

Вестник Сыктывкарского университета (научный журнал)	Серия 2 Биология Геология Химия Экология	12+ ISSN 2306-6229 Выпуск 6 2016
--	--	---

СОДЕРЖАНИЕ

Г. Н. Доровских, ответственный редактор выпуска. ХОТЕЛИ КАК ЛУЧШЕ? **4**

СТАТЬИ

Ихтиопаразитология

*Г. Н. Доровских, В. Г. Степанов, Ю. К. Чугунова. ПАРАЗИТОФАУНА И СТРУКТУРА КОМПОНЕНТНЫХ СООБЩЕСТВ ПАРАЗИТОВ ГОЛЬЯНА *RHOXINUS RHOXINUS* (L.) ИЗ РЕКИ ЕНИСЕЙ* **8**

*G. N. Dorovskikh, V. G. Stepanov, Yu. K. Chugunova. THE PARASITOFAUNA AND OF THE COMPONENT COMMUNITY STRUCTURE OF PARASITES OF THE MINNOW *RHOXINUS RHOXINUS* (L.) FROM THE ENISEY RIVER*

А. Л. Гаврилов. ПАРАЗИТОФАУНА СИГОВЫХ РЫБ И ГОРБУШИ РЕКИ ЮРИБЕЙ (БАСЕЙН БАЙДАРАЦКОЙ ГУБЫ) **29**

A. L. Gavrilov. PARASITOFAUNA OF THE COREGONID FISHES AND PINK SALMON RIVER YURIBEY (POOL BAYDARATSKAYA BAY)

Химия организмов

*Г. Н. Доровских, В. В. Мазур. СОДЕРЖАНИЕ МЕТАЛЛОВ В ГОЛЬЯНЕ *RHOXINUS RHOXINUS* (LINNAEUS, 1758) (CYPRINIFORMES, CYPRINIDAE), ОБИТАЮЩЕГО В БАСЕЙНАХ РЕК ПЕЧОРЫ И ВЫЧЕГДЫ* **36**

*G. N. Dorovskikh, V. V. Mazur. THE COURSE OF METALS IN THE MINNOW *RHOXINUS RHOXINUS* (LINNAEUS, 1758) (CYPRINIFORMES, CYPRINIDAE) THAT GROW IN THE BASIN OF THE UPPER REACHES THE PECHORA RIVER AND VUCHEGDA RIVER*

Психофизиология

Т. В. Разина. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОТИВАЦИИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У СОТРУДНИКОВ РАЗЛИЧНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП **71**

T. V. Razina. COMPARATIVE ANALYSIS OF SCIENTIFIC ACTIVITIES MOTIVATION IN THE DIFFERENT AGE GROUPS

Т. В. Разина, А. А. Кондратьева. ФОРМИРОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ И ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ ПРЕДПОСЫЛОК МОТИВАЦИИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У СТУДЕНТОВ ВУЗОВ **87**

T. V. Razina, A. A. Kondrat'eva. COGNITIVE AND EMOTIONAL PRECONDITIONS OF SCIENTIFIC ACTIVITY MOTIVATION AND ITS GENESIS IN UNIVERSITY

<i>Е. Н. Репина, О. В. Рогачевская.</i> СОСТОЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА ОБУЧАЮЩИХСЯ ПЯТЫХ КЛАССОВ РЕСПУБЛИКИ КОМИ ПО ТЕСТУ В.Б. ВОЙНОВА	104
<i>E. N. Repina, O. V. Rogachevskaya.</i> THE STATE OF SOME FUNCTIONAL SYSTEMS OF ORGANISM OF THE FIFTH FORM SCHOOLCHILDREN OF THE REPUBLIC OF KOMI ACCORDING TO THE TEST OF V. B. VOYNOV	
<hr/>	
<i>Н. Г. Русских, Е. М. Осколкова, Ю. С. Зюзюлькин</i> АНАЛИЗ КАРДИОПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕТЕЙ 6–7 ЛЕТ МЕТОДОМ СКАТТЕРОГРАФИИ В ПОКОЕ И ПРИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОБАХ	111
<i>N. G. Russkikh, E. M. Oskolkova, Y. S. Zyuzulkin.</i> ANALYSIS KARDIOPOKAZATELEY CHILDREN 6–7 YEARS BY SKATTEROGRAFF AT REST AND DURING FUNCTIONAL TESTS	
<hr/>	
Биотехнология	
<hr/>	
<i>Н. И. Романчук.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА В АГРОЦЕНОЗАХ НА СЕВЕРЕ	114
<i>N. I. Romanchuk.</i> USE OF HYDROLYSIS LIGNIN IN AGROCENOSIS IN THE NORTH	
<hr/>	
ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ	121
<hr/>	

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:

ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина»
(167001, Республика Коми, г. Сыктывкар, Октябрьский просп., д. 55)

Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Биология, геология, химия, экология.
Сыктывкар: Изд-во СГУ им. Питирима Сорокина. Выпуск 6. 123 с.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

д-р биол. наук, профессор Г. Н. Доровских

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Л. И. Иржак, д. б. н., профессор

Р. И. Рэйляну, к. б. н., доцент

Т. В. Разина, к. п. н., доцент

АДРЕС РЕДАКЦИИ

Вестника Сыктывкарского университета:
167001 Сыктывкар, Октябрьский пр., 55
Тел./факс (8212) 43-68-20

Редактор Л. Н. Руденко
Верстка и компьютерный макет Н. Е. Чарковой
Корректор Е. М. Насирова

Подписано в печать 21.12.2016. Дата выхода в свет 30.12.2016.

Печать ризография. Гарнитура Times New Roman.

Бумага офсетная. Формат 70×108/16.

Усл.-печ. л. 12,4.

Заказ № 120. Тираж 300 экз.

ХОТЕЛИ КАК ЛУЧШЕ?

Г. Н. Доровских, ответственный редактор выпуска

После выхода в свет в 2006 г. Вестника СыктГУ серии 2 (физика, химия, биология) наступил перерыв... Пять лет спустя по просьбе В. Н. Задорожного, в то время ректора университета, работа журнала возобновилась. Это 5-й выпуск серии 2 (биология, геология, химия, экология) Вестника СыктГУ. Маленький, но юбилей! Значимость его удивительна. Нет ни приказа, ни распоряжения о создании этой серии, нет таковых и о назначении ответственного редактора. Однако издание живет! Посмотрим, как жил и живет журнал (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика журнала «Вестник СыктГУ. Серия 2»

Показатель	2006	2012	2013	2014	2015	2016
Кол-во статей в выпуске	13	12	15	11	10	5*
Кол-во статей в выпуске, принадлежащих авторам из других организаций (из общего числа)	соавторы	0.5+0.5	0.5+0.3	1	5.0+0.5	3.0+0.3
Число авторов, принявших участие в выпуске (всего)	37	16	18	10	15	7*
Кол-во авторов из других организаций (из общего числа)	9	2	2	1	8	4
Число иногородних авторов (из предыдущего числа)	3	1	1	1	5	4
Кол-во страниц в выпуске	148	142	181	116	90	?

Примечание. * — после 16 января 2017 г. поступили две статьи от пяти авторов — сотрудников СыктГУ.

Первые два выпуска были вполне полновесными (2012, 2013), хотя и отличались от такового 2006 г. Времена изменились. Теперь журнал хорошо отражал основные направления научно-исследовательской работы только биологов университета. Среди авторов были представлены не только преподаватели, но и аспиранты, магистранты, бакалавры. Это те, для кого и создан журнал. В основном для тех, кто вышел на «пробу пера», учит «пробовать перо». Планировалась страничка для начинающих.

Почему публиковались только биологи? Для геологов, химиков и экологов, что были и остаются привязанными к соответствующим институтам Коми научного центра УрО РАН (КНЦ), такой необходимости не было и нет. У этих институтов имеются свои издания. Однако это не означает, что они не могут публиковаться в Вестнике СыктГУ. Было бы желание.

А далее что-то произошло!? На первый взгляд и не заметно. Однако в выпуске 2014 г. из 11 статей — 6 одного автора, появились публикации по физиологии спорта (Р. И. Рэйляну), психофизиологии (Т. В. Разина). Названные авторы в СыктГУ уже не работают и вообще покинули пределы Республики Коми. Т. В. Разина в 2016 г. защитила докторскую диссертацию по психологии, уже получено подтверждение. Поздравляем!!!

В выпуске 2015 г. из 15 авторов — 8 из других организаций, 5 из них иностранных (Санкт-Петербург, Ярославль, Красноярск). Основу выпуска составили работы по ихтиопаразитологии и физиологии. На первый взгляд вроде как все замечательно. Журнал получает популярность, которая в 2016 г. становится еще шире. Теперь уже более половины авторов из других городов (Ярославль, Екатеринбург, Красноярск). Однако статей всего 5, авторов 7, четверо из которых из других городов. Остальные — автор этих строк и два его ученика. Эти строки пишутся в январе 2017 г. Трижды переносили сроки подачи рукописей, опять просят повременить, еще три недели. Кто просит — физиологи из других организаций! А где же штатные сотрудники университета? Где ботаники, зоологи, специалисты по физиологии спорта?

Может, они сосредоточились на монографических работах, на статьях для серьезных и очень серьезных изданий? Хорошо бы! Тогда задача Вестника может считаться выполненной!

Проанализируем публикационную активность сотрудников кафедры биологии (табл. 2), составляющих ядро биологов в университете. В расчет возьмем те работы, что требуют оригинальных результатов, систематической научной работы, в том числе со студентами. Учебные пособия — важная составляющая деятельности преподавателя.

С 2006 г. до 2012 г. публикационная активность биологов выросла в 4 раза, а затем сразу упала во столько же раз. Причем если в 1-й период показатель в ос-

Таблица 2

**Публикационная активность сотрудников кафедры биологии СыктГУ
(по: Основные итоги..., 2006—2016)
(физиологи, ботаники, зоологи)**

2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Монографии										
0	2 ²	0	1	1	4	0	1 ¹	0	0	0
Статьи в журналах из баз Scopus и Web of Science										
3 ²	7 ³	5 ³	6	4	4	2	0	1	0	3 ¹
Статьи в журналах из перечня ВАК										
1 ^{2*}	1 ²	1 ²	5	4	6	14	2 ⁴	4 ⁵	0	0
Учебные пособия										
1 ⁶	1 ²	0	1	1	1	6	1 ²	2 ²	2 ³	2 ²
Итого за год										
5	11	6	13	10	15	22	4	7	2	5

Примечание. ¹ — работы совместно с сотрудниками ИФ; ² — зоологи; ³ — зоолог, ботаник; ⁴ — работы по физиологии за 2011 и 2012 гг.; ⁵ — 3 по физиологии, 1 по ботанике; ⁶ — авторы — сотрудники ИБ.

новном складывался из статей в журналах, в меньшей мере из монографий, то во 2-й период — из учебных пособий. Издаваемые университетом «Основные итоги...» позволяют проанализировать публикационную активность соответствующих подразделений. Рассмотрим работу всех трех биологических кафедр, так как в 2009 г. были слиты кафедры зоологии и ботаники, а с 2011 г. все три кафедры были объединены в одну. Начнем рассмотрение с 2006 г., так как именно в этот год заведующим кафедрой зоологии был назначен штатный сотрудник университета. До этого все три кафедры находились в подчинении сотрудников Института биологии КНЦ УрО РАН (ИБ). Итак, первые три года в основном публиковались зоологи. В 2006 г. учебное пособие было подготовлено научными сотрудниками ИБ. В 2007 и 2008 гг. по одной статье принадлежали преподавателям кафедры ботаники. В 2009 и 2010 гг. опять же основной вклад в результативность объединенной кафедры сделали зоологи, но появились совместные публикации зоологов и ботаников. В 2011 и 2012 гг. при объединении трех кафедр в одну результативность резко выросла, были заключены договоры о сотрудничестве с рядом организаций, в частности с Институтом физиологии КНЦ УрО РАН (ИФ). Подъем научно-исследовательской деятельности кафедры заметен и по наполненности в 2012 и 2013 гг. журнала «Вестник СыктГУ. Серия 2».

В 2013 г. кафедра биологии вновь перешла в подчинение сотрудника ИБ, появились внештатные совместители из этой же организации. Казалось бы, результативность коллектива должна вырасти, но что-то пошло не так. Ситуация вернулась к 2006 г. В 2013 г. коллектив отчитался еще заделом за прошлые годы (табл. 2). Далее результат стали давать физиологи благодаря сотрудничеству с ИФ. Сыграл свою роль договор, заключенный 1-го февраля 2013 г. Учебные же пособия в основном выдали зоологи. Общая результативность объединенной кафедры существенно снизилась.

Итак, что же произошло? Почему не удалось наладить продекларированные 17 декабря 2012 г. на заседании кафедры биологии (протокол № 6), а затем на заседании Ученого совета Института естественных наук (УС ИЕН) в марте 2013 г. международные взаимодействия, подъем уровня научной и образовательной деятельности, доступ к экспериментальной базе ИБ, подъем престижа биологической специальности и др. Почему так и не получено финансирование научно-исследовательской работы на кафедре биологии, а заведующий подает заявки от другой кафедры? Не получилось, выходит, объединить людей, создать научно-образовательный коллектив, сформулировать объединяющую цель. Жаль! А ведь рисовали такие замечательные перспективы, так красиво обещали... Так верили, так хотели! Не все. Часть все же понимала, чудес не бывает... Случайность — то, что случилось, или закономерность?

В этом выпуске по моей настоятельной просьбе помещена статья Т. В. Разиной, доктора психологических наук, специалиста в области психологии менеджмента научных и образовательных коллективов, в которой представлены результаты исследования мотивации научной деятельности у молодых и зрелых сотрудников одного из академических институтов. У первых отмечена слабая связь мотивов к изысканиям и более высокий по сравнению со старшими коллегами уровень мотивации безопасности, отрицательно сказывающийся на их

научной продуктивности. При этом и у вторых, к счастью все же не у всех, произошло изменение целей и обесмысливание научной работы. Последнее связано с фиксацией внимания коллектива на наукометрические показатели, а не на содержательность работы. Это отмечают не только в академических организациях, но и в высших учебных заведениях. Подобное переживал и переживает и Сыктывкарский госуниверситет. К сожалению, картина знакомая, и обусловлена она условиями социальной среды и той, что сложилась в научном сообществе и конкретном коллективе. Последнее ведет к доминированию административной и организационной мотивации у сотрудников, подстегиваемой будущей заработной платой управленческого аппарата. Сказанное привело к тому, что вместо научной работы сотрудники все больше озабочены возможностью самореализации карьерных амбиций, а это создает нездоровую атмосферу в коллективе, опять же снижающую интерес к познанию и, как следствие, научную продуктивность, да и любую другую. Часть сотрудников, не «желающая» участвовать в этих «играх», уходит «в тень», что также не способствует интеллектуальному успеху.

Да и цель, изначально поставленная заведующим кафедрой и директором института, развивать ботаническое направление, была, мягко говоря, ошибочна. На кафедре, где трудятся 3 физиолога в области физиологии животных и человека, 1 миколог, 4 зоолога, 1 ботаник? Может, именно поэтому и заявка на финансирование подана от другой кафедры... Хотели как лучше...

Видимо, все же закономерность!

Из сказанного следует, что журнал отражает действительность и живет в унисон с университетом, по крайней мере, с той его частью, для которой Вестник серии 2 создан и на которой специализируется.

* * *

1. Вестник Сыктывкарского университета. Сер. 2: физика, химия, биология. 2006. Вып. 1. 148 с.

2. Вестник Сыктывкарского университета. Сер. 2: биология, геология, химия, экология. 2012—2015. Вып. 2—5. 90—181 с.

3. Основные итоги научной и научно-организационной деятельности Сыктывкарского государственного университета в 2006 г. (по 2016 г., ежегодное издание). Сыктывкар: Изд-во Сыктывкарского гос. ун-та, 2006—2016. 140—216 с.

4. Разина Т. В. Сравнительный анализ мотивации научной деятельности у сотрудников различных возрастных групп // Вестник Сыктывкарского университета. Сер. 2: биология, геология, химия, экология. 2016. С. 71—86.

Ихтиопаразитология

ПАРАЗИТОФАУНА И СТРУКТУРА КОМПОНЕНТНЫХ СООБЩЕСТВ ПАЗАРИТОВ ГОЛЬЯНА *PHOXINUS PHOXINUS* (L.) ИЗ РЕКИ ЕНИСЕЙ

THE PARASITOFUNA AND OF THE COMPONENT COMMUNITY STRUCTURE OF PARASITES OF THE MINNOW *PHOXINUS PHOXINUS* (L.) FROM THE ENISEY RIVER

Г. Н. Доровских, В. Г. Степанов, Ю. К. Чугунова
G. N. Dorovskikh, V. G. Stepanov, Yu. K. Chugunova

Сбор материала произведен по общепринятой методике в 2011, 2013 и 2014 гг. из бассейна р. Енисей. Исследовали 180 экземпляров гольяна возраста 2+—3+. В бассейне р. Енисей компонентные сообщества его паразитов незрелые (несбалансированные, по: [43]). В р. Енисей в р-не г. Красноярска сообщества паразитов гольяна состоят из 2-х групп видов, выделенных по соотношению их биомасс. Сообщества паразитов гольяна из р. Тея и р. Енисей на 79-м км состоят из трех групп видов, выделенных по соотношению их биомасс, что свидетельствует о распределении видов в них неслучайным образом.

Наиболее приемлемым для сравнительного анализа является состояние сообщества паразитов гольяна из бассейна р. Енисей, по крайней мере в р-не г. Красноярска, отмеченное в конце июня и в меньшей степени начале июля. В июле резко возрастает численность гиродактилюсов, но сообщество сохраняет состояние, близкое к сформированному.

Характеристики сообществ паразитов гольяна из бассейна р. Енисей требуют уточнения.

The collection of the material was produced by the conventional method during 2011, 2013 and 2014 from the basin of Enisey river. We studied 180 specimens of Phoxinus phoxinus with age 2+—3+. Minnow component parasite communities were immature (unbalanced, according to [43]) in the basin of Enisey Rivers. From the Enisey river of the Krasnoyarsk town parasite communities of the minnow consist of two species groups, distinguished by their proportions in the total biomass. Communities of minnow parasites in Rivers Tea and Enisey on 79 km consist of three species groups distinguished by their proportions in the total biomass, which indicates that parasite communities are structured in a certain way and that the distribution of species in them is not random.

The most acceptable for the comparative analysis is the state of the community of parasites minnow basin. Yenisei, at least in the region of Krasnoyarsk, marked the end of June and, to a lesser extent, the beginning of July. In July, sharply increased the number of Gyrodactylus, but the community saves the state close to the form.

Characteristics of parasite communities of the minnow in the basin of Enisey Rivers require clarification.

Ключевые слова: *паразиты рыб, паразитофауна, компонентное сообщество, Phoxinus phoxinus, гольян.*

Keywords: *fish parasites, parasite fauna, component communities, Phoxinus phoxinus minnow.*

Введение

Исследования сезонной динамики ихтиопаразитофауны начаты в 1920—30-х гг. [1, 7], спустя 20 лет появились обобщения полученных данных [9, 49, 50]. Реакцию компонентных сообществ паразитов рыб на смену сезонов года начали изучать в 1990-х гг. [6, 11, 34—37, 42—46, 51]. Показано, что эти сообщества в течение года последовательно проходят стадии сформированности, разрушения и формирования [11, 16, 17, 20, 22—24, 27]. Первая отличается максимальными значениями числа видов в них, количества особей и биомассы паразитов, 2-я характеризуется отмиранием особей паразитов генерации прошлого года рождения, 3-я — появлением новой генерации паразитов. Сроки прохождения сообществом стадий развития совпадают с ранее сделанными наблюдениями за сменой генераций паразитов в бассейне среднего течения р. Вычегды (приток р. С. Двина), где в мае—июне последние наиболее многочисленны, откладывают яйца или производят молодь; в июле старые особи отмирают, и этот процесс постепенно сходит на нет, завершаясь обычно в августе; в июле начинается заражение новой генерацией паразитов рыб, постепенно набирая темпы, достаточно заметным становится в сентябре и у некоторых видов может продолжаться до мая следующего года [10].

Указанные исследования сезонной динамики паразитофауны и структуры сообществ инвадентов выполнены на сбалансированных (зрелых) компонентных сообществах паразитов ряда видов рыб. В какие сроки и как протекают эти процессы в несбалансированных (незрелых) сообществах, остается неизвестным. Такие сообщества зарегистрированы в водоемах севера восточно-европейской части России [15], на р. Колыме [46], р. Енисей (в черте г. Красноярска) и ее притоке — р. Кача [3—5, 48].

Использовать для выяснения особенностей сезонной динамики структуры незрелых компонентных сообществ паразитов рыб опубликованные работы невозможно в силу того, что в них, как правило, не указаны даты отлова рыбы, возраст паразитов и хозяина и т. д. При характеристике сообществ это делать необходимо, поскольку значения индексов видового разнообразия, используемых для описания сообществ, зависят от сезона года [16, 20, 22, 23], физиологического состояния организма хозяина [30], его возраста [18, 19], порой и от его половой принадлежности [14], степени загрязнения водоема [29, 31, 33], его географического положения [15, 25, 26, 28], других факторов.

Для получения достоверной картины состояния компонентного сообщества паразитов рыб в конкретном водоеме или его участке сбор материала рекомендовано проводить в период его сформированного состояния. Такое сообщество характеризуется максимальным видовым разнообразием. Виды в нем представлены зрелыми особями и личиночными стадиями паразитов, использующих рыбу как промежуточного хозяина. Оно отличается наличием в структуре, выделенной по соотношению условных биомасс составляющих его видов, 3-х групп

паразитов. Величина суммы ошибок уравнений регрессии, описывающих расположение точек биомасс этих видов, менее 0.25 [11, 12, 16]. Достоверно определить характер сообщества можно только по сборам паразитов взрослых рыб примерно одного возраста, размера, физиологического состояния, отловленных «за один присест» [11, 12, 21].

Цель работы — исследование сезонной динамики паразитофауны и структуры незрелого компонентного сообщества паразитов гольяна.

