – С. 3–8.

206. Чистякова, А. А. Популяционные основы сохранения и восстановления растительности охраняемых участков в Пензенской лесостепи / А. А. Чистякова // Проблемы изучения и восстановления ландшафтов лесостепной зоны : сб. науч. ст. / под ред. О. В. Буровой, Е. М. Волковой, О. В. Швеца [материалы Всерос. науч. конф. (Гос. музей-заповедник «Куликово поле», 14–18 июня 2011 г.)]. – Тула : ЗАО «Гриф и К», 2011. – Вып. 2. – С. 135–142.

2012

207. Чистякова, А. А. Популяционная организация древесной растительности Островцовской лесостепи и прогнозы ее развития / А. А. Чистякова // Биологическое разнообразие и динамика природных процессов в заповеднике «Приволжская лесостепь» : тр. гос. заповедника «Приволжская лесостепь». Вып. 2: Островцовская лесостепь. – Пенза : ИП С. Ю. Тугушева, 2012. – С. 159–171.

208. Чистякова, А. А. Онтогенез и популяционная экология некоторых галофильных растений Пензенской лесостепи / А. А. Чистякова, Т. М. Кармишина, О. Б. Уварова // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2012. – № 29. – С. 103–111.

209. Чистякова, А. А. Современное состояние флоры и растительности регионального памятника природы «Урочище Подгорное» (Пензенская область, Колышлейский район) / А. А. Чистякова, Л. А. Новикова, Т. В. Горбушина // «Самарская Лука»: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2012. – Т. 21, № 3. – С. 107–111.

210. Чистякова, А. А. Зеленчук желтый (*Galeobdolon luteum* Huds.) на северо-восточной границе ареала / А. А. Чистякова // Красная книга Волжского бассейна: Флористические раритеты : материалы II Рос. науч. конф. (Тольятти, 11–13 сентября 2012 г.). – Тольятти : Кассандра, 2012. – С. 277–283.

211. Чистякова, А. А. Специфика онтогенеза и состояние популяций некоторых галофитных растений лесостепи (на примере *Limonium tomentellum* и *Galatella linosyris*) / А. А. Чистякова, Т. М. Кармишина, О. Б. Уварова // Актуальные проблемы современной биоморфологии : коллективная монография, посвящ. 90-летию со дня рождения Т. И. Серебряковой. – Киров : ООО «Радуга-Пресс», 2012. – С. 239–247.

212. Чистякова, А. А. Стратегии жизни и структура популяций древесных растений лесостепи / А. А. Чистякова // Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста : материалы Междунар. интернет-симп. «К 80-летию со дня рождения и 55-летию научно-педагогической деятельности д-ра биол. наук, проф., заслуженного деятеля науки и техники Украины Ю. А. Злобина» (г. Сумы, 2–4 апреля 2012 г.). – Сумы, 2012.

2013

213. 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.

214. Чистякова, А. А. Стратегии жизни и популяции древесных растений Восточноевропейской лесостепи / А. А. Чистякова // 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. 207–209.

215. Чистякова, А. А. Состояние и возможности сохранения популяций некоторых редких галофильных растений Пензенской лесостепи / А. А. Чистякова, Т. М. Кармишина, О. Б. Уварова // Современная ботаника в России :

тр. XIII Съезда РБО и конф. «Научные основы охраны и рационального использования растительного покрова Волжского бассейна» (Тольятти, 16–22 сентября 2013 г.). – Тольятти : Кассандра, 2013. – Т. 3. – С. 64–66.

216. Агеева, А. М. Территории особого природоохранного значения Пензенской области / 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 // Изумрудная книга Российской Федерации. Территории особого природоохранного значения Европейской России. Предложения по выявлению : коллективная монография. – М. : Институт географии РАН, 2011–2013. – Ч. 1. – С. 126–128.

217. Чистякова, А. А. Мониторинг популяции *Traza natans* L. в условиях реинтродукции близ северной границы ареала (Пензенская область) / А. А. Чистякова, И. В. Агаева // Проблемы изучения и восстановления ландшафтов лесостепной зоны: историко-культурные и природные территории : сб. науч. ст. / под ред. О. В. Буровой, Е. М. Волковой, О. В. Швеца [материалы Третьей Всерос. науч. конф. (Гос. музей-заповедник «Куликово поле», 3–8 июня 2013 г.)]. – Тула : Гриф и К, 2013. – Вып. 3. – С. 193–198.