Материал и методика

Сбор материала осуществлен с соблюдением методических основ изучения компонентных сообществ паразитов рыб [11, 12, 21, 25, 42] с 2010 по 2014 гг. из р. Тея, притока р. Вельмо, являющейся левым притоком р. Подкаменной Тунгуска (правый приток р. Енисей), у пос. Тея (GPS: 60°22'N, 92°37'E) (Северо-Енисейский р-н, Красноярский край); 79 км р. Енисей (протока Старый Енисей) по лоцкарте от Майнской ГЭС до порта Абакан (р-н с. Шушенское, Усть-Абаканский р-н, Республика Хакасия); протоки р. Енисей в черте г. Красноярска (за кинотеатром «Луч»).

Даты отлова, объемы выборок, длина и вес тела рыбы указаны в табл. 1—2. Гольяна (возраст 2+—3+) отлавливали в течение 10—20 мин. и сразу фиксировали в 10 %-м растворе формалина в пластиковые бутылки. Обработка проб проведена общепринятыми методами [2, 47] с учетом особенностей вскрытия рыб, фиксированных в формалине [12, 21]. В обязательном порядке на наличие паразитов просматривали осадок из емкостей, в которых хранилась рыба до вскрытия.

Возраст рыбы определен по чешуе, отолитам и жаберным крышкам [41].

Сравнение паразитофауны гольяна осуществлено по набору видов и их представленности в сборах с использованием индекса общности Чекановского — Сьеренсена в форме $b(K_{CS})$, в котором исключено влияние различий в объеме сравниваемых коллекций [40].

$$K_{CS} = \sum (\min p_{i1}, p_{j2}, p_{z2}, \dots \text{ и т. д.}),$$

где p_{i1} — минимальная доля по числу особей или биомассе i -го вида в 1-й из сравниваемых паразитофаун; p_{j2}, p_{z2} — минимальные доли j -го и z -го видов по числу особей или биомассе во 2-й из рассматриваемых фаун паразитов гольяна.

Сопоставление долей аллогенных и автогенных видов, видов-генералистов и специалистов [38], а также значений индекса разнообразия Шеннона [39] проведено с помощью критерия t_{st} .

Анализ экологического благополучия или напряженности в сообществе паразитов основан на предложенном индексе оценки преобладающей жизненной стратегии видов D_E' сообществ зообентоса [8].

$$D_E' = H'_{spB} / H'_{spB \max} - H'_{spA} / H'_{spA \max} = (H'_{spB} - H'_{spA}) / \log(N),$$

где H'_{spB} — индекс разнообразия видов (Шеннона) по биомассе; H'_{spA} — индекс разнообразия видов (Шеннона) по количеству особей; N — количество видов в выборке.

Таблица 1

Паразитофауна голяяна из р. Енисей в черте г. Красноярска в 2011 г.

Вид паразита	Даты отлова рыб и объемы выборок						
	23 апреля	8 мая	18 мая	25 июня	30 августа	20 ноября	
	n = 15						
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	
<i>Muxobolus strelkovi</i> Kostarev et Kulemina, 1971	—	—	—	—	—	1(0.07)	
<i>Ariosoma</i> sp.	—	—	—	—	+	—	
<i>Trichodina</i> sp.	—	+	—	+	+	+	
<i>Paratrichodina</i> sp.	—	—	—	—	+	+	
<i>Trichodinella</i> sp.	+	+	—	+	—	—	
<i>Pellucidhaptor merus</i> (Zaika, 1961)	1(0.07)	—	1(0.07)	?(0.13)	—	1(0.07)	
<i>Gyrodactylus aphyae</i> Malmberg, 1957	—	—	?(0.21)	—	—	—	
<i>G. macronychus</i> Malmberg, 1957	—	?(0.21)	—	—	—	—	
<i>G. limneus</i> Malmberg, 1964	—	?(0.13)	1(0.07)	—	—	—	
<i>G. rannonicus</i> Molnar, 1968	—	—	?(0.13)	—	—	—	
<i>Triaenophorus nodulosus</i> Pallas, 1781 larvae	—	1(0.07)	1(0.07)	—	—	—	
<i>Diplostomum phoxini</i> Faust, 1918 larvae	14(7.60)	15(18.47)	15(9.87)	15(19.67)	15(18.2)	15(16.8)	
<i>Tylodelphys clavata</i> (Nordmann, 1832)	—	—	2(0.33)	—	—	—	
<i>Pseudoechinorhynchus borealis</i> (Linstow, 1901)	—	—	2(0.21)	—	—	1(0.13)	
Всего видов	2(3)	4(6)	8(?)	2(4)	1(4)	4(6)	
Длина тела голяяна, мм	70—84	75—87	62—70	76—86	69—84	75—86	
Вес тела рыбы, г.	3.95—6.91	3.7—6.94	4.1—5.9	4.66—6.56	3.24—6.15	2.65—6.71	

Примечание. Здесь и в табл. 2 за скобками число зараженных данным видом паразита рыб; в скобках — индекс обилия; ? — паразиты со-
браны из осадка в материальной банке, в которой рыба хранилась до вскрытия.

Паразитофауна голяна из бассейна р. Енисей

Вид паразита	Даты оглова рыб и объемы выборок							
	13.07.2010	30.06.2014	1.07.2013	20.08.2013	11.10.2013	19.07.2011		
	79-й км р. Енисей	р. Енисей в черте г. Красноярска						
n = 15								
1	2	3	4	5	6	7		
<i>Mухosoma phoxinaceum</i> Bauer, 1948	1(0.07)	—	—	—	—	—		
<i>Mухobolus musculi</i> Kysselitz, 1908	—	—	1(0.07)	—	1(0.07)	—		
<i>M. muelleri</i> Butschli, 1882	—	—	—	—	—	3(0.6)		
<i>Thelohanelius pyriformis</i> (Thelohan, 1892)	—	—	—	—	—	1(0.07)		
<i>Ariosoma</i> sp.	+	—	—	—	—	—		
<i>Trichodina</i> sp.	+	—	+	—	—	—		
<i>Dactylogyrus borealis</i> Nybelin, 1936	—	—	2(0.33)	—	—	7(2.87)		
<i>Pellucidhaptor merus</i> (Zaika, 1961)	?(0.67)	1(0.07)	—	1(0.07)	—	?(0.13)		
<i>Gyrodactylus aphyuae</i> Malmberg, 1957	?(147.0)	?(4.33)	?(18.93)	—	1(0.07)	?(0.8)		
<i>G. macronychus</i> Malmberg, 1957	?(3.80)	?(1.60)	?(0.87)	—	—	?(0.2)		
<i>G. magnificus</i> Malmberg, 1957	—	1(0.07)	—	—	—	?(0.07)		
<i>G. laevis</i> Malmberg, 1957	?(0.73)	—	—	—	—	—		
<i>G. limneus</i> Malmberg, 1964	?(7.73)	?(0.21)	?(0.20)	—	—	—		
<i>G. rannonicus</i> Molnar, 1968	—	?(0.40)	?(0.53)	—	—	—		
Diplozoidea (дипзорпа)	—	—	—	1(0.07)	—	—		
<i>Triacnophorus nodulosus</i> Pallas, 1781 larvae	—	—	—	1(0.13)	1(0.07)	—		
<i>Allocreadium isopororum</i> (Olbers, 1926)	—	—	—	—	—	1(0.07)		
<i>Diplostomum phoxini</i> Faust, 1918 larvae	13(177.0)	15(11.93)	15(13.60)	13(4.13)	15(4.60)	15(250.1)		
<i>Tylodelphys clavata</i> (Nordmann, 1832)	—	—	3(0.21)	—	—	—		
<i>Capillaria tomentosa</i> Dujardin, 1843	—	—	—	—	—	2(0.13)		
<i>Raphidascaris acus</i> (Bloch, 1779) larvae	—	—	—	1(0.07)	—	1(0.13)		
<i>Neoechinorhynchus rutili</i> (Müller, 1780)	2(0.33)	—	—	—	—	—		
Всего видов	8(10)	7	8(9)	5	4	11		
Длина тела голяна, мм	84—97	46—71	42—63	60—76	48—67	55—71		
Вес тела рыбы, г.	6.7—10.1	1.5—5.2	1.2—3.9	3.5—7.2	1.8—4.2	2.8—6.2		

Индекс D_E' представляет собой разность информационных оценок выравненностей для видов конкретного сообщества по количеству особей и по биомассе. Будучи безразмерным, он изменяется в интервале между -1 и 1 при критическом переходном значении 0 . Значения, близкие к -1 , указывают на полное отсутствие стресса, что соответствует К-стратегии, значения, близкие к 1 , — на наличие сильного стресса, что соответствует г-стратегии [8].

Терминология, расчеты индексов и метод построения графиков, отражающих структуру компонентного сообщества паразитов, изложены в предыдущих публикациях [11, 13, 20, 21, 32].

Результаты и обсуждение

Для гольяна из бассейна р. Енисей указаны 22 (с инфузориями 26) вида паразитов (табл. 1—2). У рыбы из всех выборок найден *Diplostomum phoxini* Faust, 1918. Во всех пунктах сбора материала отмечены *Gyrodactylus aphyae* Malmberg, 1957, *G. macronychus* Malmberg, 1957 и *Pellucidhaptor merus* (Zaika, 1961). Только на 79 км русла зарегистрированы *Myxosoma phoxinaceum* Bauer, 1948, *Gyrodactylus laevis* Malmberg, 1957 и *Neoechinorhynchus rutili* (Müller, 1780); в протоке в черте г. Красноярска — *Myxobolus strelkovi* Kostarev et Kulemina, 1971, *M. musculi* Keysselitz, 1908, *G. magnificus* Malmberg, 1957, *G. pannonicus* Molnar, 1968, *Diplozoidae gen. sp.* (дипорпа), *Triaenophorus nodulosus* Pallas, 1781 и *Pseudoechinorhynchus borealis* (Linstow, 1901); в русле р. Тея — *M. muelleri* Butschli, 1882, *Thelohanellus pyriformis* (Thelohan, 1892), *Allocreadium isoporum* (Olbers, 1926) и *Capillaria tomentosa* Dujardin, 1843.

Паразитофауна и структура компонентных сообществ паразитов в разные сезоны года различаются весьма существенно [16, 17, 20, 22, 23, 24, 27], поэтому сравнение таковых, находящихся на разных фазах развития, бессмысленно. В связи с этим необходимо выяснить особенности сезонной динамики структуры незрелых компонентных сообществ паразитов рыб, что позволит выявить состояние сообщества, наиболее подходящее для сравнительного анализа.

В 2011 г. из указанной протоки р. Енисей в черте г. Красноярска рыбу на наличие паразитов изучали с апреля по ноябрь (табл. 1). Такие же работы проведены в 2013 и 2014 гг. (табл. 2). К сожалению, рекомендованный для подобных работ временной интервал в сборе материала не выдержан [34—36], поэтому полученные данные следует рассматривать как предварительные. Наибольшее число видов паразитов отмечено, даже без учета инфузорий, во 2-й декаде мая 2011 г. (8/?), в самом конце июня 2014 г. (7) и начале июля 2013 г. (8/9); наименьшее число видов зарегистрировано в апреле (2/3), июне (2/4) и августе (1/4) 2011 г. В июне 2014 г. (7) и августе 2013 г. (5) видовое разнообразие паразитов выше.

Сравним фауну паразитов гольяна, отловленного в разное время из протоки р. Енисей в черте г. Красноярска, по набору видов и их представленности по числу особей и биомассе с использованием индекса общности Чекановского — Сьеренсена.

С апреля по ноябрь 2011 г. нашли 10(14) видов паразитов. Различия в числе особей разных видов в паразитофауне гольяна статистически недостоверны; ве-

личины биомасс видов в составе совокупностей паразитов за 8 и 18 мая, будучи статистически схожими, достоверно отличаются от таковой за 23 апреля; представленность видов по биомассе 18 мая не совпадает с тем, что наблюдается в июне, августе и ноябре (табл. 3).

Рассмотрим характеристики компонентных сообществ паразитов гольяна из протоки р. Енисей в черте г. Красноярска в разные периоды 2011 г. (табл. 4).

Максимальные значения числа особей паразитов зарегистрированы в конце июня и 1-й декаде мая, в последнем случае отмечена и наибольшая биомасса паразитов; минимальные величины этих показателей были в апреле. Во 2-й декаде мая биомасса автогенных и аллогенных видов ($t_{st} = 0.129$; $P \gg 0.05$), видов-специалистов и видов-генералистов ($t_{st} = 0.129$; $P \gg 0.05$) примерно одинакова. В другое время по численности и биомассе преобладали аллогенные виды и виды-специалисты. Видом-доминантом весь период наблюдений был аллогенный специалист *D. phoxini*.

В мае величины индексов, рассчитанные по биомассе и численности паразитов, существенно разнятся, индекс D_E' близок 1. Возможно, это указывает на процесс формирования сообщества. В апреле, июне и особенно августе величины индексов разнятся меньше, индекс D_E' близок критическому переходному значению. Видимо, в сообществе идут процессы, связанные с появлением особей новой генерации и отмиранием таковых прошлого года рождения. В ноябре напряженность в сообществе, состоящего из особей этого года рождения, вновь усиливается.

Величины индекса Шеннона, рассчитанные по числу особей, у анализируемого сообщества паразитов гольяна во все даты статистически одинаковы. Наибольшие отличия, но статистически недостоверные отмечены между индексом Шеннона за 18 мая и другие периоды проведения работ. Значения индекса разнообразия, полученные по величинам биомасс, у сообщества в мае статистически достоверно отличаются от таковых за другие даты (табл. 5).

Во все периоды исследования, за исключением августа, когда сообщество было представлено 1-м видом, оно состояло из 2-х групп паразитов, выделенных по соотношению биомасс (рис. 1).

Высокие значения индекса доминирования, низкие индексов выравненности и Шеннона позволяют предположить, что компонентное сообщество паразитов гольяна в изучаемом районе незрелое. Однако выделить фазу сформированности у анализируемого сообщества не удалось. Поэтому в 2013—2014 гг. с июня по октябрь собран дополнительный материал по паразитофауне гольяна из этого же участка водотока (табл. 2).

В последнем случае у гольяна отметили 13 (14) видов паразитов. Число особей и биомасса паразитов 1-го июля статистически достоверно отличаются от таковых в августе и октябре; различия в количестве особей в составе фауны паразитов в 3-й декаде июня, июле, августе и октябре статистически не достоверны, по биомассе — достоверны; в августе и октябре различия по числу особей и биомассе паразитов не существенны (табл. 6).

Максимальные значения числа особей паразитов и их биомассы зарегистрированы 1-го июля; минимальные величины этих показателей — в авгу-

Достоверность различий паразитофауны голяна из р. Енисей в черте г. Красноярска в 2011 г.

Даты сбора материала	Даты отлова рыб							
	23 апреля	8 мая	18 мая	25 июня	30 августа	20 ноября		
23 апреля		0.979±0.07 0.292	0.908±0.11 0.836	0.998±0.09 0.023	0.991±0.07 0.137	0.992±0.06 0.126		
8 мая	0.437±0.17 3.210*		0.916±0.12 0.726	0.979±0.07 0.288	0.979±0.07 0.288	0.979±0.07 0.288		
18 мая	0.444±9.18 3.089*	0.712±0.28 1.008		0.908±0.11 0.866	0.902±0.10 0.956	0.910±0.11 0.807		
25 июня	0.975±0.30 0.083	0.705±0.23 1.283	0.444±0.18 3.092*		0.993±0.06 0.121	0.996±0.05 0.073		
30 августа	0.960±0.14 0.286	0.705±0.23 1.283	0.437±0.17 3.210*	0.968±0.12 0.255		0.988±0.05 0.222		
20 ноября	0.868±0.18 0.737	0.705±0.23 1.283	0.508±0.19 2.491*	0.862±0.18 0.760	0.863±0.17 0.796			

Примечание. Здесь и в табл. 6 в числителе значение индекса общности Чекановского — Сьеренсена в форме b и его ошибка; в знаменателе — t_{sr} (пороговое значение 2.228—3.182); * — статистически достоверные различия.

Характеристики компонентных сообществ паразитов голяна из р. Енисей в черте г. Красноярска в 2011 г.

Показатели	Даты отлова рыбы					
	23 апреля	8 мая	18 мая	25 июня	30 августа	20 ноября
<i>I</i>	2	3	2	4	5	6
Исследовано рыб	15	15	15	15	15	15
Общее число видов паразитов	2	4	8	2	1	4
Общее число особей паразитов	115	283	164	297	273	255
Общее значение условной биомассы	17.8	58.9	50.8	45.9	40.95	43.9
Количество автогенных видов	1	3	6	1	0	3
Количество аллогенных видов	1	1	2	1	1	1
Доля особей автогенных видов	0.009	0.021	0.067	0.007	0	0.012
Доля биомассы автогенных видов	0.019	0.280	0.530	0.014	0	0.120
Доля особей аллогенных видов	0.991	0.979	0.933	0.993	1.000	0.988
Доля биомассы аллогенных видов	0.981	0.720	0.470	0.986	1.000	0.880
Количество видов-специалистов	2	3	5	2	1	2
Доля особей видов-специалистов	1.0	0.996	0.945	1.0	1.000	0.992
Доля биомассы видов-специалистов	1.0	0.733	0.474	1.0	1.000	0.888
Количество видов-генералистов	0	1	3	0	0	2
Доля особей видов-генералистов	0	0.004	0.055	0	0	0.008
Доля биомассы видов-генералистов	0	0.267	0.526	0	0	0.112
Доминантный вид по числу особей	<i>Diplostomum phoxini</i>					
Доминантный вид по значению биомассы	То же					
Характеристика доминантного вида	ал/с					
Индекс Бергера-Паркера по числу особей	0.991	0.979	0.902	0.993	1.000	0.988
Индекс Бергера-Паркера по биомассе	0.981	0.720	0.446	0.986	1.000	0.880
Выравненность видов по числу особей	0.072	0.090	0.237	0.058	0	0.055
Выравненность видов по биомассе	0.133	0.472	0.609	0.109	0	0.336
Индекс Шеннона по числу особей	0.030	0.124	0.492	0.040	0	0.077
Индекс Шеннона по значению биомассы	0.072	0.655	1.266	0.075	0	0.466
Ошибка уравнений регрессии	—	—	0.226	—	—	—
D_F'	0.138	0.882	0.857	0.116	—	0.646

Примечание. ал — аллогенный вид; с — вид-специалист.

Таблица 5

Достоверность различий значений индекса Шеннона, характеризующего сообщества паразитов гольяна из р. Енисей в черте г. Красноярска в 2011 г.

Даты сбора материала	Даты отлова рыб							
	23 апреля	8 мая	18 мая	25 июня	30 августа	20 ноября		
23 апреля		0.491	1.532	0.071	0.290	0.282		
8 мая	2.944*		1.129	0.449	0.769	0.226		
18 мая	5.759*	2.752*		1.514	1.737	1.330		
25 июня	0.017	2.983*	5.838*		0.424	0.230		
30 августа	0.562	4.337*	7.767*	0.610		0.590		
20 ноября	1.501	0.689	2.847*	1.503	2.026			

Примечание. t_{st} (пороговое значение критерия Стьюдента 2.042–2.131); * — статистически достоверные различия.

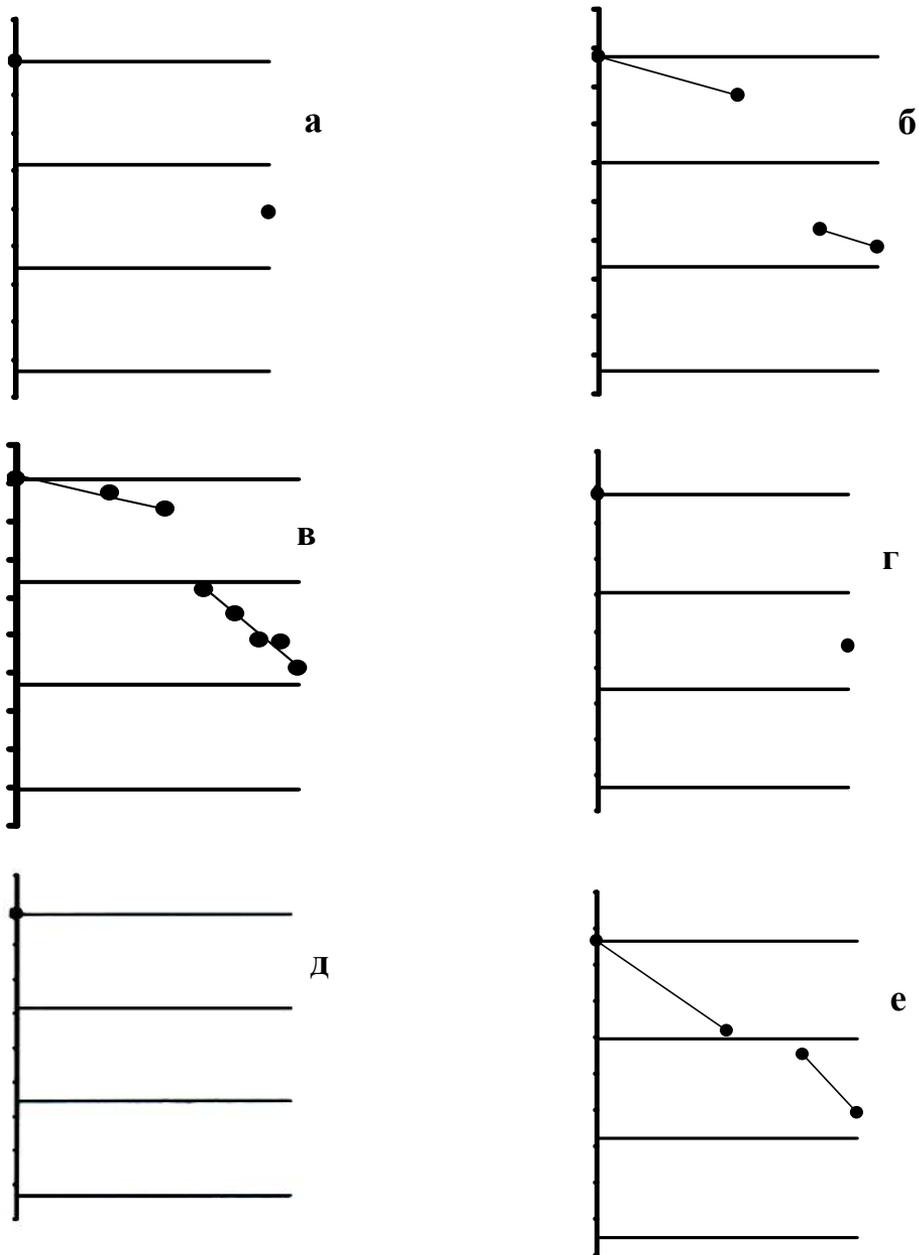


Рис. 1. Вариационные кривые условных биомасс паразитов голяяна из р. Енисей в 2011 г. На всех графиках: по оси абсцисс — натуральные логарифмы порядковых номеров последовательных (по значениям условных биомасс) членов ряда; по оси ординат — натуральные логарифмы значений условных биомасс видов паразитов, образующих компонентное сообщество. Прямые, параллельные оси абсцисс, — теоретически рассчитанные критические уровни. Рыба отловлена: а — 23 апреля; б — 8 мая; в — 18 мая; г — 25 июня; д — 30 августа; е — 20 ноября

Таблица 6

Достоверность различий паразитофауны голяна из разных районов бассейна р. Енисей

Водоемы, их участки и даты отлова рыбы	79-й км р. Енисей 13.07.2010	Р. Енисей в черте г. Красноярска						Р. Тей 19.07.2011
		30.06.2014	1.07.2013	20.08.2013	11.10.2013			
79-й км р. Енисей 13.07.2010		0.780±0.24 0.976	0.844±0.25 0.624	0.526±0.25 1.896	0.539±0.18 2.478*	0.642±0.18 2.611*	0.530±0.18 2.611*	
30.06.2014	0.755±0.26 0.939		0.670±0.25 1.320	0.645±0.18 1.971	0.655±0.19 1.813	0.642±0.18 1.988	0.642±0.18 1.988	
1.07.2013	0.850±0.24 0.612	0.398±0.19 3.074*		0.391±0.22 2.768*	0.405±0.25 2.380*	0.404±0.18 3.311*	0.404±0.18 3.311*	
20.08.2013	0.882±0.18 4.182*	0.228±0.19 4.063*	0.221±0.18 4.328*		0.939±0.13 0.132	0.926±0.13 0.354	0.926±0.13 0.354	
11.10.2013	0.396±0.13 3.355*	0.396±0.25 2.416*	0.314±0.17 4.032*	0.809±0.31 0.616		0.961±0.11 0.354	0.961±0.11 0.354	
р. Тей 19.07.2011	0.439±0.18 3.187*	0.574±0.19 2.241*	0.328±0.17 3.953*	0.222±0.19 4.095*	0.392±0.24 2.533*			

сте и октябре (табл. 7). В июне (по числу особей: $t_{st} = 1.623$; $P > 0.05$; по биомассе: $t_{st} = 0.889$; $P \gg 0.05$) и июле (по числу особей: $t_{st} = 1.151$; $P > 0.05$) аллогенные и автогенные виды представлены примерно одинаково, но по биомассе в последнем случае доминировали автогенные виды ($t_{st} = 2.058$; $P < 0.05$); в августе и октябре по числу особей преобладали аллогенные виды ($t_{st} = 8.854-12.213$; $P \ll 0.001$), по биомассе автогенные и аллогенные виды ($t_{st} = 1.180-1.645$; $P > 0.05$) представлены статистически одинаково. В июне и июле по обоим показателям доминировали виды-специалисты (по числу особей: $t_{st} = 7.809$; $P \ll 0.001$; по биомассе: $t_{st} = 26.997$; $P \ll 0.001$); в августе и октябре по числу особей преобладали виды-специалисты ($t_{st} = 10.115-15.681$; $P \ll 0.001$), по биомассе в августе — виды-генералисты ($t_{st} = 3.467$; $P \ll 0.001$); в октябре по биомассе и те, и другие представлены примерно одинаково ($t_{st} = 1.073$; $P \gg 0.05$).

В июне вид-доминант — аллогенный специалист *D. phoxini*; в июле — автогенный специалист *G. aphyae*; в августе и октябре по числу особей преобладал *D. phoxini*, по биомассе — *T. nodulosus*.

Судя по величине индекса D_E , в августе и особенно в октябре сообщество испытывает сильный стресс, в июне и июле величина этого индекса соответствует критическому переходному значению (табл. 7).

Различия в величинах индекса Шеннона, рассчитанных по значениям биомасс, статистически недостоверны; по числу особей существенная разница отмечена между таковыми за октябрь и июнь, июль; значительны различия, но статистически недостоверны между индексами за август и июнь, июль (табл. 8).

В июне и октябре сообщество паразитов гольяна состояло из 2-х, в августе — 3-х групп видов, выделенных по соотношению биомасс. В июле точка, принадлежащая *M. musculi*, легла на границу между 2-й и 3-й группами видов (рис. 2).

В июне и июле значения всех индексов невысоки и таковые, рассчитанные по величинам биомасс и числу особей паразитов, имеют небольшую разницу. В августе и октябре значения индекса доминирования, полученные по величинам числа особей инвадентов, высоки, по значениям биомасс — низкие; величины индексов Шеннона и выравненности видов невысоки, это позволяет предположить, что компонентные сообщества паразитов гольяна в изучаемом районе несбалансированные.

Для уточнения сделанных наблюдений рассмотрим паразитофауну гольяна и структуру сообществ его паразитов из р. Енисей выше (79-й км р. Енисей) и ниже (р. Тея) г. Красноярска (табл. 2, 7; рис. 2).

В обоих случаях материал собран во 2-й декаде июля. У рыбы из русла р. Енисей на 79-м км нашли 8 (10) видов паразитов, у гольяна из р. Тея — 11. Общих видов 4. Различия по числу особей и биомассе видов в составе паразитофауны гольяна этих двух участков бассейна р. Енисей статистически достоверны (табл. 6). Их отличие от таковой из р-на г. Красноярска не столь существенно. Паразитофауна гольяна на 79-м км статистически достоверно отличается от таковой из участка в р-не г. Красноярска по числу особей в октябре, по биомассе в августе и октябре; значимые различия по биомассе совокупностей

Характеристики компонентных сообществ паразитов голяна из бассейна р. Енисей

Показатели	Даты и места отлова рыбы									
	13.07.2010	30.06.2014	1.07.2013	20.08.2013	11.10.2013	19.07.2011				
	79-й км р. Енисей	р. Енисей в черте г. Красноярска								
<i>I</i>	5	3	4	5	6	7				
Исследовано рыб	15	15	15	15	15	15				
Общее число видов паразитов	8	7	8	5	4	11				
Общее число особей паразитов	5054	279	521	67	72	3827				
Общее значение условной биомассы	921.2	47.3	98.9	42.1	26.7	595.7				
Количество автогенных видов	7	6	6	4	3	10				
Количество аллогенных видов	1	1	2	1	1	1				
Доля особей автогенных видов	0.475	0.358	0.603	0.075	0.042	0.020				
Доля биомассы автогенных видов	0.558	0.420	0.676	0.775	0.605	0.035				
Доля особей аллогенных видов	0.525	0.642	0.397	0.925	0.958	0.980				
Доля биомассы аллогенных видов	0.442	0.580	0.324	0.225	0.395	0.965				
Количество видов-специалистов	7	7	6	2	2	6				
Доля особей видов-специалистов	0.999	1.0	0.992	0.940	0.972	0.996				
Доля биомассы видов-специалистов	0.994	1.0	0.990	0.233	0.404	0.991				
Количество видов-генералистов	1	0	2	3	2	5				
Доля особей видов-генералистов	0.001	0	0.008	0.060	0.028	0.004				
Доля биомассы видов-генералистов	0.006	0	0.010	0.767	0.596	0.009				
Доминантный вид по числу особей	<i>Diplostomum phoxini</i>		<i>G. arhyae</i>		<i>Diplostomum phoxini</i>					
Доминантный вид по значению биомассы	<i>G. arhyae</i>		То же		<i>T. nodulosus</i>		То же			
Характеристика доминантного вида	ал/с; ав/с	ал/с	ав/с	ал/с; ав/г	ал/с; ав/г	ал/с				
Индекс Бергера-Паркера по числу особей	0.525	0.642	0.545	0.925	0.958	0.980				
Индекс Бергера-Паркера по биомассе	0.519	0.580	0.623	0.745	0.587	0.965				
Выравненность видов по числу особей	0.416	0.517	0.467	0.227	0.158	0.053				
Выравненность видов по биомассе	0.424	0.544	0.446	0.424	0.549	0.084				
Индекс Шеннона по числу особей	0.865	1.007	0.970	0.365	0.219	0.126				
Индекс Шеннона по значениям биомассы	0.882	1.059	0.926	0.685	0.761	0.201				
Ошибка уравнений регрессии	0.192	0.291	0.104	—	—	0.139				
D _F	0.019	0.061	—0.049	0.458	0.900	0.072				

Примечание. *D. phoxini* — *Diplostomum phoxini*; *G. arhyae* — *Gyrodactylus arhyae*; *T. nodulosus* — *Triaenophorus nodulosus*; ав — автогенный вид; г — вид-генералист.

Таблица 8

Достоверность различий значений индекса Шеннона, характеризующего сообщества паразитов гольяна из разных районов бассейна р. Енисей

Водоемы, их участки и даты отлова рыбы	Р. Енисей в черте г. Красноярска						Р. Тея 19.07.2011
	79-й км р. Енисей 13.07.2010	30.06.2014	1.07.2013	20.08.2013	11.10.2013		
79-й км р. Енисей 13.07.2010		0.559	0.443	1.785	2.648*	3.948*	
30.06.2014	0.582		0.128	1.369	2.669*	3.277*	
1.07.2013	0.140	0.458		1.933	2.678*	3.606*	
20.08.2013	0.659	1.363	0.846		0.459	0.863	
11.10.2013	0.464	1.283	0.676	0.337		0.387	
Р. Тея 19.07.2011	2.332*	3.213*	2.612*	1.853	2.587*		

Примечание. t_{sr} (пороговое значение критерия Стьюдента 2.042—2.048); * — статистически достоверные различия.

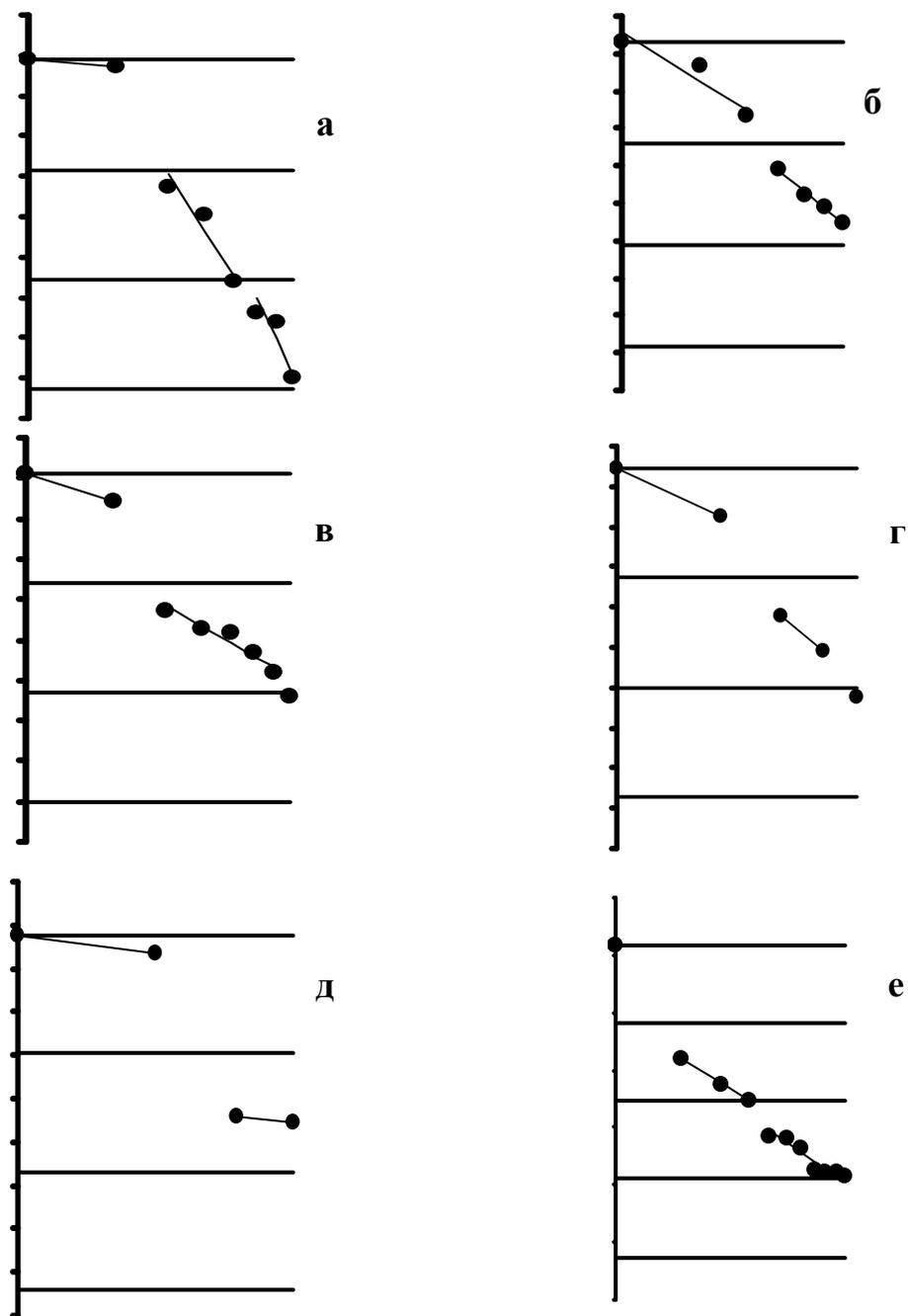


Рис. 2. Вариационные кривые условных биомасс паразитов голяна из бассейна р. Енисей. Участок русла реки Енисей у порта Абакан (79-й км): а — рыба отловлена 13.07.2010; в черте г. Красноярска: б — 30.06.2014; в — 1.07.2013; г — 20.08.2013; д — 11.10.2013; русло р. Тея: е — 19.07.2011

паразитов из р. Тея и р-на г. Красноярска отмечались на протяжении всего срока наблюдений, по числу особей — только в июле (табл. 6). Сообщества инвадентов на 79-м км и из р. Тея отличаются существенно большим числом особей и их биомассой по сравнению с паразитарным комплексом из р. Енисей в р-не г. Красноярска. В сообществе паразитов из реки на 79-м км аллогенные и автогенные виды представлены примерно одинаково, в таковом из р. Тея доминируют аллогенные виды; в обоих сообществах достоверно преобладают виды-специалисты. В комплексе инвадентов из р. Тея по числу особей и биомассе лидирует аллогенный специалист *D. phoxini*; в р. Енисей на 79-м км по числу особей доминирует *D. phoxini*, по биомассе — автогенный специалист *G. aphyae*.

Компонентное сообщество паразитов гольяна из р. Тея по характеристикам является незрелым, находящимся в самом начале фазы разрушения или в конце фазы сформированности. Оно, как и сообщество видов из русла р. Енисей на 79-м км, образовано 3-мя группами видов выделенных по соотношению биомасс (рис. 2). Сообщество паразитов из р. Енисей на 79-м км, видимо, находится в конце фазы сформированности, на что указывают наличие 2-х видов-доминантов. Можно утверждать, что оно несбалансированно. Для обоих сообществ значение индекса D_E' близко критическому переходному значению, т. е. в обоих комплексах паразитов фазы разрушения и формирования, видимо, налегают друг на друга.

Действительно, с конца июня по конец ноября в кишечнике гольяна отмечены процеркоиды р. *Triaenophorus* Rudolphi, 1793, т. е. процесс заражения этими паразитами гольяна растянут во времени. В июле *D. borealis* представлен яйцекладущими и закончившими яйцекладку особями, *P. merus* — отмирающими, *A. isoporum* — молодыми червями. Максимум разнообразия и численности представителей р. *Gyrodactylus* Nordmann, 1832 здесь приходится на конец июня — июль, на те же сроки, что и в бассейнах среднего течения р. Печоры [22] и р. Вычегды [16, 17], верхнего течения р. С. Двина [20, 23], где они в ряде случаев становятся доминантами [20].

Заключение

Итак, компонентное сообщество паразитов гольяна в изучаемом районе незрелое (несбалансированное). Выделить его фазу сформированности не удалось.

В июне и июле значения всех индексов невысоки и таковые, рассчитанные по величинам биомасс и числу особей паразитов, имеют небольшую разницу.

У гольяна из р. Енисей наибольшее число видов паразитов нашли во 2-й декаде мая, июне и июле; наименьшее их число было в апреле, июне и августе. Максимальные значения числа особей паразитов зарегистрированы в 1-й декаде мая, в конце июня и начале июля; в мае, начале июля отмечена и наибольшая их биомасса; минимальные величины этих показателей были в апреле, августе и октябре. В сообществах паразитов гольяна доминируют виды-специалисты и аллогенные виды. Видом-доминантом во всех пунктах сбора материала на протяжении всего периода наблюдений был аллогенный специалист

D. phoxini; в начале июля 2013 г. в р-не г. Красноярска таковым стал автогенный специалист *G. aphyae*, в августе и октябре здесь по биомассе лидировал *T. nodulosus*; в июле 2010 г. в сообществе из р. Енисей на 79-м км по биомассе лидировал *G. aphyae*.

Сообщество паразитов гольяна из р. Тея и р. Енисей на 79-м км образовано 3-мя группами видов, выделенных по соотношению биомасс. В р-не г. Красноярска таковое представлено 2-мя группами инвадентов. Исключение составило состояние сообщества в августе 2011 г. и в июле и августе 2013 г. В 1-м случае выделилась одна группа видов, во 2-м — три.

В 2011 г. значения индекса Шеннона за 18 мая, рассчитанные по числу особей и величинам биомасс, существенно отличались от таковых за другие даты; в 2013—2014 гг. подобное отмечено между таковыми за июнь, июль и август, октябрь.

В апреле у сообщества паразитов гольяна из р. Енисей в р-не г. Красноярска величина индекса D_E' близка к критическому переходному значению, в мае его значение стремится к 1, затем в июне у комплексов паразитов из р. Енисей в р-не г. Красноярска и в июле у таковых из р. Тея, р. Енисей на 79-м км и в р-не г. Красноярска показатель возвращается к критическому переходному значению, а в августе, октябре и ноябре напряженность в сообществе вновь усиливается.

Таким образом, наиболее приемлемым для сравнительного анализа является состояние сообщества паразитов гольяна из р. Енисей, по крайней мере в р-не г. Красноярска, отмеченное в конце июня и в меньшей степени начале июля. В июле резко возрастает численность гиродактилюсов, но сообщество сохраняет состояние, близкое к сформированному.

Работа является частью исследования, выполняемого по контракту № 2014/217 на выполнение государственных работ в сфере научной деятельности в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки России.

* * *

1. Быховский Б. Е. Trematodes рыб окрестностей г. Костромы // Тр. Ленингр. общ. естествоисп. 1929. Т. 59. № 1. С. 13—27.

2. Быховская-Павловская И. Е. Паразиты рыб : руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 122 с.

3. Герман Ю. К. Структура сообществ паразитов непромысловых рыб в водоемах и водотоках бассейна реки Енисей : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Улан-Удэ: Бурятский гос. университет, 2006. 22 с.

4. Герман Ю. К. Структура сообществ паразитов непромысловых рыб в водоемах и водотоках бассейна реки Енисей : дис. ... канд. биол. наук. Улан-Удэ: Красноярский гос. университет, 2006. 167 с.

5. Герман Ю. К., Пронин Н. М. Паразитофауна и особенности сообщества паразитов гольяна обыкновенного *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus) рек Енисей и Кача // Паразитология. 2010. Т. 44. Вып. 1. С. 3—11.

6. Голикова Е. А. Экология паразитов гольяна обыкновенного и их сообществ в условиях малых рек бассейна Вычегды : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар: Ин-т биологии Коми НЦ УрО РАН, 2005. 25 с.
7. Горбунова М. Н. Возрастные изменения паразитофауны щуки и плотвы // Уч. зап. Ленингр. ун-та. Сер. биол. 1936. Т. 7. № 3. С. 5—30.
8. Денисенко С. Г., Барбашова М. А., Скворцов В. В., Беляков В. П., Курашов Е. А. Результаты оценки экологического благополучия сообществ зообентоса по индексу «разности выравненностей» (D_E') // Биология внутренних вод. 2013. № 1. С. 46—55.
9. Догель В. А. Паразитофауна и окружающая среда. Некоторые вопросы экологии паразитов пресноводных рыб // Основные проблемы паразитологии рыб. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1958. С. 9—54.
10. Доровских Г. Н. Паразиты рыб бассейна среднего течения реки Вычегды (фауна, экология, зоогеография) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л.: ЗИН АН СССР, 1988. 25 с.
11. Доровских Г. Н. Паразиты пресноводных рыб северо-востока Европейской части России (фауна, экология паразитарных сообществ, зоогеография) : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб.: ЗИН РАН, 2002. 50 с.
12. Доровских Г. Н. Методика мониторинга гидробиоценозов по структуре и видовому богатству сообществ паразитов рыб. Экологический мониторинг : учебно-методическое пособие. Сыктывкар: Сыктывкарский ун-т, 2002. С. 50—105.
13. Доровских Г. Н. Компонентные сообщества паразитов гольяна речного в бассейнах рек Печора, Мезень и в оз. Кривое на о. Колгуев // Тр. Коми научн. центра УрО РАН. 2002. № 170. С. 151—162.
14. Доровских Г. Н. Влияние пола гольяна *Phoxinus phoxinus* L. на состав паразитофауны и структуру компонентного сообщества паразитов // Паразитология. 2014. Т. 48. Вып. 4. С. 270—283.
15. Доровских Г. Н. Итоги изучения географической изменчивости паразитофауны и структуры компонентных сообществ паразитов гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.). 2. Водоемы севера восточно-европейской части России // Паразитология. 2016. Т. 50. Вып. 4. С. 303—324.
16. Доровских Г. Н., Голикова Е. А. Сезонная динамика структуры компонентных сообществ паразитов гольяна речного *Phoxinus phoxinus* (L.) // Паразитология. 2004. Т. 38. Вып. 5. С. 413—425.
17. Доровских Г. Н., Голикова Е. А. Сезонная динамика паразитофауны и структуры компонентных сообществ паразитов молоди гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.) // Паразитология. 2009. Т. 43. Вып. 2. С. 161—171.
18. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Возраст хозяина и структура компонентных сообществ паразитов у гольяна речного *Phoxinus phoxinus* (L.) // Паразитология. 2007. Т. 41. Вып. 4. С. 284—298.
19. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Изменение структуры компонентных сообществ паразитов с возрастом хозяина // Экология. 2008. Т. 39. № 3. С. 227—232.
20. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Сезонная динамика структуры сообщества паразитов гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.) в бассейне верхнего течения реки Северная Двина // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2009. № 3. С. 33—43.
21. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Методы сбора и обработки ихтиопаразитологических материалов : учебное пособие. Сыктывкар: Сыктывкарский ун-т, 2009. 131 с.

22. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Сезонная динамика паразитофауны и структуры компонентных сообществ паразитов голяяна *Phoxinus phoxinus* (L.) из реки Печоры. 1 // Паразитология. 2011. Т. 45. Вып. 4. С. 277—286.
23. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Сезонная динамика структуры сообщества паразитов голяяна *Phoxinus phoxinus* (L.) в бассейне реки Луза // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2011. № 9. С. 41—48.
24. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Сезонная динамика паразитофауны и структуры компонентных сообществ паразитов голяяна *Phoxinus phoxinus* (L.) из реки Печоры. 2 // Паразитология. 2012. Т. 46. Вып. 3. С. 161—170.
25. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Итоги изучения географической изменчивости паразитофауны и структуры компонентных сообществ паразитов голяяна *Phoxinus phoxinus* (L.). 1. Бассейны рек Камы и С. Двины // Паразитология. 2013. Т. 47. Вып. 2. С. 113—122.
26. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Паразитофауна и структура компонентных сообществ паразитов голяяна *Phoxinus phoxinus* (L.) из рек Море-ю и Кара и озера Кривое на острове Колгуев // Электронный научн. журн. «Арктика и Север». Архангельск: Северный (Арктический) федерал. ун-т им. М. В. Ломоносова. 2013. № 12. С. 166—172. (<http://narfu.ru/upload/iblock/ced/17.pdf>)
27. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Сезонная динамика паразитофауны и структуры компонентных сообществ паразитов голяяна *Phoxinus phoxinus* (L.) из реки Печора. 3 // Паразитология. 2014. Т. 48. Вып. 1. С. 54—62.
28. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Паразитофауна и структура компонентных сообществ паразитов голяяна *Phoxinus phoxinus* (L.) из реки Воркута // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2014. № 7. С. 42—49.
29. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Паразитофауна и структура компонентных сообществ паразитов голяяна *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758) в условиях загрязнения водотока нефтью // Паразитология. 2015. Т. 49. Вып. 6. С. 412—427.
30. Доровских Г. Н., Седрисева В. А., Степанов В. Г., Бознак Э. И. Встречаемость опухолей у *Phoxinus phoxinus* (L.), их влияние на организм голяяна, его паразитофауну и компонентное сообщество его паразитов // Паразитология. 2006. Т. 40. Вып. 3. С. 225—243.
31. Доровских Г. Н., Степанов В. Г., Голикова Е. А., Вострикова А. В. Структура компонентных сообществ паразитов голяяна *Phoxinus phoxinus* (L.) из экологически благополучных и загрязненных водоемов // Паразитология. 2008. Т. 42. Вып. 4. С. 280—291.
32. Доровских Г. Н., Степанов В. Г., Вострикова А. В. Компонентные сообщества паразитов хариуса *Thymallus thymallus* (L.) (Salmoniformes, Thymallidae) и голяяна *Phoxinus phoxinus* (L.) (Cypriniformes, Cyprinidae) из реки Печора // Паразитология. 2007. Т. 41. Вып. 5. С. 381—391.
33. Доровских Г. Н., Степанов В. Г., Седрисева В. А. Паразиты и их компонентные сообщества как индикаторы состояния гидробиоценозов и популяций рыб и ихтиопаразитологическая обстановка в водоемах северо-востока европейской части России // Материалы 3-й (XXVI) междунар. конф. «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов европейского Севера». Сыктывкар: Коми научн. центр УрО РАН, 2005. С. 39—85.

34. Доровских Г. Н., Терещенко В. Г. Опыт применения метода динамического фазового портрета для анализа структурных перестроек в компонентных сообществах паразитов гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.) // Паразитология. 2009. Т. 43. Вып. 1. С. 46—56.
35. Доровских Г. Н., Терещенко В. Г., Степанов В. Г. Количественный анализ сезонной динамики видовой структуры компонентного сообщества паразитов гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.) из реки Печора // Паразитология. 2012. Т. 46. Вып. 2. 2012. С. 111—117.
36. Доровских Г. Н., Терещенко В. Г., Степанов В. Г. Сезонная динамика структуры компонентных сообществ паразитов ерша из реки Вычегда // Паразитология. 2016. Т. 50. Вып. 1. С. 58—68.
37. Жохов Е. А. Сезонная динамика структуры сообщества кишечных гельминтов язя (*Leuciscus idus* L.) в Рыбинском водохранилище // Экология. 2003. № 6. С. 454—458.
38. Ивантер Э. В. Основы практической биометрии (введение в статистический анализ биологических явлений). Петрозаводск: Карелия, 1979. 94 с.
39. Мэггаран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 184 с. (Magurran A. E. Ecological diversity and its measurement. London: Croom Helm., 1983. 170 pp.).
40. Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 250 с.
41. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая пром-ть, 1966. 376 с.
42. Пугачев О. Н. Паразиты пресноводных рыб Северной Азии (фауна, экология паразитарных сообществ, зоогеография) : автореф. дис. ... докт. биол. наук. СПб.: ЗИН РАН, 1999. 50 с.
43. Пугачев О. Н. Паразитарные сообщества речного гольяна (*Phoxinus phoxinus* (L.) // Паразитология. 2000. Т. 34. Вып. 3. С. 196—209.
44. Русинек О. Т. Паразиты рыб озера Байкал : автореф. дис. ... докт. биол. наук. СПб.: ЗИН РАН, 2005. 48 с.
45. Русинек О. Т. Паразиты рыб озера Байкал (фауна, сообщества, зоогеография, история формирования). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007. 571 с.
46. Степанов В. Г. Экология паразитов гольяна гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.) и хариуса *Thymallus thymallus* (L.) и их компонентные сообщества в бассейнах рек северо-востока европейской части России : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Борок: Ин-т биол. внутр. вод, 2007. 26 с.
47. Ченьшева Н. Б., Кузнецова Е. В., Воронин В. Н., Стрелков Ю. А. Паразитологическое исследование рыб : методическое пособие. СПб.: ГосНИОРХ, 2009. 20 с.
48. Чугунова Ю. К., Пронин Н. М. Компонентные сообщества паразитов и взаимодействие паразитофаун непромысловых рыб реки Кача (бассейн Енисея) // Сибирский экологический журнал. 2011. № 1. С. 77—85.
49. Chubb J. C. Seasonal occurrence of helminths in freshwater fishes. Part 1. Monogenea // Advances in Parasitology. 1977. Vol. 15. P. 133—199.
50. Chubb J. C. Seasonal occurrence of helminths in freshwater fishes. Part IV. Adult Cestoda, Nematoda and Acanthocephala // Advances in Parasitology. 1982 Vol. 20. P. 1—292.
51. Kennedy C. R. Long-term and seasonal changes in composition and richness of intestinal helminth communities in eels *Anguilla anguilla* of a isolated English river // Folia Parasitologica. 1997, Vol. 44. P. 267—273.

ПАЗАРИТОФАУНА СИГОВЫХ РЫБ И ГОРБУШИ РЕКИ ЮРИБЕЙ* (БАССЕЙН БАЙДАРАЦКОЙ ГУБЫ)

PARASITOFUNA OF THE COREGONID FISHES AND PINK SALMON RIVER YURIBEY (POOL BAYDARATSKAYA BAY)

А. Л. Гаврилов
A. L. Gavrilov

На западе полуострова Ямал в настоящее время идет интенсивное обустройство газовых месторождений, что приводит к изменениям водных экосистем, отражающихся в нарушении структуры и биотических связей, в том числе и в жизненных циклах паразитов. В 1990, 2004 и 2015 гг. автором при его участии в исследованиях экологии рыб изучалась их паразитофауна в бассейне реки Юрибей — самой крупной реки полуострова.

Currently, there is an intensive development of the gas fields in the West of the Yamal Peninsula. This leads to changes in aquatic ecosystems, appeared in the disruption of the structure and biotic relationships, including life cycles of parasites. In 1990, 2004 and 2015 the author studied the parasitofauna in the basin of the Yuribey river — the largest river of the Yamal Peninsula, within the complex study of fishes ecology.

Ключевые слова: паразитофауна, сиговые рыбы, горбуша, река Юрибей.

Keywords: parasitofauna, whitefish, pink salmon, Yuribei rivers.

Введение

Река Юрибей (рис. 1), самая большая река Ямала, длиной более 500 км, образуется слиянием рек Левый и Правый Юрибей, вытекающих из крупных озёр Среднего Ямала Ярато 1-е и Ярато 2-е, впадает в Юрибейский залив Байдарацкой губы Карского моря. Юрибейский залив в основном освобождается ото льда в августе. В период открытой воды залив частично опресняется под влиянием берегового стока, особенно в приустьевой зоне реки. Под влиянием приливов и ветровых нагонных явлений может наблюдаться осолонение воды в устье реки [9].

Паразитологические исследования сиговых рыб р. Юрибей проводились в рамках изучения роли притоков Байдарацкой губы в формировании запасов ценных промысловых рыб. Особо актуально исследование формирования паразитофауны акклиматизированной горбуши в бассейне Карского моря, где распространены аборигенные виды лососеобразных рыб (сёмга, арктический голец и др.).

* Работа выполнена по программам УрО РАН, проекты № 15-15-4-28 и 15-12-4-28.



Рис. 1. Река Юрибей

Цель настоящей работы — обобщить полученные сведения по видовому составу паразитов рыб, обитающих в речных бассейнах Западного Ямала.

Материал и методы

Методом неполного паразитологического анализа (не исследовались кровепаразиты) изучено 83 экз. 7 видов рыб: сиг-пыжьян — 18; тугун — 12; чир — 12; муксун — 6; пелядь — 12, ряпушка — 12; горбуша — 11 экз. Для анализа использовалась свежая и фиксированная рыба. Сбор и обработку материала проводили общепринятыми методами [1, 10].

Результаты и обсуждение

Сиговые рыбы. Нами обнаружено у сиговых рыб 9 видов паразитов из 5 систематических групп (моногении — 1, трематоды — 1, скребни — 2, цестоды — 2, нематоды — 3) (табл. 1).

Паразитофауна разных видов сиговых рыб состояла, как правило, из общих для них паразитов, характерных для арктических водоемов. В исследованиях 2015 г. видоспецифичных паразитов у сиговых рыб в р. Юрибей не выявлено.

Сиг-пыжьян. В бассейне р. Юрибей распространена малотычинковая бентосоядная форма сибирского сига, у которой обнаружено 7 видов ихтиопаразитов. Паразитофауна исследованных нами особей сига-пыжьяна состояла исключительно из типично пресноводных форм. Среди паразитов сига-пыжьяна преобладают гельминты со сложным циклом развития (85,7 %) от всех видов паразитов (трематоды, цестоды, нематоды и скребни). Около 40 % рыб были инвази-

Таблица 1

Встречаемость паразитов сиговых рыб в р. Юрибей, август-сентябрь 2015 г., %

Вид паразита	Сиг-пыжьян	Чир	Ряпушка	Пелядь	Муксун	Тугун
<i>Discocotyle sagittata</i> (Leuckart, 1842)	27.8	11.1	8.3	20.0	0	0
<i>Ichthyocotylurus erraticus</i> (Rudolphi, 1809) mtc.	38.9	88.9	0	40	33.3	33.3
<i>Diphyllobothrium ditremum</i> (Creplin, 1825) (pl.)	0	0	16.7	80.0	0	16.7
<i>Proteocephalus exiguous</i> (La Rue, 1911)	5.6	22.2	0	0	0	0
<i>Cystidicola farionis</i> Fischer, 1798	5.6	0	0	20	0	0
<i>Raphidascaris acus</i> (l.) (Bloch, 1779)	11.1	33.3	0	0	0	0
<i>Pseudocapillaria salvelini</i> (poljansky, 1952)	5.6	0	0	0	0	0
<i>Neoechinorhynchus crassus</i> Van Cleave, 1919	33.3	11.1	16.7	0	0	8.3
<i>Echinorhynchus salmonis</i> Muller, 1780	0	0	0	0	50.0	0

рованы личинками трематоды *Ichthyocotylurus erraticus*. Основной хозяин трематоды — рыбаодные птицы (преимущественно гагары и чайки), в кишечнике которых червь становится половозрелой особью — маритой. Вторым по встречаемости (более 30 %) были скребни *Neoechinorhynchus crassus*, характеризующие сига-пыжьяна как бентофага.

Чир. Специализированный бентофаг, отдающий предпочтение придонным биотопам, что определяет особенности его инвазии паразитами. Его паразитофауна включает 5 видов, среди которых чаще встречаются метацеркарии трематоды *Ichthyocotylurus erraticus* и нематоды *Raphidascaris acus* (l), развитие их проходит также с участием бентосных организмов (моллюсков, личинок амфибиотических насекомых). Рыбам, нагуливающимся в озерах, было свойственно заражение личинками нематоды *Raphidascaris acus*. Нематода, стадия цикла развития которой проходит во многих бентосных организмах, может иметь резервуарных хозяев и завершает развитие также и в хищных рыбах, обычно в щуках, которые более многочисленны в озерах бассейна р. Юрибей, чем в реке. Встречаемость других видов паразитов (*Neoechinorhynchus crassus*, *Discocotyle sagittata*, *Proteocephalus exiguus*) в сумме не превышала 45 %.

Пелядь. Выявлено 4 вида паразитов. В питании пеляди преобладают планктонные ракообразные, поэтому только пелядь была на 80 % поражена плероцеркоидами цестоды *Diphyllobothrium ditremum*. Интенсивность инвазии особей, нагуливающих в пойменных озерах, была значительно выше, чем у рыб из реки. Средняя пораженность рыб в реках составляла 4.2 личинки цестоды, а у пеляди из озер (озеро в устье протоки Сохонтосё) зараженность плероцеркоидами цестоды была на порядок больше и составляла 27,8 личинки на особь.

Наличие у 20 % рыб в плавательном пузыре пресноводной нематоды *Cystidicola farionis* указывает на то, что этот вид потребляет наряду с планктонными организмами и нектобентосные (амфиподы *Monoporeia affinis*).

Муксун. Паразитофауна муксуна включала 2 вида паразитов. Половина исследованных рыб была заражена скребнями *Echinorhynchus salmonis* с максимальной степенью поражения (зараженность достигала 48 экз.) среди исследованных нами видов сигов. У 33.3 % рыб отмечены метацекарии трематоды *Ichthyocotylurus erraticus*. Особенности зараженности муксуна паразитами свидетельствуют о его предпочтительном питании крупными организмами нектобентоса.

Тугун. В водоемах исследуемого района ранее не отмечался. Рыбы встречались только в проточных озерах среднего течения р. Юрибей. Для тугуна характерно смешанное питание. Паразитофауна рыб состояла из 4 видов паразитов при доминировании личинок трематоды *Ichthyocotylurus erraticus*. Метацеркарии трематоды отмечены у 33.3 % рыб в области сердца. Около 17 % рыб были инвазированы личинками цестоды *Diphyllobothrium diremum*, что связано с питанием рыб зоопланктоном. Наличие в кишечнике 8.3 % особей скребней *Neoechinorhynchus crassus* указывает на питание тугуна организмами нектобентоса. Промежуточные хозяева скребней, амфибиотические насекомые, могут составлять в питании тугуна примерно равную долю с зоопланктоном [8]. В кишечнике 16.7 % рыб встречалась *Nematoda sp.*

Таким образом, в водоемах бассейна р. Юрибей у 6 видов сиговых рыб выявлено 9 видов паразитов, большинство из них (более 80 %) относится к арктическому пресноводному фаунистическому комплексу.

Паразитофауна сиговых рыб исследованных водоёмов характеризуется отсутствием видоспецифичных паразитов и определяется особенностями нагула, распределения по биотопам и миграциями сигов в пределах речного бассейна. Наибольшее число видов паразитов (7) обнаружено у сига-пыжьяна, преобладающего в настоящее время в большинстве исследованных водоемов. Небольшие различия в фауне паразитов у разных видов сиговых рыб указывают на широкий пищевой спектр и эврифагию рыб в водоемах тундровой зоны Арктики.

Среди патогенных паразитов сиговых рыб в бассейне р. Юрибей выявлены личинки *Ichthyocotylurus erraticus*, вызывающие патологические изменения в тканях сердца. Известно, что при этом снижаются упитанность и темп роста рыб. Численность патогенных для рыб личинок ихтиокотилуруса в бассейне р. Юрибей мала и не может приводить к массовому снижению рыбопродуктивности.

Горбуша. Представитель тихоокеанских лососей и объект интродукции в водоёмы Севера-Запада России. Завезённая с Южного Сахалина икра инкубировалась на рыбоводных заводах. Вселенец широко расселился и стал способен к естественному нересту и нагулу в водоёмах Европейского Севера [5].

Изучение формирования паразитофауны горбуши в условиях акклиматизации на акватории Баренцева и Белого морей имеет полувековую историю. Первое упоминание о паразитофауне горбуши Белого моря приводится по материалам 1961—1962 гг. из р. Керети [7].

Позднее, в 1964—1967 гг., на Беломорской биологической станции продолжены исследования формирования паразитофауны дальневосточной горбуши, результаты которых обобщены в работе Т. И. Гроздиловой [4].

Паразитофауна половозрелой горбуши в пределах естественного ареала представлена в водах Камчатки 15-тью видами [6] и острова Сахалин 28-мью видами [3]. У горбуши в бассейнах Белого и Баренцева морей выявлено около 20 видов паразитов [4, 2].

Формирование паразитофауны акклиматизированной горбуши в новых условиях привело к незначительному снижению доли морских паразитов (составляющих ядро паразитофауны) и появлению ряда пресноводных видов (*Diplostomum sp.*, *Ichthyocotilurus erraticus*) в результате продолжительного пребывания в речных садках. Выявлено 13 видов паразитов, 3 из которых имеют пресноводное происхождение [2].

В наших исследованиях у 11 производителей горбуши из р. Юрибей обнаружено 4 вида ихтиопаразитов из 3-х систематических групп (цестоды — 2; трематоды — 1; нематоды — 1), из которых все имеют морское происхождение и широко распространены у проходных лососевых рыб.

В бассейне р. Юрибей у горбуши выявлено 4 вида паразитов, все из которых имеют морское происхождение и широко распространены у проходных лососевых рыб: сёмги (*Salmo salar*), кумжи (*Salmo trutta*) из бассейнов Белого и Баренцева морей. При акклиматизации у горбуши в условиях Северо-Запада России, по нашим и литературным данным, отмечается обеднение фауны паразитов по сравнению с естественным ареалом. Эпизоотически значимых видов паразитов у производителей горбуши из р. Юрибей не выявлено. Особи горбуши могут в новых условиях быть источниками распространения патогенных для

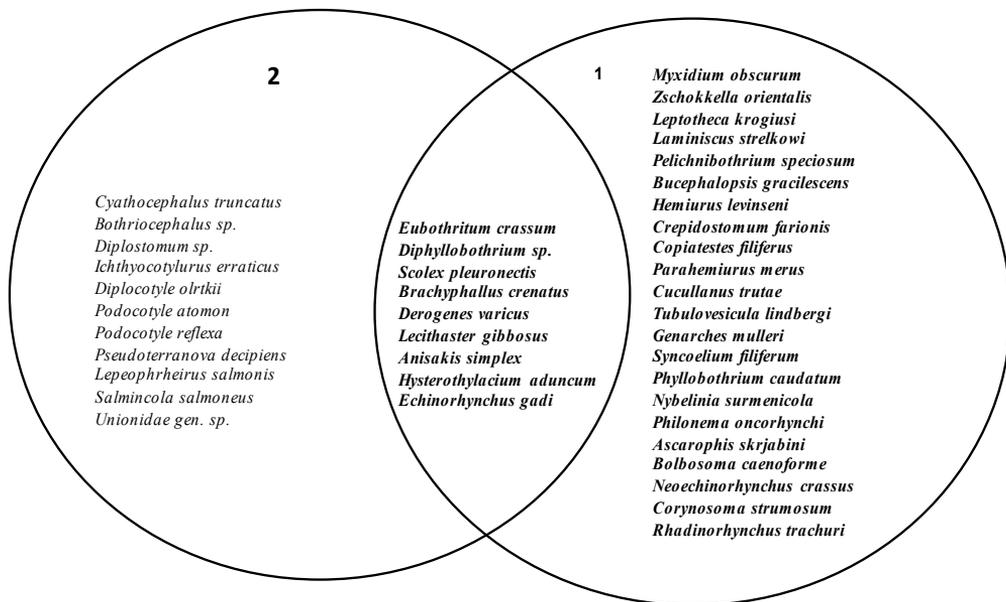


Рис. 2. Паразитофауна горбуши.

1 — в естественном ареале; 2 — акклиматизированная в бассейнах Белого и Баренцева морей

Паразитофауна горбуши из р. Юрибей, август—сентябрь 2015 г.