218–270. Красная книга Пензенской области. Т. 1. Грибы, лишайники, мхи, сосудистые растения / сост.: А. И. Иванов, Л. А. Новикова, А. А. Чистякова [и др.] ; под ред. А. И. Иванова. – 2-е изд. – Пенза : Пензенская правда, 2013. – 300 с. [А. А. Чистякова: астра венгерская (солончаковая) (С. 100), крестовник малолыстный (киргизский) (С. 107), крестовник приречный (С. 108), онома простейшая (С. 26), пролеска сибирская (С. 144), ива лопарская (С. 150), ива черниковидная (С. 152), ирис безлистный (С. 153), шпажник (гладиолус) тонкий (С. 158), зубянка пятилистная (С. 160), двулепестник альпийский (С. 163), двулепестник парижский (С. 164), рябчик русский (С. 172), рябчик шахматовидный (С. 173), тюльпан Бибирштейна (С. 174), адонис весенний (С. 182), ветреничка алтайская (С. 185), живокость клиновидная (С. 186), ломонос прямой (С. 187), лютик многокорневой (С. 190), лютик многолистный (С. 191), лютик стоповидный (С. 192), лютик языколистный (С. 193), прострел раскрытый (сон-трава) (С. 194), наперстянка крупноцветковая (С. 216), башмачок настоящий (С. 218), дремлик темно-красный (С. 221), пальчатокоренник длиннолистный (балтийский) (С. 228), пальчатокоренник мясокрасный (С. 229), пальчатокоренник пятнистый (С. 230), пыльцеголовник длиннолистный (С. 231), пыльцеголовник красный (С. 232), тайник яйцевидный (овальный) (С. 233), пушица широколистная (С. 248), ежевика неская (куманика обыкновенная) (С. 255), кизильник черноплодный (С. 257), лапчатка белая (С. 258), миндаль низкий (С. 260), спирея городчатая (С. 262), волчье лыко обыкновенное (С. 272), зеленчук желтый (С. 278), черноголовка крупноцветковая (С. 280); А. А. Чистякова в соавторстве с А. И. Ивановым: можжевельник обыкновенный (С. 98), ирис солончаковый (С. 157), лилия скудноопушенная (С. 171), ирис сибирский (С. 156); А. А. Чистякова в соавторстве с В. М. Васюковым: кермек опушенный (С. 162); А. А. Чистякова в соавторстве с Т. В. Горбушиной: ива розмаринолистная (С. 151), ветреница лесная (С. 184), бровник одноclubневый (С. 219), шейхцерия болотная (С. 277), ятрышник шлемоносный (С. 235); А. А. Чистякова в соавторстве с И. В. Агаевой: рогульник (водяной орех, чилим) (С. 254)].

Новикова Любовь Александровна

доктор биологических наук, главный научный сотрудник, кафедра ботаники, физиологии и биохимии растений, Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: la_novikova@mail.ru

Novikova Lubov Alexandrovna

Doctor of biological sciences, chief researcher, sub-department of botany, plant physiology and biochemistry, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Леонова Наталья Алексеевна

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

E-mail: na_leonova@mail.ru

Leonova Natalia Alekseevna

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

Горбушина Татьяна Викторовна

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Природный государственный заповедник «Приволжская лесостепь»
(Россия, г. Пенза, ул. Окружная, 12а)

E-mail: astrawa@yandex.ru

Gorbushina Tatiana Victorovna

Candidate of agricultural sciences, senior researcher, State Natural Reserve «Privolzhskaya Lesostep»
(12a Okruzhnaya street, Penza, Russia)

УДК 581.9

Новикова, Л. А.

К 75-летию со дня рождения Александры Александровны Чистяковой / Л. А. Новикова, Н. А. Леонова, Т. В. Горбушина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 3 (7). – С. 119–138.

Внимание 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, истории естествознания, 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 языках** (Background. Materials and methods. Results. Conclusions).

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 подрисовочными 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 редакционную 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.

Уважаемые читатели!

Для гарантированного и своевременного получения журнала «**Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки**» рекомендуем вам оформить подписку.

Журнал выходит 4 раза в год по тематике:

- **биология;**
- **химия;**
- **география;**
- **история естествознания.**

Стоимость одного номера журнала – 500 руб. 00 коп.

Для оформления подписки через редакцию необходимо заполнить и отправить заявку в редакцию журнала: факс (841-2) 36-84-87, тел.: 36-84-87, 56-47-33; E-mail: VolgaVuz@mail.ru

Подписку на второе полугодие 2014 г. можно также оформить по Объединенному каталогу «Пресса России», тематические разделы: «Научно-технические издания. Известия РАН. Известия ВУЗов», «Природа. Мир животных и растений. Экология», «Химия. Нефтехимия. Нефтегазовая промышленность». Подписной индекс – 70238.

ЗАЯВКА

Прошу оформить подписку на журнал «Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки» на 2014 г.

№ 1 – _____ шт., № 2 – _____ шт., № 3 – _____ шт., № 4 – _____ шт.

Наименование организации (полное) _____

ИНН _____ КПП _____

Почтовый индекс _____

Республика, край, область _____

Город (населенный пункт) _____

Улица _____ Дом _____

Корпус _____ Офис _____

ФИО ответственного _____

Должность _____

Тел. _____ Факс _____ E-mail _____

Руководитель предприятия _____

(подпись)

(ФИО)

Дата «___» _____ 2014 г.