Вид паразита	Встречаемость, %	Интенсивность инвазии, экз.	Индекс обилия, экз.
<i>Eubotrium crassum</i> (Bloch 1779)	10.0	1	0.1
<i>Scolex pleuronectis</i> (Muller, 1788)	10.0	1	0.1
<i>Lecithaster gibbosus</i> (Rudolphi, 1802)	20.0	15—20	3.5
<i>Hysterothylacium aduncum</i> (Rudolphi, 1802)	60.0	1—10	2.5

млекопитающих и человека личинок цестод родов *Diphyllbothrium sp.* и нематод *Anisakis simplex*.

Выводы

В водоемах бассейна р. Юрибей у 6 видов сиговых рыб выявлено 9 видов паразитов, большинство из них (более 80 %) относится к арктическому пресноводному фаунистическому комплексу.

Паразитофауна сиговых рыб р. Юрибей характеризуется отсутствием видоспецифичных паразитов, определяется особенностями нагула, распределения по биотопам и миграциями сигов в пределах речного бассейна. Наибольшее число видов паразитов (7) обнаружено у сига-пыжьяна, преобладающего в настоящее время в большинстве исследованных водоемов. Небольшие различия в фауне паразитов у разных видов сиговых рыб из р. Юрибей указывают на широкий пищевой спектр и эврифагию рыб в водоемах тундровой зоны Арктики.

Среди патогенных паразитов сиговых рыб в бассейне р. Юрибей выявлены личинки *I. erraticus*, вызывающие патологические изменения в тканях их сердца. Известно, что при этом снижаются упитанность и темп роста рыб. Численность патогенных для рыб личинок ихтиокотилюруса в бассейне р. Юрибей мала и не может приводить к массовому снижению рыбопродуктивности.

При акклиматизации у горбуши в условиях Северо-Запада России по нашим и литературным данным отмечается обеднение фауны паразитов по сравнению с естественным ареалом. Эпизоотически значимых видов паразитов у производителей горбуши из р. Юрибей не выявлено. Особи горбуши могут в новых условиях быть источниками распространения патогенных для млекопитающих и человека личинок цестод родов *Diphyllbothrium sp.* и нематод *Anisakis simplex*.

Молодь горбуши в реках Западного Ямала не обнаружена, вследствие чего на полуострове для данного вида нет условий для формирования пресноводной паразитофауны.

* * *

1. Быховская-Павловская И. Е. Паразиты рыб : Руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 109 с.

2. Барская Ю. Ю., Иешко Е. П., Новохатская О. В. Формирование паразитофауны горбуши *Oncorhynchus gorbusha* (Walbaum, 1792) в условиях акклиматизации // Проблемы

изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря : материалы IX международной конференции 11—14 октября 2004 г. Петрозаводск, 2005. С. 39—43.

3. Вялова Г. П. Паразитозы кеты и горбуши Сахалина : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Южно-Сахалинск, 1999. 22 с.

4. Гроздилова Т. А. Паразитофауна горбуши (*O. gorbusha*) Белого моря // Паразитология. 1974. Т. 8. Вып. 4. С. 293—297.

5. Дорофеева Е. А, Алексеев А. П., Кулачкова В. Г., Зеленников О. В., Иванова Т. С. Актуальные проблемы акклиматизации горбуши в Белом море // Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря : материалы IX международной конференции 11—14 октября 2004 г., Петрозаводск, Карелия, Россия. Петрозаводск, 2005. С. 105—109.

6. Карманова И. В. Паразиты тихоокеанских лососей в эпизоотической обстановке паразитозов в бассейне реки Паратунки (Камчатка) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский, 1998. 23 с.

7. Малахова Р. П. Паразитофауна семги *Salmo salar* L., кумжи *Salmo trutta* L., горбуши *Oncorhynchus gobuscha* (Wabb.) и сига *Coregonus lavaretus n. pidschianoides* Pravdin в бассейне Белого моря // Лососевые (Salmonidae) Карелии. Петрозаводск, 1972. Вып. 1. С. 21—26.

8. Москаленко Б. К. Сиговые рыбы Обского бассейна. М.: Пищевая промышленность, 1971. 181 с.

9. Природа Ямала. Екатеринбург: УИФ «Наука», 1995. С. 374—380.

10. Шигин А. А. Трематоды фауны СССР. Род *Diplostomum*. Метацеркарии. М.: Наука, 1986. 254 с.

Химия организмов

СОДЕРЖАНИЕ МЕТАЛЛОВ В ГОЛЬЯНЕ *PHOXINUS PHOXINUS* (LINNAEUS, 1758) (CYPRINIFORMES, CYPRINIDAE), ОБИТАЮЩЕГО В БАССЕЙНАХ РЕК ПЕЧОРЫ И ВЫЧЕГДЫ

THE COURSE OF METALS IN THE MINNOW *PHOXINUS PHOXINUS* (LINNAEUS, 1758) (CYPRINIFORMES, CYPRINIDAE) THAT GROW IN THE BASIN OF THE UPPER REACHES THE PECHORA RIVER AND THE VYCHEGDA RIVER

Г. Н. Доровских, В. В. Мазур
G. N. Dorovskikh, V. V. Mazur

*Рассмотрен химический состав гольяна (*Phoxinus phoxinus* L.), обитающего в бассейне верхнего и среднего течения р. Печоры и р. Човью (приток р. Вычегды). Приведены данные о концентрации в его тканях металлов в летний период 2009—2011 гг.*

*The research deals with chemical composition of minnow (*Phoxinus phoxinus* L.) inhabit in the upper and middle reaches of the Pechora River and Chovyu River. The paper provides data on concentration of metals in the tissue of minnow during the summer season of 2009—2011.*

Ключевые слова: металлы, рыба, гольян, *Phoxinus phoxinus*.

Keywords: metals, fish, minnow, *Phoxinus phoxinus*.

Введение

Проблема накопления металлов, прежде всего тяжелых (ТМ), в организме рыб является актуальной в связи с продолжающимся загрязнением водоемов этой группой химических элементов во многих странах, включая Россию [60, 77, 78, 94, 108, 109]. Урбанизация, которую можно охарактеризовать как глобальный социально-экономический процесс, которому сопутствует глубокое антропогенное изменение природной среды, замена естественных экосистем урбоэкосистемами [85, 86, 98, 120], сопровождается продолжающимся накоплением в водоемах ТМ, нефти и нефтепродуктов, пестицидов, бытовых отходов, соединений, содержащихся в выхлопных газах авто- и другого транспорта [26, 119, 139, 140]. Это один из самых распространенных видов техногенного прессинга [99]. В водных экосистемах ТМ существуют неопределенно долго, переходя из ионной формы в связанную с тем или иным лигандом. Они, обладая высокой токсичностью даже в микроконцентрациях [115], быстро включаются в пищевые цепи и накапливаются в тканях и органах животных всех трофических уровней [18, 31, 63, 102]. Рыбы, являясь более чувствительными к ТМ, чем высшие по-

звоночные [37], завершают трофические цепи гидробиоценоза и концентрируют металлы, содержащиеся в воде, донных осадках, в фито- и зоопланктоне, в фито- и зообентосе, отражая гидрогеохимические условия и степень загрязнения водоема [67, 111, 133]. Однако есть утверждение, требующее проверки, что металлы, кроме ртути, по пищевой цепи не накапливаются [157].

В организм рыбы ионы металлов попадают через кожные покровы, жабры, а сорбированные металлы во взвешенном веществе — через органы пищеварительной системы [56]. Попав в организм, металлы-токсиканты чаще всего не подвергаются каким-либо существенным превращениям, как это происходит с органическими веществами, и, включившись в биохимический цикл, они крайне медленно покидают его [29].

Большинство металлов активно участвует в биологических процессах, входя в состав многих ферментов, то есть они служат катализаторами физиологических и биохимических функций [24, 30, 52], но в значительных концентрациях они же оказывают резко отрицательное воздействие на организмы, нарушая их гомеостаз [83, 105, 146], особенно в сочетании с низкой температурой и кислыми значениями рН [32]. Наибольший повреждающий ущерб ими наносится водным экосистемам северных широт, имеющим слабую минерализацию воды. При низких значениях последней токсический эффект неблагоприятных факторов усиливается [7, 19, 79, 164]. При изменении рН у рыб нарушается ионная и осмотическая регуляция, понижается оплодотворяемость икры, увеличивается число уродов. При рН 5.5—4.0 выживают лишь два—три вида рыб (плотва, окунь, щука), а при рН менее 4.0 рыбы уже не живут [101].

Существенные различия в природных условиях разных регионов не позволяют использовать единые градации степени загрязнения. В этой ситуации главным критерием сравнения должны выступать фоновые концентрации элемента в воде, почвах, растениях [50, 125] и других организмах на изучаемой территории. Действительно, для оценки состояния и степени техногенного загрязнения экосистемы ТМ необходимо иметь представление о фоновых содержаниях того или иного элемента в ее отдельных компонентах. В эколого-геохимических исследованиях под фоновой концентрацией (фоновым содержанием) химического элемента понимается его содержание в каком-либо относительно однородном в ландшафтно-геохимическом отношении компоненте (воде, донных отложениях, почве, растениях) природного участка, не испытывающего прямого техногенного воздействия. Фоновые концентрации элементов определяются природными факторами региона: геологическим строением водосбора, наземной растительностью, почвенным покровом и климатическими условиями на водосборной площади [152, 165, 166]. Валовые концентрации химических элементов в сравниваемых средах, которые в 1.5 раза больше или меньше фоновых содержаний, типичных для данного бассейна реки, могут быть отнесены к аномальным. Уровень 1.5-кратной вариации концентраций определяемых элементов сглаживает природную вариацию распределения элементов и возможные ошибки опробования и химико-аналитических исследований [152, 158].

В наше время главной экологической задачей человечества должно считаться не сокращение антропогенных загрязняющих выбросов, а сохранение

естественной геомериды (совокупность всех живых организмов, населяющих Землю [10]). Это сохранение должно сопровождаться полным прекращением дальнейшего освоения естественной биоты (исторически сложившаяся совокупность живых организмов, объединенных общей областью распространения [10]), в частности таковой открытого океана, и восстановлением естественной биоты на значительной освоенной части суши [35]. Все яснее становится, что геомерида является единственным механизмом поддержания пригодных для жизни условий окружающей среды в локальных и глобальных масштабах [34]. В связи с этим исследования, направленные на изучение процессов миграции, распределения и концентрации химических элементов как в живых организмах, так и в среде их обитания остаются приоритетными. В этом аспекте однозначный интерес представляют исследования, осуществляемые на сохраненных заповедных территориях [56].

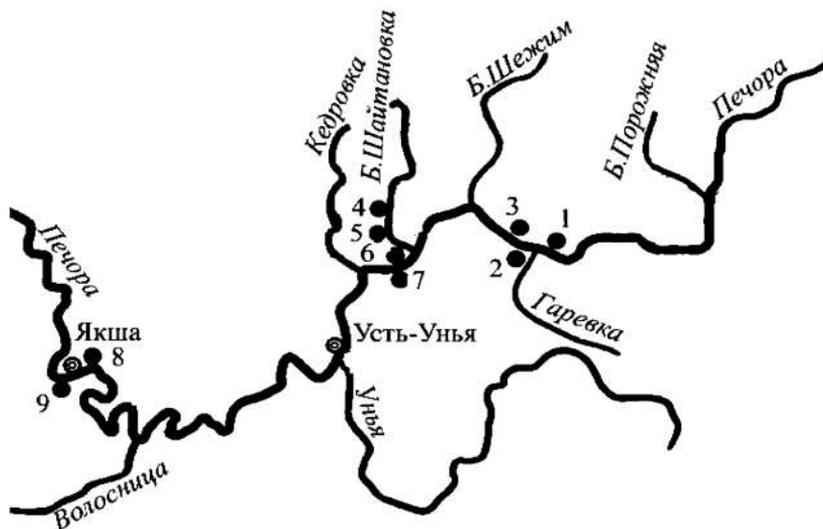
Эта работа проведена на водотоках Печоро-Илычского природного государственного биосферного заповедника. Для сравнения взят голяян из участка р. Човью, левого притока среднего течения р. Вычегды, лежащего в черте г. Сыктывкара (микрорайон В. Чов). Выбор голяяна в качестве объекта исследования обусловлен широким его распространением, многочисленностью, малыми размерами и относительной легкостью отлова.

Известно, что микроэлементный состав тканей организма может не только являться индикатором токсического влияния металлов на него [33, 154], но и служить обобщенным показателем состояния всей водной экосистемы [71, 96]. Поэтому в качестве такового использовали содержание металлов в тушках голяяна.

Цель работы — оценить аккумулятивную способность голяяна из местообитаний с разным уровнем содержания металлов, определить наличие корреляций между содержанием элементов в рыбе, донных отложениях и хвоще водоемов, относящихся к бассейнам р. Печоры и р. Вычегды.

Материал и методы

Материал собран в 3-й декаде июня — 1-й декаде июля 2009—2010 гг. из бассейна верхнего и среднего течения р. Печоры (территория Печоро-Илычского государственного природного заповедника). Координаты пунктов (сверху вниз) отбора проб голяяна: курья Манская — 62°02.089' с. ш., 58°33.329' в. д. (условное обозначение в таблицах — 1К); русло р. Печоры в районе устья р. Гаревки — 62°04' с. ш., 58°28' в. д. (1П); курья Кременная — 62°04.609' с. ш., 58°26.557' в. д. (2К); русло р. Печоры в 1 км ниже устья р. Б. Шайтановка — 62°01.426' с. ш., 58°10.241' в. д. (2П); русло р. Печоры в 2.7 км вверх от пос. Якша — 61°49.129' с. ш., 56°50.854' в. д. (3П); русло р. Печоры в районе пос. Якша — 61°48.999' с. ш., 56°50.951' в. д. (4П). Участки русла р. Б. Шайтановка, где произведен отбор проб рыбы: 5.0 км выше устья реки — 62°02.292' с. ш., 58°09.015' в. д. (3Ш); 2.5 км выше устья реки — 62°02.107' с. ш., 58°09.651' в. д. (2Ш); 200 м выше устья реки — 62°01.780' с. ш., 58°10.510' в. д. (1Ш); стоянка лодок — 62°01.643' с. ш., 58°10.404' в. д. (С) (см. рис.).



Карта-схема района сбора материала в бассейне верхнего и среднего течения р. Печоры: 1 — р. Печора (курья Манская); 2 — р. Печора (район устья р. Гаревки); 3 — р. Печора (курья Кременная); 4 — р. Б. Шайтановка (5 км выше устья); 5 — р. Б. Шайтановка (2.5 км выше устья); 6 — р. Б. Шайтановка (200 м выше устья, старица, район стоянки лодок); 7 — р. Печора (1 км ниже устья р. Б. Шайтановка); 8 — р. Печора (2.7 км вверх от пос. Якша); 9 — р. Печора (район пос. Якша)

Из р. Човью, левого притока среднего течения р. Вычегды (бассейн р. С. Двина), голяян отловлен в 1-й декаде июля 2009—2011 гг. из участка, лежащего в черте г. Сыктывкара (микрорайон В. Чов). В 2010 г. рыба для анализа взята в мае, июле и октябре. Место отбора проб голяяна из русла р. Човью — $61^{\circ}44.855'$ с. ш.; $50^{\circ}42.541'$ в. д.

Учитывая, что содержание металлов в рыбе может зависеть от сезона года, ее возраста, пола, размера, питания, физиологического состояния, температуры и рН воды [14—16, 31, 63, 89, 105, 134, 163], материал каждый год собирали в течение недели из одних и тех же точек при температуре воды $9.1\text{--}16.3^{\circ}\text{C}$, рН $8.1\text{--}8.9$. Рыбу для проб брали одного размера и возраста.

С целью обоснования такого подхода к формированию пробы были проведены работы по выяснению различий в содержании металлов в рыбе разного возраста, отловленной в разные годы, в разные периоды одного года, разного физиологического состояния.

Определение рН и температуры воды осуществлено портативным анализатором Анион — 7051 фирмы ИНФРА СПАК — АНАЛИТ (г. Новосибирск). Ошибка измерения рН ± 0.02 , температуры $\pm 0.1^{\circ}$.

Учитывая наличие указаний на половые различия в содержании микроэлементов в тканях рыб [3, 4], выборки формировали из равного числа самок и самцов. Каждая анализируемая навеска состояла из смеси 10—20 экз. голяяна. Его пробы высушивали в полевых условиях и помещали в пластиковые емкости без использования консервантов [132]. В лаборатории образцы обугливали минимальным количеством концентрированной серной кислоты с последующим вы-

сушиванием минерализата при 1200...1500° С. Далее их подвергали озолению в муфельной печи при постепенном нагреве от 0° до 400—450° С до достижения образцом постоянной массы [100]. Далее пробы измельчали до однородной порошкообразной массы. Содержание металлов (Mg, Al, Ca, Mn, Fe, Cu, Zn, Cd, Pb, Ti, Tl, Mo, Hg, Co, Ni) в них определяли методом рентгеноспектрального микроанализа при помощи низковакуумного сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM-6380 LV (Япония), оснащенного энергодисперсионной рентгеновской приставкой Oxford INCA Energy 250 (Великобритания). Относительная ошибка измерения составила 0.1—3.0 %. Результаты получены в виде весового процента элемента в образце. Пересчет в мкг/г произведен по формуле:

$$C_{\text{мкг/г}} = C_{\text{вес, \%}} \times 104,$$

где $C_{\text{мкг/г}}$ — массовая концентрация металла в пробе (мкг/г); $C_{\text{вес, \%}}$ — весовое процентное содержание элемента в пробе.

В пробах, результаты определения содержания металлов в которых использованы для этой публикации, отмечены только Ca, Zn, Cu, Mg, Al, Cd, Pb. По каждому металлу проведено по 10 измерений.

Для перерасчета концентрации металла от сухой (минерализованной) к сырой массе проб использовали коэффициент усушки ($K = 23.7 \pm 0.2$), полученный экспериментально. Коэффициент вычисляли как отношение сырой массы пробы к ее сухой массе.

Сведения о содержании металлов в хвоще и донных отложениях водоемов бассейна верхнего и среднего течения р. Печоры взяты из предыдущих публикаций авторов [41, 42]. Пробы гольяна, хвоща и грунта отобраны в одно и то же время, из одних и тех же участков бассейна р. Печоры и р. Човью.

Принимая во внимание существование устойчивой корреляции между содержанием металлов в водоеме и в организме рыбы [8, 114], можно предположить, что отсутствие некоторых из них в организме гольяна (в рассматриваемом случае Mn, Fe, Ti, Tl, Mo, Hg, As, Co, Ni) косвенно свидетельствует об отсутствии или минимальной концентрации последних в окружающей среде. Высокому содержанию металлов в воде, донных отложениях и в организме некоторых гидробионтов соответствует адекватное содержание последних в организме рыбы [Ружин, 1990 цит. по: 8].

Для определения силы корреляционной связи между содержанием металлов в гольяне, хвоще и грунте использован тест ранговой дисперсии Крускала-Уоллиса. Расчет парных корреляционных связей между отдельными металлами, а также между элементами в рыбе из разных районов осуществлен посредством коэффициента корреляции рангов Спирмена. Для изучения влияния состояния организма рыбы (с опухолью или без опухоли) и ее возраста, условий разных лет и разных сезонов года на накопление металлов в организме гольяна использован однофакторный дисперсионный анализ (критерий Фишера) небольшой группы данных [54].

Коэффициент биологического поглощения (КБП) представляет собой частное от деления содержания элемента в золе, полученной при озолении материала, на его концентрацию в донных отложениях соответствующего участка водоема [15, 127].

Результаты

Гольян разного возраста. В ряде работ указано на накопление металлов организмами с возрастом или увеличением размера тела [11, 15, 16, 33, 138, 143, 147, 156], в других — это отрицается [11, 12, 144, 149], в 3-х доказывают отсутствие каких-либо закономерностей в кумуляции металлов гидробионтами разного возраста [3, 4, 80, 107, 128, 147].

Учитывая отсутствие однозначности в этом вопросе, проведены соответствующие исследования на гольяне 1+ и 2+ из р. Б. Шайтановка. Рыбу отловили в один день из одного и того же участка русла (табл. 1). Разница в содержании металлов в рыбе 1+ и 2+ статистически значима ($F = 297.7$; $P < 0.001$). Наибольшие отличия отмечены в концентрации Ca ($t_{st} = 9.714$; $P < 0.001$), Zn ($t_{st} = 6.478$; $P < 0.01$) и Cu ($t_{st} = 4.036$; $P < 0.01$), присутствие которых у рыбы 2+ выше, чем у таковой 1+. Содержание Mg в организме гольяна разного возраста статистически одинаково ($t_{st} = 2.043$; $P > 0.05$).

Исходя из полученных данных для работы выбран гольян возраста 2+, который встречен во всех пунктах сбора материала. Рыба 1+ из дальнейшего рассмотрения убрана.

Гольян с опухолями. Известно, что микроэлементный состав и распределение химических элементов в тканях рыб определяется физиологическим состоянием их организма в данный момент [3, 4, 25, 52, 65, 68, 80, 93, 110, 126, 128]. Особенно интенсивно накапливаются в организме микроэлементы, необходимые для его жизнедеятельности, активно участвующие в физиолого-биохимических процессах дыхания, кроветворения, депонирования, выделения и других, т. е. в тех процессах, в которых металлы выполняют свои биокаталитические функции как необходимые компоненты сложных белковых молекул и, прежде всего ферментов, дыхательных пигментов, витаминов и других биологически активных соединений [13, 84, 110].

В исследуемых водотоках обнаружены экземпляры гольяна с опухолями, в отдельных пунктах они составляли до 41 % от числа исследованных его особей [39, 40, 45]. Рыба с опухолями имеет более мелкие размеры, меньший вес тела, темп роста, отличается она и своим поведением от таковой без опухолей [43]. Возник вопрос о возможном влиянии этих особей в случае их попадания в выборку на показатели содержания металлов в теле гольяна.

Анализ показал, что статистически значимых различий в содержании металлов в организме рыбы с опухолями и без таковых нет ($F = 1.043$; $P \gg 0.05$), как нет их и в содержании по отдельности Ca ($t_{st} = 2.0$; $P > 0.05$), Zn ($t_{st} = 1.8$; $P \gg 0.05$) и прочих металлов (табл. 1). Тем не менее при формировании пробы особей гольяна с опухолями отбраковывали.

Гольян в разные месяцы одного года. Имеются указания на несходство в содержании металлов в организме гидробионтов, включая рыб, в разные периоды года [3, 4, 11, 31, 58, 63, 75, 90, 105, 134, 163], что, как предполагают, связано со спецификой обменных процессов, протекающих в организме рыбы в различные сезоны, спектром питания, а также абиотическими факторами среды обитания [3, 4, 11]: например влиянием атмосферных осадков, постепенной седиментации

Таблица 1
Содержание металлов (мкг/г сух. массы) в тушках голяна разного возраста, разного физиологического состояния, отловленного в разные годы из русла р. Б. Шайтановка

Показатель	Металлы						
	Ca	Zn	Cu	Mg	Al	Pb	Cd
3-й км выше устья							
Рыба 1+	870.0±17.9	80.0±9.4	90.0±20.0	30.0±11.2	-	-	-
Рыба 2+	660.0±10.3	190.0±14.14	180.0±9.85	70.0±16.06			
Стоянка лодок							
2009 г.	670.0±12.6	220.0±10.5	190.0±11.3	90.0±13.4	-	-	-
2010 г.	680.0±18.5	280.0±11.7	230.0±14.3	90.0±13.6	-	-	-
2010 г., рыба с опухолями	620.0±23.6	240.0±18.1	260.0±19.8	80.0±10.6	-	-	-

Таблица 2
Содержание ТМ и макроэлементов в голяне из р. Човью в зависимости от времени сбора, мкг/г сух. массы (2010 г.)

Время сбора	Металлы						
	Ca	Zn	Cu	Mg	Al	Pb	Cd
Май	950.0±22.8	60.0±11.9	155.0±16.1	170.0±10.4	90.0±12.4		2.0±1.0
Июль	1160.0±49.8	80.0±9.3	140.0±10.2	160.0±16.7	-		-
Октябрь	810.0±36.7	190.0±12.3	100.0±11.1	100.0±13.0	70.0±17.6		9.0±3.5

ей водных взвесей, адсорбирующих ТМ, их аккумуляцией водной биотой, которая, отмирая осенью, обогащает воду этими металлами [75].

В связи с этим возникла необходимость выбора наиболее оптимального времени для сбора материала. Для этого проверили наличие разницы в содержании металлов в организме гольяна 2+ в разные месяцы одного года, отловленного в одном и том же участке водотока. Сравнительный анализ содержания металлов в организме гольяна из р. Човью (табл. 2) в мае, июле и октябре 2010 г. показал, что наблюдаемые различия статистически незначимы ($F = 2.632$; $P \gg 0.05$). Однако концентрация в организме рыбы в разные месяцы Ca ($t_{st} = 3.836-5.627$; $P < 0.05$) и Zn ($t_{st} = 7.647$; $P < 0.01$) различна. Отклонения в содержании прочих металлов статистически незначительны ($t_{st} = 0.253-2.650$; $P > 0.05$).

Исходя из полученных результатов сбор материала во всех случаях осуществлен в последней 5-дневке июня — 1-й декаде июля.

Гольян в разные годы. Поскольку имеются данные, указывающие на различия в содержании металлов в организме рыб в один и тот же сезон разных лет [11], то при формировании выборок было решено сравнить концентрацию металлов в тушках гольяна возраста 2+, собранного в начале июля разных лет из одних и тех же мест рек Б. Шайтановка и Човью.

Влияние особенностей 2009 и 2010 гг. на содержание металлов в организме рыбы из р. Б. Шайтановка (табл. 1) в р-не стоянки лодок ($F = 5.51$; $P > 0.05$), как и на содержание каждого элемента в отдельности ($t_{st} = 0.247-0.488$; $P \gg 0.05$), статистически незначимо.

В 2009—2011 гг. такие же исследования проведены на примере гольяна из р. Човью (табл. 3). Из года в год содержание металлов в организме рыбы оставалось статистически одинаково ($F = 4.687$; $P > 0.05$), как и концентрация каждого элемента в отдельности ($t_{st} = 0.167-0.389$; $P \gg 0.05$).

Кальций. Наиболее высокая концентрация Ca в тушках гольяна, собранного в бассейне р. Печоры, зарегистрирована в Кременной курье (табл. 4). В русле р. Печоры содержание Ca в теле рыбы падает от верховий и далее вниз по течению к участкам в 2.7 км выше поселка ($t_{st} = 7.636$; $P < 0.001$) и у пос. Якша ($t_{st} = 4.348$; $P < 0.01$). Кумуляция этого элемента в гольяне из курий Манской и Кременной статистически одинакова ($t_{st} = 0.677$; $P \gg 0.05$) и не отличается от таковой у рыбы из русла верхнего течения р. Печоры ($t_{st} = 1.579$; $P \gg 0.05$). Вдоль исследованного 3-х км участка русла р. Б. Шайтановка накопление указанного металла в гольяне растет сверху вниз ($t_{st} = 2.576$; $P < 0.05$). Количество Ca, приходящееся на единицу веса тела рыбы, отловленной на 3-м км последнего водотока, статистически достоверно ниже такового у гольяна, обитающего в русле р. Печоры в 1-м км ниже устья р. Б. Шайтановка ($t_{st} = 2.557$; $P < 0.05$) и в пойменных водоемах ($t_{st} = 2.842-3.337$; $0.05 > P < 0.01$), и выше, чем в р-не пос. Якша ($t_{st} = 4.665-8.737$; $0.01 > P < 0.001$). Наименьшее содержание Ca отмечено у гольяна из русла р. Печоры в окрестностях пос. Якша ($t_{st} = 4.348-8.737$; $0.01 < P < 0.001$).

Наблюдаемые отклонения в концентрации Ca в теле гольяна из разных участков бассейна р. Печоры неслучайны ($H_K = 34.893$; $v = 7$; $P < 0.001$) и статистически достоверно связаны с интенсивностью процесса накопления ила в них ($H_K = 32.690$; $v = 4$; $P < 0.001$).

Содержание металлов (мкг/г сух. массы) в голяне из р. Човью в начале июля 2009—2011 гг.

Год сбора материала	Металлы					
	Ca	Zn	Cu	Mg	Al	Cd
	Голян (тушка)					
2009	1150.0±65.4	70.0±13.7	120.0±19.8	160.0±17.4	—	2.5±1.4
2010	1160.0±49.8	80.0±9.3	140.0±10.2	160.0±16.7	—	—
2011	1100.0±59.8	90.0±14.5	150.0±14.9	180.0±15.9	10.0±4.7	—
	Голян (мышцы)					
2010	0	70.0±10.9	60.0±9.7	70.0±11.0	0	0

Содержание металлов (мкг/г сух. массы) в тушке голяна из бассейна р. Печоры

Водоем и его участки	Металлы						
	Ca	Zn	Cu	Mg	Al	Pb	Cd
	Русло р. Печоры						
Устье р. Гаревки	650.0±30.7	100.0±15.6	170.0±10.9	50.0±9.3	70.0±9.5	9.0±4.0	3.0±1.0
1.0 км ниже устья р. Б. Шайтановка	680.0±18.8	220.0±12.4	180.0±14.4	70.0±9.8	10.0±5.5	-	-
2.7 км выше пос. Якша	490.0±16.3	390.0±19.3	650.0±13.1	70.0±14.4	60.0±16.9	13.0±4.5	-
Р-н пос. Якша	490.0±20.9	420.0±16.0	680.0±16.4	80.0±11.0	70.0±12.3	14.0±8.5	-
	Русло р. Б. Шайтановки (2010 г.)						
2.5 км выше устья	610.0±19.9	190.0±14.14	180.0±9.85	70.0±16.06	-	-	-
0.2 км выше устья	670.0±12.6	220.0±10.5	190.0±11.3	90.0±13.4	-	-	-
Стоянка лодок	680.0±18.5	280.0±11.7	230.0±14.3	90.0±13.6	-	-	-
	Пойменные водоемы (курьи)						
Манская курья	690.0±19.9	110.0±8.5	170.0±12.4	90.0±10.2	-	8.0±3.0	4.0±1.7
Кременная курья	710.0±22.4	190.0±16.3	200.0±16.9	90.0±12.9	-	9.0±3.0	6.0±1.7

Указанные пункты, где была собрана рыба, по насыщенности Са тушек расположились следующим образом:

Куры		Р. Б. Шайтановка	Р. Печора	Р. Б. Шайтановка	Р. Печора	Р. Б. Шайтановка	Р. Печора	
2К ≥	1К ≥	СШ ≥	2П ≥	1Ш ≥	1П ≥	2Ш >>	3П =	4П

Корреляционная связь между содержанием этого элемента в рыбе и положением участка русла р. Печоры ($r_s = 0.75$; $t_{st} = 2.121$; $P > 0.05$), а также концентрацией Са в рыбе из русла р. Печоры и грунте ($r_s = -0.15$; $t_{st} = 0.198$; $P \gg 0.05$) статистически недостоверна; сопряженность кумуляции Са в рыбе и грунте ($r_s = 0.44$; $t_{st} = 1.565$; $P \gg 0.05$), в голяне и хвоще ($r_s = -0.025$; $t_{st} = 0.067$; $P \gg 0.05$) из всего исследованного отрезка бассейна р. Печоры статистически недостоверна. В 7-ми случаях количество Са, приходящееся на единицу веса голяна, выше, чем в иле, в 2-х — отмечена противоположная картина. Первое характерно для рыбы, собранной в устье р. Гаревки, ниже устья р. Б. Шайтановка, в русле последней и в обеих курыях, второе — в 2-х пунктах русла р. Печоры в р-не пос. Якша.

Концентрация Са в голяне из р. Човью намного выше (табл. 2, 3), чем в грунте этой реки ($t_{st} = 17.107$; $P < 0.001$) и рыбе из бассейна р. Печоры ($t_{st} = 8.241-12.405$; $P < 0.001$).

Цинк относится к числу активных микроэлементов, влияющих на рост и нормальное развитие организмов [81, 92], принимает участие во многих процессах обмена веществ у рыб, входит в состав ферментов и гормонов [21, 22, 62, 81; 88, 162, 167], влияет на активность половых и гонадотропных гормонов гипофиза рыб [81]. Установлено более высокое содержание Zn в органах молодых особей окуневых рыб [12] и белого амура [11]. Однако присутствуя в избытке, Zn токсичен для живых организмов [31, 64, 72, 103].

В организм рыбы ионы Zn и Cu поступают преимущественно с пищей, однако поступление с водой также играет значительную роль [31]. Оба элемента относятся к истинным биоэлементам, являясь трассерами антропогенного воздействия, если их поступление в среду и организм рыбы не связано с рудоносностью, добычей и использованием в производстве [83]. Предельно допустимый уровень концентрации Zn в мышечной ткани рыб (щука) составляет 40, Cu — 10 мкг/г сырой массы, физиологическая норма — 17.8 и 0.3 мкг/г соответственно [49, 51, 69].

Содержание Zn в голяне, собранном из русла р. Печоры (табл. 4), растет от устья р. Гаревки к пос. Якша ($t_{st} = 6.022-14.320$; $P < 0.001$). В разных точках окрестностей названного поселка накопление Zn в рыбе статистически одинаково ($t_{st} = 1.196$; $P \gg 0.05$). Концентрация указанного металла у голяна из Кременной курыи выше, чем у рыбы из курыи Манской ($t_{st} = 4.352$; $P < 0.01$). Наименьшая и статистически одинаковая кумуляция Zn зарегистрирована у голяна из курыи Манской и р-на устья р. Гаревки ($t_{st} = 0.563$; $P \gg 0.05$). Насыщенность рыбы, собранной из русла р. Б. Шайтановка на ее 3-м и 0.2 км, этим элементом одинакова ($t_{st} = 1.704$; $P \gg 0.05$) и ниже, чем у таковой, отлов-

ленной в р-не стоянки лодок ($t_{st} = 3.817-4.904$; $P < 0.01$). Количество Zn, приходящееся на единицу веса рыбы из р. Б. Шайтановка в р-не стоянки лодок, выше, чем у таковой из русла р. Печоры в 1-м км ниже устья 1-го водотока ($t_{st} = 3.519$; $P < 0.01$).

Различия в концентрации Zn в гольяне, отловленном из изучаемых пунктов водотока, неслучайны ($H_K = 41.569$; $v = 8$; $P \ll 0.001$) и статистически достоверно связаны с особенностями отложения ила в выбранных участках бассейна ($H_K = 40.041$; $v = 3$; $P \ll 0.001$).

По кумуляции Zn в рыбе указанные пункты бассейна р. Печоры расположились следующим образом:

Р. Печора		Р. Б. Шайтановка	Р. Печора	Р. Б. Шайтановка		Курьи		Р. Печора
4П =	3П >	СШ >	2П =	2Ш ≥	1Ш =	2К >	1К =	1П

Корреляционная связь между содержанием Zn в рыбе, донных отложениях ($r_s = 0.492$; $t_{st} = 1.816$; $P \gg 0.05$) и хвоще ($r_s = -0.433$; $t_{st} = 1.521$; $P \gg 0.05$) статистически недостоверна. Накопление Zn в гольяне из р-на устья р. Гаревки, Манской курьи и из р. Б. Шайтановка в р-не 0.2 км ниже, чем в грунте; у рыбы из р. Печоры в обеих точках у пос. Якша, а также из русла р. Б. Шайтановка в р-не 3-го км и стоянки лодок и из русла р. Печоры на 1-м км ниже устья последнего водотока его кумуляция в рыбе выше, чем в иле. В курье Кременная концентрация Zn в рыбе равна таковой в донных осадках.

Количество Zn, приходящееся на единицу веса гольяна из р. Човью (табл. 2, 3), ниже, чем в рыбе из бассейна р. Печоры ($t_{st} = 2.381-18.372$; $0.05 > P < 0.001$), за исключением таковой из р-на устья р. Гаревки ($t_{st} = 1.101$; $P > 0.05$). В грунте и гольяне из р. Човью содержание Zn статистически одинаково ($t_{st} = 0.619$; $P \gg 0.05$).

Медь. В небольших количествах Си является необходимым элементом для нормального протекания многих биохимических процессов в организме животных, входит в состав активных центров окислительно-восстановительных ферментов [2, 21, 22, 24, 62, 88, 169]. При недостатке ее в организме происходит развитие микроцитарной нормохромной анемии, деструкция кровеносных сосудов, возникают дегенеративные изменения в органах [11, 21, 22, 24]. Однако при определенных концентрациях ионов Си в водной среде они становятся токсичными для организмов [31, 64, 72, 82, 102, 155, 159], усиливая негативное воздействие на организмы при снижении минерализации воды [19, 164]. Длительное воздействие сублетальных концентраций ионов Си угнетает темпы роста и развития молоди (карпа) рыб [117]. У леща и синца высокое содержание Си отмечают в мышцах, сердце и печени; у щуки — печени и сердце [14]. У синца Си еще сконцентрирована в чешуе и жабрах, что, возможно, свидетельствует о сорбционном характере поступления этого металла в организм этого вида рыб [16].

Концентрация Си в гольяне из русла р. Печоры (табл. 4) на участке между устьями р. Гаревки и р. Б. Шайтановка ($t_{st} = 0.554$; $P \gg 0.05$), в обеих точках у пос. Якша ($t_{st} = 1.428$; $P > 0.05$) одинакова; различия в кумуляции меди в рыбе из

верхнего и среднего течения р. Печоры статистически достоверны ($t_{st} = 25.898—28.166$; $P < 0.001$). Содержание Си в гольяне из р. Б. Шайтановка на участке русла от 3-го до 0.2 км ($t_{st} = 0.667$; $P \gg 0.05$), а также от точки 0.2 км и стоянки лодок ($t_{st} = 2.195$; $P > 0.05$) статистически одинаково. В то же время накопление этого металла в рыбе с 3-го км статистически достоверно отличается от такового в особях из р-на стоянки лодок ($t_{st} = 2.879$; $P < 0.05$). Количество Си, приходящееся на единицу веса гольяна из р. Б. Шайтановка в р-нах 3-го и 0.2 км и русла верхнего течения р. Печоры статистически одинаково ($t_{st} = 0.680—1.274$; $P \gg 0.05$). Однако сосредоточение Си в рыбе, отловленной на участке стоянки лодок, выше таковой у особей из русла р. Печоры в р-не ее верхнего течения ($t_{st} = 2.463—3.334$; $P < 0.05$). Различия в содержании Си в гольяне из р. Б. Шайтановка и русла среднего течения р. Печоры статистически достоверны ($t_{st} = 20.680—28.066$; $P < 0.001$). Концентрация Си в рыбе из курий Манской и Кременной статистически одинакова ($t_{st} = 1.431$; $P > 0.05$).

Указанные различия в накоплении Си в гольяне из разных районов неслучайны ($H_K = 34.476$; $\nu = 8$; $P < 0.05$) и статистически достоверно связаны с особенностями аккумуляции ила в выбранных участках бассейна ($H_K = 33.841$; $\nu = 4$; $P < 0.001$).

Участки, из которых собран гольян для определения кумуляции Си, образуют следующий ряд:

Р. Печора		Р. Б. Шайтановка	Курья Кременная	Р. Б. Шайтановка		Р. Печора		Курья Манская
4П ≥	3П >>	СП ≥	2К ≥	1Ш ≥	2Ш =	2П ≥	1П =	1К

Сопряженность концентрации Си в рыбе и донных отложениях ($r_s = 0.371$; $t_{st} = 1.237$; $P \gg 0.05$), гольяне и хвоще ($r_s = -0.375$; $t_{st} = 1.255$; $P \gg 0.05$) статистически недостоверна. В шести случаях содержание Си в гольяне ниже, чем в грунте и хвоще, в трех отмечена противоположная картина.

Концентрация Си в гольяне из р. Човью (табл. 2, 3) выше, чем в ее грунте ($t_{st} = 2.566$; $P < 0.05$) и рыбе из бассейна р. Печоры ($t_{st} = 2.821—27.960$; $0.05 > P < 0.001$), за исключением таковой из Манской курии и русла р. Печоры в р-нах устьев р. Гаревки и р. Б. Шайтановка ($t_{st} = 1.868—2.267$; $P > 0.05$).

Магний. Содержание Mg в гольяне из русла р. Печоры (табл. 4) от устья р. Гаревки до пос. Якша, а также на 3-м км р. Б. Шайтановка статистически одинаково ($t_{st} = 1.480—2.083$; $P \gg 0.05$). Значимых отличий в концентрации этого элемента в рыбе из русла р. Печоры ($t_{st} = 0.667—1.414$; $P \gg 0.05$), за исключением участка в р-не устья р. Гаревки, р. Б. Шайтановка и курий, нет. Существенна разница в кумуляции Mg в гольяне, взятого для анализа из р-на устья р. Гаревки, и рыбы, отловленной из обеих курий и р. Б. Шайтановка из участков 0.2 км выше ее устья и стоянки лодок ($t_{st} = 2.428—2.898$; $P < 0.05$).

Различия в накоплении Mg в гольяне из разных районов неслучайны ($H_K = 18.123$; $\nu = 8$; $P < 0.05$) и статистически достоверно связаны с особенностями отложения ила в выбранных участках бассейна ($H_K = 14.457$; $\nu = 3$; $P < 0.01$).

Исследованные участки бассейна р. Печоры в зависимости от содержания Mg в гольяне образуют следующий ряд:

Курьи		Р. Б. Шайтановка		Р. Печора			Р. Б. Шайтановка		Р. Печора
1К =	2К =	СШ =	1Ш ≥	4П ≥	3П =	2П =	2Ш >		1П

Корреляционная связь между количеством Mg, приходящееся на единицу веса рыбы, донных отложений ($r_s = 0.383$; $t_{st} = 1.290$; $P \gg 0.05$) и хвоща ($r_s = -0.525$; $t_{st} = 1.917$; $P > 0.05$), статистически недостоверна. Во всех районах наличие этого элемента в рыбе ниже, чем в грунте. В шести случаях концентрация Mg в рыбе ниже таковой в хвоще, в двух — выше. В хвоще Манской курьи Mg не обнаружен, но в гольяне его содержание такое же, как в рыбе из других участков р-на проведения работ, и выше, чем в устье р. Гаревки.

Кумуляция Mg в гольяне из р. Човью (табл. 2, 3) ниже, чем в ее грунте ($t_{st} = 4.756$; $P < 0.01$) и выше такового в рыбе из бассейна р. Печоры ($t_{st} = 3.250-5.755$; $0.05 > P < 0.001$).

Алюминий. Добавление Al в проточную воду, имеющую рН 7, 6 и 5, вызывало у гольяна снижение аппетита, пассивность, стремление уйти от места с большей концентрацией элемента. При рН 5 и 6 отмечено увеличение смертности рыбы. Воздействие Al наиболее тяжелые поражения вызывает у гольяна в жабрах и обонятельных органах. Концентрация Al при низких рН увеличивается в жабрах, печени и почках. Большая часть Al находится на поверхности жаберного эпителия. Прекращение гибели рыб и восстановление структуры обонятельного органа наблюдали через 36 дней после подъема рН с 5 до 7 и прекращения воздействия Al на гольяна [161].

В исследованном р-не бассейна р. Печоры Al обнаружен у гольяна только из русла этого водотока (табл. 4). Наименьшее его содержание отмечено у рыбы из р-на устья р. Б. Шайтановка ($t_{st} = 2.813-5.466$; $0.05 > P < 0.001$). У гольяна из остальных участков русла р. Печоры концентрация Al статистически одинакова ($t_{st} = 0.476-0.515$; $P \gg 0.05$).

Различия в накоплении Al в гольяне из исследованных участков бассейна р. Печоры ($H_K = 38.172$; $v = 9$; $P < 0.001$) и ее русла ($H_K = 11.203$; $v = 3$; $P < 0.01$) неслучайны.

Исследованные участки бассейна р. Печоры в зависимости от концентрации Al в гольяне образуют следующий ряд:

Р. Печора				Курьи		Р. Б. Шайтановка			
1П =	4П ≥	3П >>	2П >>	0	0	0	0	0	0

Сопряженность в наличии этого элемента в рыбе и донных отложениях недостоверна ($r_s = -0.154$; $t_{st} = 0.473$; $P \gg 0.05$); в гольяне и хвоще — достоверна ($r_s = 0.685$; $t_{st} = 3.452$; $P < 0.01$). Во всех случаях накопление Al в рыбе ниже, чем в грунте и хвоще.

В гольяне из р. Човью Al отмечен в мае и октябре 2010 г. и июле 2011 г. (табл. 2, 3). Его содержание не отличается от наблюдаемого в рыбе из бассейна р. Печоры (табл. 2). Концентрация Al в рыбе из р. Човью намного ниже, чем в ее донных отложениях ($t_{st} = 17.713$; $P < 0.001$).

Свинец — физиологически неактивный металл, обладающий выраженным токсическим эффектом, один из самых распространенных и опасных химиче-

ских элементов. В воздух Pb поступает при сжигании угля, нефтепродуктов, природного газа на теплоэлектростанциях, при орошении сточными водами, внесении в почву фосфорных, азотных и органических удобрений. Свинец, обладая малой подвижностью, легко накапливается в донных отложениях, затем в бентосе, который служит пищей для рыбы. Около 10 % поглощенного с кормом, водой и воздухом Pb абсорбируется в желудочно-кишечном тракте. Проникнув в организм рыбы, Pb разносится по всему телу [6], более всего оседая в мышечной ткани и печени [14, 16, 121]. Наряду с этим значительное содержание Pb отмечают в жабрах и чешуе. Перечисленные факты, возможно, свидетельствуют о двух путях поступления этого поллютанта в организм рыбы: трофическом и сорбционном [14, 16].

Считается, что соединения Pb и Cd, выявленные в среде и организме гидробионтов, свидетельствуют об индустриальном прессе на окружающую среду [83].

Этот элемент обнаружен только в рыбе из русла р. Печоры (табл. 4). В гольяне, отловленном в р-не устья р. Гаревки, у пос. Якша и в его окрестностях, кумуляция Pb статистически одинакова ($t_{st} = 0.104-0.664$; $P >> 0.05$).

Различия в накоплении Pb в гольяне из исследованных участков бассейна р. Печоры неслучайны ($H_K = 33.551$; $v = 9$; $P < 0.001$) и не зависят от особенностей пунктов, в рыбе которых отмечен этот металл ($H_K = 3.671$; $v = 4$; $P >> 0.05$).

В зависимости от концентрации Pb в рыбе участки бассейна р. Печоры образуют следующий ряд:

Р. Печора				Р. Б. Шайтановка				Курьи	
4П =	3П ≥	1П	2П = 0	0	0	0	0	0	0

Корреляционная связь содержания Pb в гольяне и грунте статистически достоверна ($r_s = 0.788$; $t_{st} = 4.841$; $P < 0.01$). Во всех случаях кумуляция Pb в рыбе ниже, чем в иле. Сопряженность в количестве Pb, приходящееся на единицу веса гольяна и хвоща, недостоверна ($r_s = 0.521$; $t_{st} = 2.129$; $P > 0.05$).

Свинец в рыбе и грунте р. Човью не обнаружен. Для р. Печоры, особенно в верхнем течении, где антропогенный фактор исключается, наличие Pb обеспечивают природные источники, в р-не пос. Якша Pb дополнительно может поступать в водоток с выхлопными газами автомобилей, катеров и лодочных моторов.

Кадмий — высокотехногенный элемент, в чистом виде в природе не встречается [129]. Кадмий представляет собой один из самых опасных токсикантов (токсичнее свинца). В воздух Cd поступает при сжигании угля, нефтепродуктов, природного газа на теплоэлектростанциях, с газовыми выбросами предприятий, производящих или использующих Cd, при орошении сточными водами, внесении в почву фосфорных, азотных и органических удобрений [9]. Попадая в природные водоемы, растворенный Cd, составляющий 56—100 % от его общего содержания [135], осаждается и накапливается в виде органоминеральных комплексов в донных отложениях [9], обладающих в отношении Cd большой сорбционной способностью [55]. Концентрируясь в бентосных организмах, являющихся кормовой базой для многих рыб, Cd даже в малых концентрациях спо-

собен вызвать нарушение структуры популяции и общую резистентность рыб [60, 104, 122, 136]. В организме рыбы он больше всего аккумулируется в почках, затем в печени и жабрах [142, 148], приводит к развитию почечной недостаточности [59]. Основное действие Cd связано с атакой на сульфгидрильные группы белков мембран и с блокированием дыхательных процессов в митохондриях [66]. Сказанное подтверждается ультраструктурными исследованиями, в которых для жабр, пронефроса и селезенки рыб показано, что среди прочих мембранных органоидов клеток митохондрии оказались наиболее чувствительны к действию токсиканта [5, 87]. Негативное влияние Cd проявляется в развитии воспалительной реакции почек на тканевом, клеточном и субклеточном уровнях уже на начальном этапе его воздействия [97].

Названный элемент отмечен у голяна, отловленного из русла р. Печоры в р-не устья р. Гаревки, а также из курий Манской и Кременной (табл. 4). Концентрация Cd в рыбе из курий статистически одинакова ($t_{st} = 0.832$; $P \gg 0.05$) и выше, хотя и статистически недостоверно, таковой у голяна, взятого из р-на устья р. Гаревки ($t_{st} = 0.507-1.521$; $P \gg 0.05$).

Различия в кумуляции данного металла в голяне из разных районов неслучайны ($H_K = 31.347$; $v = 9$; $P < 0.001$).

Пункты отбора голяна для определения содержания в нем Cd образуют следующий ряд:

Куры		Р. Печора			Р. Б. Шайтановка			
2K ≥	1K ≥	1П	0	0	0	0	0	0

Отмечена сильная корреляционная связь между накоплением этого элемента в рыбе и отложениях водоемов ($r_s = 0.812$; $t_{st} = 5.297$; $P < 0.001$). Во всех случаях Cd в голяне меньше, чем в донных осадках. Сопряженность между концентрацией Cd в рыбе и хвоще статистически недостоверна ($r_s = -0.112$; $t_{st} = 0.300$; $P \gg 0.05$).

В голяне из р. Човью Cd отмечен в июле 2009 г. и в мае и октябре 2010 г. (табл. 2, 3). Его содержание в рыбе в это время статистически одинаково ($t_{st} = 1.724-1.923$; $P > 0.05$) и ниже, хотя и недостоверно, чем в иле ($t_{st} = 1.445-1.981$; $P > 0.05$). Кумуляция Cd в рыбе из р. Човью и исследованных участков бассейна р. Печоры, в голяне из которых этот металл обнаружен, статистически одинакова ($t_{st} = 0.707-1.648$; $P > 0.05$).

Для р. Печоры в верхнем течении антропогенный фактор исключается, следовательно, наличие Cd обеспечивают природные источники.

Для р. Човью, протекающей в черте г. Сыктывкара, поступление Cd может носить как природный характер, связанный с естественным геохимическим фоном исследуемой территории, так и техногенный, в результате его миграции с потоками талых вод и воздушного переноса пылевидных фракций. Подобное отмечено и для других регионов России [93]. Действительно, в природных водоемах рыба в наибольшей степени подвергается действию Cd в период дождевого паводка и снеготаяния, когда происходит его выщелачивание в воду. По способности к его аккумуляции органы и ткани располагаются в следующем порядке, на который не влияет видовая принадлежность рыб: почка>печень>жабры>скелет>мышцы [61, 94, 124, 135, 150, 168].

Обсуждение

Итак, содержание металлов в рыбе возраста 1+ и 2+ различно, особенно оно существенно в отношении Ca, Zn и Cu; в мае, июле и октябре кумуляция металлов в организме гольяна статистически одинакова, но концентрация Ca и Zn в эти периоды различна; влияние особенностей разных лет на накопление металлов в организме рыбы, как и каждого из них в отдельности, статистически незначимо; различий в количестве металлов, приходящихся на единицу веса тела рыбы с опухолями и без таковых, не обнаружено.

Наибольшее содержание Ca зарегистрировано в рыбе из бассейна верхнего течения р. Печоры, Zn и Cu — среднего, концентрация Mg статистически одинакова у особей из всех пунктов сбора материала. Накопление Ca, Zn и Cu в гольяне из русла р. Б. Шайтановка растет сверху вниз. В отличие от перечисленных элементов Pb отмечен только у рыбы из курий и русла р. Печоры, Al — у гольяна из русла р. Печоры, Cd — у особей из курий и р-на устья р. Гаревки. У рыбы из курьи Кременной концентрация Zn выше, чем у таковой из курьи Манской, тогда как кумуляция Ca, Cu, Mg, Pb и Cd у особей из обоих водоемов статистически одинакова.

Гольян из изученных участков бассейна р. Печоры статистически достоверно различается по набору и содержанию металлов ($\chi^2 = 54.847$; $P < 0.001$). Наблюдаемые отличия в концентрации анализируемых металлов в тушках гольяна из разных участков бассейна р. Печоры неслучайны и для Ca, Zn, Cu, Mg и Al, видимо, связаны с особенностями аккумуляции и составом ила в пунктах сбора материала, тогда как накопление Pb в рыбе не зависит от особенностей осадконакопления в местах ее обитания.

На исследованном отрезке бассейна р. Печоры сопряженность в кумуляции Ca, Zn, Cu, Mg и Al в рыбе и грунте статистически недостоверна, для Pb и Cd — достоверна. При этом содержание Pb и Cd в рыбе ниже, чем в иле, тогда как насыщенность другими металлами грунтов и тушек гольяна в разных точках проведения работы носит разнонаправленный характер. Взаимозависимость содержания металлов, за исключением Al, в гольяне и хвоще не выявлена. В р. Човью концентрация Ca и Cu в гольяне выше, чем в грунте, Mg и Al — ниже, Zn и Cd — статистически одинакова. В рыбе и грунте из р. Човью Pb не обнаружен, что согласуется с относительно небольшим содержанием подвижных форм Pb в почвах и их накоплением в растениях на основной части территории северо-востока европейской части России [50].

Указанные различия в содержании металлов в тканях гольяна из перечисленных участков бассейна р. Печоры и р. Човью отражены в несходстве их ранжированных рядов (табл. 5). Последние у рыбы из русла р. Печоры в р-не пос. Якша начинаются с Cu, у особей из бассейна верхнего течения этого водотока и р. Човью с Ca. Далее в последовательностях элементов в 1-м случае идут Ca и Zn, в 2-м — Cu, Zn или Zn, Cu, в 3-м — Mg и Cu. Во всех ранжированных рядах металлов, за исключением такового из района устья р. Гаревки, в котором перед Mg стоит Al, первые четыре места занимают Ca, Cu, Zn, Mg, меняется только их взаиморасположение.

Итак, гольян по ранжированным рядам металлов разбивается на рыбу из среднего течения р. Печоры, р. Човью и сложную группу особей из бассейна

Таблица 5

Классификация голяна по ранжированному ряду металлов, содержащихся в его тканях

Бассейн Верхней Печоры + бассейн Средней Вычегды		Бассейн Верхней Печоры + бассейн Средней Вычегды	
Бассейн Средней Печоры Cu > Ca > Zn > Mg ≥ Al > Pb		Ca	
Печора в р-не устья р. Гаревки + куры Ca > Cu > Zn		Р. Б. Шайтановка + Р. Печора в р-не ее устья Ca > Zn > Cu > Mg	
Печора в р-не устья р. Гаревки Ca > Cu > Zn > Al > Mg > Pb ≥ Cd		Р. Печора в р-не устья р. Б. Шайтановка Ca > Zn ≥ Cu > Mg > Al	
Куры Ca > Cu ≥ Zn > Mg > Pb ≥ Cd		Р. Печора в р-не устья р. Гаревки Ca > Cu > Zn > Al > Mg > Pb ≥ Cd	
Нет Al		Есть Al	
Нет Cd		Имеются Pb и Cd	
		Нет Pb и Cd	
		Есть Al и Cd в другие сезоны года	
		Нет Pb	

верхнего течения р. Печоры (табл. 5). Последние делятся на экземпляры из курий и русла р. Печоры в р-не устья р. Гаревки и таковых из участка русла р. Печоры в р-не устья р. Б. Шайтановки и из русла последнего водотока. Все особи из русла р. в. Печоры содержат Al, рыба из курий и р-на устья р. Гаревки — Pb и Cd. Последних элементов нет в тушках голяна из р-на устья р. Б. Шайтановка и ее русла. Голян из русла среднего течения р. Печоры отличается не только ранжированным рядом металлов, но и отсутствием в его составе Cd. В тканях рыбы из р. Човью нет Pb.

Классификация голяна по ранжированным рядам металлов не совпадает с таковой для грунтов и хвоща из этих же мест [41, 42].

Металлы, накапливаемые голянном, образуют неравнозначные группы, отличающиеся по их набору, уровню концентрации, значениями и знаком парных корреляционных связей между собой.

У элементов кумулированных в голяне из бассейна р. Печоры, отмечены сильные положительные связи Zn с Cu, Mg, Al, Pb и Cd, отрицательные — Al с Ca и Mg (табл. 6); у рыбы из р. Човью выявлена значимая положительная связь Cu с Mg, отрицательная — Al с Ca (табл. 7).

Таблица 6

Значения показателя коэффициента корреляции рангов Спирмена между отдельными металлами (справа вверху) и элементами в голяне из разных районов сбора материала (слева внизу) в бассейне р. Печоры

Металл	Элемент						
	Ca	Zn	Cu	Mg	Al	Pb	Cd
Кальций		-0.485	-0.401	0.543	-0.592*	-0.448	-0.482
Цинк	0.850**		0.886**	0.853**	0.861**	0.866**	0.725*
Медь	0.825**	0.875**		0.190	0.139	0.378	-0.426
Магний	0.350	0.875**	0.675*		-0.648*	-0.214	0.115
Алюминий	0.583*	0.183	0.025	0.716*		0.503	-0.207
Свинец	-0.619*	0.139	0.027	0.781**	0.864**		0.161
Кадмий	-1.000**	-0.119	-0.468	-0.598*	0.823**	0.958**	

Примечание. Достоверность показателя коэффициента корреляции рангов Спирмена: * < P < 0.05; ** -P < 0.01.

Таблица 7

Значения показателя коэффициента корреляции рангов Спирмена между отдельными металлами в голяне из р. Човью (слева внизу)

Металл	Элемент						
	Ca	Zn	Cu	Mg	Al	Pb	Cd
Кальций		-	-	-	-	-	-
Цинк	-0.300		-	-	-	-	-
Медь	0.100	-0.600		-	-	-	-
Магний	0.115	-0.385	0.815*		-	-	-
Алюминий	-0.885*	-0.085	0.315	0.080		-	-
Свинец	-	-	-	-	-		-
Кадмий	-0.635	0.115	-0.685	-0.725	0.205	-	

Примечание. Достоверность показателя коэффициента корреляции рангов Спирмена: * -P < 0.05; ** -P < 0.01.

Итак, сопряженность встречаемости отдельных металлов между собой (табл. 6, слева внизу) не совпадает с таковой элементов в рыбе из разных мест (табл. 6, справа сверху). Для последнего случая отмечена положительная корреляция Ca с Zn, Cu и Al; Zn с Cu и Mg; Mg с Cu; Al с Pb и Cd; Pb с Cd; отрицательная — Ca с Pb и Cd; Mg с Cd. Наблюдаемая закономерность, видимо, отражает геохимические особенности ландшафта в бассейне р. Печоры и р. Човью.

Содержание Ca в водах заповедника занимает ведущее место, что объясняется их обогащением известковыми водами, выходящими из-под подножия Пармы. В районе верхней Печоры широко представлен кальцит (известковый шпат — минерал CaCO_3), нередко имеющий примеси Mg, Fe, Mn, Zn и др. Однако химизм вод Якшинского участка и участка Пармы протяженностью от истока и до устья р. Б. Шайтановка значительно отличается, например, по количеству Ca почти в 2 раза. Среди анионов преобладает ион SO_4^{2-} [53]. Поступление в поверхностные воды Zn и Cd, видимо, связано с разрушением и растворением сфалерита $[(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}]$, а Cu — халькоперита $[\text{CuFeS}_2]$. Кадмий в основном накапливается в сульфидных рудах, таких как сфалерит (0.01—5.0 %), галенит (до 0.02 %), халькоперит (до 0.12 %), пирит (до 0.02 %), блеклые руды и станнин. Собственно кадмиевые минералы (гринокит CdS , отавит CdCO_3 , монтепонит CdO) очень редки [118]. Халькоперит в ассоциации с галенитом и сфалеритом входит в состав полиметаллических руд. Встречается также в грейзенах и скарнах, с которыми связаны залежи Fe, Cu, Pb, Zn и др. В близповерхностных условиях халькоперит неустойчив и в процессе выветривания довольно быстро разрушается с образованием вторичных минералов Cu. Действительно, Печорский Урал имеет различные типы медных оруденений, особенно связанных с микроклин-пертитовыми гранитами [113]. Представлен здесь и биотит (слюда, содержащая K, Al, Mg, Fe), важный породообразующий минерал гранитов, гранодиоритов, трахитов. Обычна в этих местах обыкновенная роговая обманка — сложный алюмосиликат Ca, содержащий Mg, Fe и др. [17].

В бассейне среднего течения р. Вычегды, куда относится р. Човью, широко распространены юрские и меловые отложения, к которым приурочены стратиграфически и генетически тесно связанные фосфориты и серный колчедан [113]. Здесь обычен апатит — полигенный минерал, часто имеющий примеси Mn, Fe, Al и др. В составе минералов илистой фракции преобладают бейделлит и феррибейделлит [112]. В зависимости от содержания элементов-примесей, которые иногда замещают некоторое количество Al в составе бейделлита, выделяют несколько его разновидностей — феррибейделлит (смесь хлорита, гётита и кальцита; содержит в своем составе Fe), магнобейделлит (содержит Mg), хромобейделлит (содержит Cr).

Характерные для Республики Коми осадки межледниковых эпох имеют преимущественно аллювиальное и озерно-болотное происхождение. Современные аллювиальные отложения характеризуются повышенным содержанием подвижных форм Fe, Mn, Zn [123, 131].

Итак, к повышенному содержанию в экосистеме Cu и Zn, как и в других местах [74], ведет наличие природных источников указанных металлов, далее в организм рыбы они поступают с пищей и водой [31]. В воде р. Печоры, особенно в

районе пос. Якша, концентрация Zn и Cu достигает 24 и 32 ПДК [20], повышена здесь насыщенность металлами и донных отложений [41], что, видимо, и объясняет высокое содержание Zn и Cu в рыбе.

В бассейне р. Печоры наиболее высока концентрация Cd и Pb в водоемах и их участках с замедленным стоком и наибольшим осадконакоплением [41], где, прежде всего металлы мигрируют из воды в донные отложения [134]. В этих же участках формируются заросли растений, аккумулирующие исследуемые металлы [91]. Это курьи Манская, Кременная и район устья р. Гаревки. В этих участках можно ожидать концентрацию металлов в рыбе выше ПДК. Вообще на фоновых территориях северо-востока европейской части России содержание Cd в растениях часто превышает ПДК, а Pb — приближается к ПДК, что, вероятно, объясняется геохимическими особенностями подстилающих пород [130].

Сравним кумуляцию металлов в тушках гольяна с ПДК для рыбных (рыба свежая и мороженая) продуктов [25, 116, 135], а также с их содержанием в рыбе, допущенной к реализации в торговых сетях [<https://yandex.ru/images/search?te> (дата обращения 22.12.2016)].

Хотя подход к оценке качества атмосферы, почвенных и водных ресурсов на основе сопоставления содержания загрязняющих веществ с их ПДК недостаточно корректен [23], так как в реальной ситуации на животные и растительные организмы оказывает влияние комплекс факторов, взаимодействие которых приводит к синергическим, антагонистическим эффектам, а не только простому суммированию эффектов от воздействия каждого из них в отдельности. Более того, любой из факторов может модифицировать эффект воздействия другого как в сторону понижения, так и повышения [48]. Для почв, в формировании которых принимали участие глинистые и суглинистые породы палеозоя, характерно повышенное содержание ТМ, что ставит под сомнение применимость общепринятых уровней ПДК по содержанию ТМ в мониторинговых обследованиях почв [130] и других объектов северо-востока европейской части России. Тем не менее он позволяет произвести сопоставление полученных данных с опубликованными.

Ситуация по содержанию металлов в тушках гольяна из бассейна р. Печоры и русла р. Човью в целом благополучна. Отмечено превышение ПДК более чем в 2.5 раза по Cu в рыбе из русла р. Печоры в районе пос. Якша и Cd до 2.5 раз в объектах из района устья р. Гаревки и курий Манской и Кременной (табл. 8). У гольяна из р. Човью превышение ПДК в 1.9—3.8 раза было в отношении Cd в октябре 2010 г. (табл. 2, 8). К осени здесь, как и в других водоемах [28, 75, 134], концентрация Cd в воде и рыбе растет, достигая максимума зимой, минимума — летом, что может быть связано с переходом ионов металлов в воду при массовом отмирании в осенний период планктонных организмов [134] и растений.

Как видим, наибольшее содержание Cd в гольяне зарегистрировано в водоемах и их участках, где отмечена самая низкая концентрация Zn. Поскольку метаболизм Cd тесно связан с эссенциальными элементами, и особенно Zn, он способен замещать последний во многих жизненно важных энзиматических реакциях, приводя к их разрыву и торможению. Поэтому Cd может рассматриваться как антиметаболит Zn. Показано, что накопление Zn может сократить погло-

Содержание металлов (доля ПДК) в тушке голяна из бассейна р. Печоры и р. Човью

Водоём и его участки, год	Металлы						
	Са***	Zn*	Cu*	Mg***	Al**	Pb*	Cd**,**
	Значение ПДК (мкг/г сухой массы)						
	9480	948	237	7110	711	23.7	4.74; 2.37
	Русло р. Печоры						
Устье р. Гаревки	0.07	0.11	0.72	0.01	0.10	0.38	0.63; 1.27
Устье р. Б. Шайтановка	0.07	0.23	0.76	0.01	0.01	-	-
2.7 км выше пос. Якша	0.05	0.41	2.74	0.01	0.08	0.55	-
Р-н пос. Якша	0.05	0.44	2.87	0.01	0.10	0.59	-
	Русло р. Б. Шайтановки (2010 г.)						
2.5 км выше устья	0.06	0.20	0.76	0.01	-	-	-
0.2 км выше устья	0.07	0.23	0.89	0.01	-	-	-
Стоянка лодок	0.07	0.29	0.97	0.01	-	-	-
	Пойменные водоемы (куры)						
Манская курья	0.07	0.12	0.72	0.01	-	0.34	0.84; 1.69
Кременная курья	0.07	0.20	0.84	0.01	-	0.38	1.26; 2.53
	Русло р. Човью						
2009, июль	0.12	0.07	0.51	0.02	-	0.11	-
2010, май	0.10	0.06	0.65	0.02	0.13	-	0.42; 0.84
2010, июль	0.12	0.08	0.59	0.02	-	-	-
2010, октябрь	0.05	0.20	0.42	0.01	0.10	-	1.90; 3.80
2011, июль	0.11	0.09	0.63	0.03	0.01	-	-

Примечание. * — [25, 116]; ** — [135]; *** — <https://yandex.ru/images/search?te> (рыба, допущенная к реализации в торговых сетях).

щение Cd и уменьшить его действие на организм, тогда как дефицит Zn, напротив, увеличивает его токсичность [106, 145]. Первичный механизм токсического воздействия Cd может быть связан с ингибированием переноса Ca протеинами [94]. Под его влиянием содержание Ca в крови может резко снижаться, вызывая мышечный тетанус и глубокие респираторные нарушения [153].

Известно, что поглощение таких элементов, как Cu, Zn и Mg, необходимых для метаболизма, регулируется, поступление остальных металлов носит пассивный характер [13, 84]. Например, накопление Cd и Pb вызвано лишь экзогенными факторами [27]. Сказанное должно, видимо, отразиться на величине КБП.

Высокие значения КБП характерны для Ca, Zn и Cu (табл. 9) В бассейне верхнего течения р. Печоры, особенно в районе устья р. Гаревки и р. Човью, рыба в первую очередь концентрирует в своих тканях Ca, в среднем течении р. Печоры в отношении этого элемента гольян выступает как деконцентратор. Значительное накопление Cu и Zn организмом гольяна происходит в среднем течении р. Печоры и р. Б. Шайтановка в р-не стоянки лодок. Кроме того, Zn в рыбе накапливается в р-не устья р. Б. Шайтановка и на 3-м км русла этого водотока; Cu — в рыбе из р. Човью. В отношении других металлов (Mg, Al, Pb, Cd) гольян выступает как деконцентратор.

Организмы не только весьма требовательны к определенной концентрации микроэлементов в среде, но и сильно реагируют на их соотношение и формы соединений. Для нормального развития организма необходимы оптимальные условия среды. Избыточное или недостаточное содержание того или иного микроэлемента приводит к нарушению сбалансированного поступления в организм других элементов питания, понижает или повышает их усвояемость из-за нарушения соотношения в среде [36, 141, 151, 160].

Ранее показано [41], что в донных отложениях в низовьях р. Б. Шайтановка, особенно в ее старице, самое высокое содержание металлов. Здесь отмечена неблагоприятная экологическая ситуация [45—47]. Гольян, исследованный из этого места, поражен раковыми опухолями на 36.8 % [38] и даже 49.2 % [41]. Интересно, что в илах из этих мест отсутствуют Cd и Pb, металлы, наиболее опасные для гидроекосистем. Даже незначительные концентрации этих токси-кантов способны вызывать необратимые функциональные нарушения, деформации, а иногда и смерть гидробионтов [73, 95, 134]. Наоборот, там, где эти металлы в грунтах зарегистрированы, пораженность гольяна пигментной меланомой не превышает 3 %, что характерно для экологически благополучных районов [1, 57].

Начиная исследование, предположили, что измененные гидрохимические характеристики р. Човью [70, 76] отразятся на состоянии популяции гольяна. Исследуемый водоток в течение длительного времени испытывает антропогенную нагрузку в результате функционирования на опытном ландшафте системы искусственного дренажа, наличия дачных участков, земель частного использования. Водный объект является коллектором, принимающим с ландшафта как поверхностный, так и внутриводный сток. Вдоль ее берега проходит автотрасса, несколько раз пересекающая ее русло. Автотранспорт является значимой составляющей антропогенного прессинга на окружающую среду. Выбросы

Таблица 9
**Коэффициенты биологического поглощения (КБП) металлов голяном из бассейна верхнего и среднего течения
 р. Печоры и р. Човью**

Водоём и его участки	Металлы							
	Са	Zn	Cu	Mg	Al	Pb	Cd	
Русло р. Печоры								
Устье р. Гаревки	3.10	0.91	0.71	0.38	0.32	0.50	0.21	
1.0 км ниже устья р. Б. Шайтановка	1.15	2.0	0.86	0.44	0.04	-	-	
2.7 км выше пос. Якша	0.79	1.44	2.10	0.29	0.30	0.93	-	
Р-н пос. Якша	0.84	2.0	2.62	0.35	0.37	0.67	-	
Русло р. Б. Шайтановки								
5.0 км выше устья	1.36	0.57	0.41	0.16	-	-	-	
3.0 км выше устья	1.03	1.46	0.95	0.58	-	-	-	
0.2 км выше устья	1.12	0.92	0.83	0.50	-	-	-	
Стоянка лодок	1.15	2.33	1.15	0.56	-	-	-	
Пойменные водоемы								
Манская курья	1.13	0.69	0.68	0.64	-	0.73	0.36	
Кременная курья	1.09	1.0	0.65	0.38	-	0.56	0.67	
Р. Човью								
Микрорайон В. Чов	4.83	0.89	1.56	0.50	-	-	-	

его в общей совокупности вредных выбросов составляют до 50 %, а в некоторых случаях даже превышают количество выбросов промышленных предприятий [Гос. доклады ... цит. по: 50]. Однако пораженность рыбы из р. Човью бластостомой оказалась минимальной [38]. Такая устойчивость водосборного бассейна р. Човью по отношению к антропогенному воздействию, видимо, во многом определяется присутствием Ca и Mg, которые являются одними из основных регуляторов токсичности ТМ и АI в воде [137]. Не нарушена, возможно, и самоочищающая способность водоема, сохранилось большинство микроорганизмов, задействованных в этом. На это позволяет надеяться наличие в его воде ТМ в концентрации менее трех ПДК [41], превышение которых чревато тяжелыми последствиями для экосистемы [75].

Микроэлементный состав гольяна из р. Човью необходимо оценить как близкий к соответствующим показателям рыб из водоемов, слабо подвергающихся антропогенным нагрузкам, что, возможно, свидетельствует о процессах восстановления характеристик реки (бассейн средней Вычегды). Заключение [44] о восстановлении качества среды этого водоема, полученное другими методами, указывали и ранее.

Выводы

1. Содержание металлов в рыбе возраста 1+ и 2+ различно, особенно оно существенно в отношении Ca, Zn, Cu.
2. В мае, июле и октябре концентрация металлов в организме гольяна статистически одинакова, но содержание Ca и Zn в эти периоды различно.
3. Влияние особенностей разных лет на накопление металлов в организме рыбы, как и каждого из них в отдельности, статистически незначимо.
4. Различий в количестве металлов, приходящихся на единицу веса тела рыбы с опухолями и без таковых, не обнаружено.
5. Гольян из изученных участков бассейна р. Печоры статистически достоверно различается по набору и содержанию металлов.
6. На исследованном отрезке бассейна р. Печоры сопряженность в кумуляции Ca, Zn, Cu, Mg и Al в рыбе и грунте статистически недостоверна, для Pb и Cd — достоверна. Взаимозависимость содержания металлов, за исключением Al, в гольяне и хвоще не выявлена.
7. Гольян по ранжированным рядам металлов разбивается на рыбу из среднего течения р. Печоры, р. Човью и сложную группу особей из бассейна верхнего течения р. Печоры. Классификация гольяна по ранжированным рядам металлов не совпадает с таковой для грунтов и хвоща из этих же мест.
8. Металлы, накапливаемые гольяном, образуют неравнозначные группы, отличающиеся по их набору, уровню концентрации, значениями и знаком парных корреляционных связей между собой.
9. К повышенному содержанию в экосистеме Cu и Zn ведет наличие природных источников указанных металлов.
10. В бассейне р. Печоры наиболее высока концентрация Cd и Pb в водоемах и их участках с замедленным стоком и наибольшим осадконакоплением.

11. Превышение ПДК более чем в 2.5 раза отмечено по Cu в рыбе из русла р. Печоры в районе пос. Якша и Cd до 2.5 раз в объектах из района устья р. Гаревки и курий Манской и Кременной. У гольяна из р. Човью превышение ПДК в 1.9—3.8 раза в отношении Cd было в октябре 2010 г.

12. Наиболее высокие значения коэффициента биологического поглощения характерны для Ca, Zn, Cu.

13. Микроэлементный состав гольяна из р. Човью необходимо оценить как близкий к соответствующим показателям рыб из водоемов, слабо подвергающихся антропогенным нагрузкам, что, возможно, свидетельствует о процессах восстановления характеристик реки (бассейн Средней Вычегды).

Поддержка исследования

Работа является частью исследования, выполняемого по контракту № 2017/217 на выполнение государственных работ в сфере научной деятельности в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки России.

* * *

1. Агапова А. И., Бутримова Н. П. // Биологические основы рыбоводства: паразиты и болезни рыб. М.: Наука, 1984. С. 159—170.

2. Алабастер Д., Ллойд Р. Критерии качества воды для пресноводных рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 344 с.

3. Андреев В. В. Микроэлементный состав органов и тканей белуги на различных стадиях жизненного цикла // Вестник Астраханского гос. тех. ун-та (АГТУ). Сер. Рыбное хозяйство. 2009. № 1. С. 108—114.

4. Андреев В. В. Микроэлементный состав органов и тканей севрюги в морской и речной периоды жизненного цикла // Вестник Астраханского гос. тех. ун-та (АГТУ). Сер. Рыбное хозяйство. 2011. № 1. С. 75—81.

5. Балабанова Л. В. Влияние кадмия на ультраструктуру иммунокомпетентных клеток селезенки и почек осетра *Acipenser baeri* Brandt // Биология внутренних вод. 1998. № 2. С. 80—85.

6. Баранников В. Д., Кириллов Н. К. Экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции. М.: КолосС, 2006. С. 84—87.

7. Баранов И. В. Лимнологические типы озер СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1961. 275 с.

8. Барковская В. В. Паразиты рыб Финского залива как индикаторы экологического состояния его акватории // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1997. Вып. 321. С. 147—153.

9. Безносиков В. А., Лодыгин Е. Д., Кондратенко Б. М. Фоновое содержание тяжелых металлов в почвах Печорского и Усинского районов Республики Коми // Вестник Ин-та биологии Коми НЦ УрО РАН. 2008. № 7. С. 7—12.

10. Биологический энциклопедический словарь / гл. ред. М. С. Гиляров. М.: Сов. энциклопедия, 1986. 831 с.

11. Бичарева О. Н. Особенности содержания меди, цинка и марганца в органах и тканях белого амура // Вестник Астраханского гос. тех. ун-та (АГТУ). Сер.: Рыбное хозяйство. 2009. № 1. С. 115—118.

12. Бичарева О. Н., Шабоянц Н. Г. Возрастная динамика содержания меди и цинка у окуневых рыб // Естественные науки. 2010. № 4 (33). С. 110—114.
13. Брень Н. В. Использование беспозвоночных для мониторинга загрязнения водных экосистем тяжелыми металлами (Обзор) // Гидробиологический журнал. 1999. Т. 35. № 4. С. 75—88.
14. Ваганов А. С. Сравнительная характеристика содержания тяжелых металлов в промысловых видах рыб Куйбышевского водохранилища // Известия Самарского науч. центра РАН. 2011. Т. 13. № 5 (2). С. 143—146.
15. Ваганов А. С. Накопление тяжелых металлов тканями и органами промысловых видов рыб различных экологических групп Куйбышевского водохранилища : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Н. Новгород: ФГБОУ ВПО «Ульяновский гос. тех. ун-т», 2012. 23 с.
16. Ваганов А. С. Особенности распределения тяжелых металлов в тканях и органах рыб рода *Abramis* Куйбышевского водохранилища // Вода: химия и экология. 2012. № 1. С. 90—93. URL: <http://watchemec.ru/article/24416/>
17. Варсанюфьева В. А. Геологическое строение территории Печоро-Ыльчского государственного заповедника // Тр. Печоро-Ыльчского гос. заповедника. Вып. 1. М., 1940. 298 с.
18. Веницианов Е. В., Кочарян А. Г., Серенькая Е. Г. Формы миграции тяжелых металлов и их влияние на качество воды в Куйбышевском водохранилище // Вода: экология и технология : материалы международного конгресса. М., 1994. Т. 1. С. 98—105.
19. Виноградов Г. А. Процессы ионной регуляции у пресноводных рыб и беспозвоночных. М.: Наука, 2000. 216 с.
20. Власова Т. А. Гидрохимия главных рек Коми АССР. Сыктывкар: Коми науч. центр УрО АН СССР, 1988. 152 с.
21. Войнар А. И. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. М.: Высшая школа, 1960. 240 с.
22. Войнар А. И. Микроэлементы в живой природе. М.: Наука, 1962. 176 с.
23. Волков И. В., Заличева И. Н., Шустова Н. К., Ильмаст Т. Б. Есть ли экологический смысл у системы общефедеральных рыбохозяйственных ПДК? // Экология. 1996. № 5. С. 350—354.
24. Воробьев В. И. Микроэлементы и их применение в рыбоводстве. М.: Пищевая промышленность, 1979. 183 с.
25. Вундцеттель М. Ф., Кузнецова Н. В. Содержание тяжёлых металлов в органах и тканях рыб реки Яхрома // Вестник Астраханского гос. тех. ун-та (АГТУ). Сер. Рыбное хозяйство. 2013. № 2. С. 155—158.
26. Гаджирамазанова А. Г., Расулов Ш. А., Рамазанов Х. М. Наземные моллюски как объект биоиндикации тяжелых металлов в окружающей среде // Вестник Дагестанского гос. ун-та. 2015. Т. 30. Вып. 1. С. 40—46.
27. Галатова Е. А. Результаты многофакторного дисперсионного анализа содержания тяжелых металлов в организме рыб различных семейств // Вестник Красноярского государственного аграрного университета (КрасГАУ). 2009. № 7. С. 32—40.
28. Галатова Е. А. Особенности накопления тяжелых металлов в органах и тканях рыб различных семейств // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии (ТСХА). 2009. Вып. 3. С. 157—168.

29. Гилева Т. А., Зиновьев Е. А., Костицына Н. В. Содержание тяжелых металлов в органах и тканях рыб, обитающих в разнотипных водоемах Пермского края // Аграрный вестник Урала. 2014. № 8 (126). С. 74—77.
30. Глазунова И. А. Содержание и особенности распределения тяжелых металлов в рыбах верховьев Оби : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Барнаул: Алтайский госуниверситет, 2005. 19 с.
31. Голованова И. Л. Влияние тяжелых металлов на физиолого-биохимический статус рыб и водных беспозвоночных // Биология внутренних вод. 2008. № 1. С. 99—108.
32. Голованова И. Л., Филиппов А. А., Голованов В. К. Влияние температуры, pH и тяжелых металлов (медь, цинк) на активность карбогидраз щуки *Esox lucius* L. и ее жертвы // Вестник Астраханского гос. тех. ун-та (АГТУ). Сер. Рыбное хозяйство. 2011. № 2. С. 78—83.
33. Гомбоева С. В., Пронин Н. М., Цыренов В. Ж. Распределение тяжелых металлов в органах и тканях рыб с различным типом питания в прибрежно-соровой зоне Байкала // Сибирский экологический журнал. 2003. № 10(5). С. 561—564.
34. Горшков В. Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни. М.: Всероссийский ин-т науч. и технич. информации (ВИНИТИ), 1995. 470 с.
35. Горшков В. В., Горшков В. Г., Данилов-Данильян В. И., Лосев К. С., Макарьева А. М. Биотическая регуляция окружающей среды // Экология. 1999. № 2. С. 105—113.
36. Даутов Р. К., Минибаев В. Г., Каллимулина С. Н. Микроэлементы в почвах Чувашской АССР и рациональное использование микроудобрений. Чебоксары: Чувашское кн. изд-во, 1979. 64 с.
37. Детлофф Г. М., Бейли Г. К., Майер К. Дж. Эффекты растворенной меди на некоторые гематологические, биохимические и иммунологические показатели радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) // Архивы загрязнения окружающей среды и токсикологии. 2001. С. 371—380.
38. Доровских Г. Н. Локализация и встречаемость опухолей у гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.) из бассейнов рек Северной Двины и Печоры // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. Сыктывкар: Сыктывкарский госуниверситет, 2012. Вып. 2. С. 44—52.
39. Доровских Г. Н., Гаврилина Л. Е., Ситар А. А., Мазур В. В. Встречаемость опухолей у гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.) в бассейне верхней и средней Печоры // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2013. № 2. С. 78—87.
40. Доровских Г. Н., Кулик Л. Е., Мазур В. В. Бластомогенная обстановка в бассейне верхней и средней Печоры // Вестник Сыктывкарского ун-та. Сер. 2. Биология, геология, химия, экология. 2013. Вып. 3. С. 38—50.
41. Доровских Г. Н., Мазур В. В. Содержание металлов в донных отложениях бассейнов рек Печоры и Вычегды // Вода: химия и экология. 2013. № 9. С. 11—18. URL: <http://watchemec.ru/article/25936/>.
42. Доровских Г. Н., Мазур В. В. Накопление металлов растениями рода *Equisetum* L. (Equisetopsida: Equisetaceae Michx. ex DC.) из экологически благополучных участков верхнего течения р. Печоры // Вода: химия и экология. 2014. № 2. С. 9—18. URL: <http://watchemec.ru/article/26337/>.
43. Доровских Г. Н., Седрисева В. А., Степанов В. Г., Бознак Э. И. Встречаемость опухолей у *Phoxinus phoxinus* (L.), их влияние на организм гольяна, его паразитофау-

ну и компонентное сообщество его паразитов // Паразитология. 2006. Т. 40. Вып. 3. С. 225—243.

44. Доровских Г. Н., Степанов В. Г., Голикова Е. А., Вострикова А. В. Компонентные сообщества паразитов гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.) из экологически благополучных и загрязненных водоемов // Паразитология. 2008. Т. 42. Вып. 4. С. 280—291.

45. Доровских Г. Н., Турбылева В. А., Вострикова А. В., Шергина Н. Н. Встречаемость опухолей у гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.) из бассейнов рек Северная Двина и Печора // Биология внутренних вод. 2007. № 4. С. 76—82.

46. Доровских Г. Н., Шергина Н. Н. Характеристика опухолей и их микобиота у гольяна // Ветеринария. 2010. № 6. С. 26—29.

47. Доровских Г. Н., Турбылева В. А., Вострикова А. В., Шергина Н. Н. Опухоли у гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.) из бассейнов рек Северная Двина и Печора // Паразитология. 2009. Т. 43. Вып. 3. С. 259—269.

48. Евсеева Т. И., Зайнуллин В. Г. Исследование мутагенной активности атмосферного воздуха и снежного покрова г. Сыктывкара по тесту соматических мутаций в волосках тычинок традесканции (клон 02) // Экология. 2000. № 5. С. 343—348.

49. Евтушенко Н. Ю., Малышева Т. Д., Шаповал Т. П. Закономерности поступления в организм и накопление тяжелых металлов в тканях рыб // Тезисы докладов I Всероссийской конференции по рыбохозяйственной токсикологии. Рига, 1988. Ч. 2. С. 132—133.

50. Егوشина Т. Л., Шихова Л. Н. Свинец в почвах и растениях северо-востока европейской части России // Вестник Оренбургского гос. ун-та (ОГУ). 2008. № 10 (92). С. 135—141.

51. Егوشина Т. Л., Шихова Л. Н., Лисицын Е. М., Жиряков А. С. Накопление тяжелых металлов в водных экосистемах разной степени загрязненности // Проблемы региональной экологии. 2007. № 2. С. 17—23.

52. Ермаков В. В., Тютиков С. Ф. Геохимическая экология животных. М.: Наука, 2008. 315 с.

53. Ефимова З. С., Сокол А. П. Связь растительности с химизмом вод на некоторых болотах заповедника // Тр. Печоро-Илычского гос. заповедника. Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1976. Вып. 13. С. 58—65.

54. Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.

55. Зарипова Ф. Ф., Файзулин А. И., Юмагулова Г. Р. Содержание тяжелых металлов в печени озерной лягушки *Rana ridibunda* Pallas, 1771 Башкирского Зауралья // Вестник Оренбургского гос. ун-та (ОГУ). 2009. № 6. С. 145—146.

56. Земков Г. В., Журавлева Г. Ф. Ретроспективные и современные данные изучения кумулятивного токсикоза у рыб // Современные наукоемкие технологии. 2004. № 1. С. 31—36.

57. Ильницкий А. П., Королев А. А., Худолей В. В. Канцерогенные вещества в водной среде. М.: Наука, 1994. 222 с.

58. Ильясова Г. Х., Мелякина Э. И. Особенности микроэлементного состава организма речного рака (*Astacus fluviatilis*) // Вестник Астраханского гос. тех. ун-та (АГТУ). Сер. Рыбное хозяйство. 2011. № 1 С. 87—89.

59. Каплин В. Г. Основы токсикологии. М.: КолосС, 2006. С. 74—78.

60. Кашулин Н. А., Лукин А. А., Амундсен П. А. Рыбы пресных вод Субарктики как биоиндикаторы техногенного загрязнения. Апатиты: Карельский НЦ РАН, 1999. 142 с.
61. Кашулин Н. А., Гладышева И. В. Анализ и оценка содержания металлов в органах и тканях рыб в водоемах бассейна р. Пасвик в 2002 году // Мат. докл. Междун. конф. «Структурно-функциональные особенности биосистем Севера (особи, популяции, сообщества)», Петрозаводск, 2005. Петрозаводск: ПетрГУ, 2005. Ч. 1. С.162—164.
62. Ковальский В. В. Геохимическая экология. М.: Наука, 1974. 420 с
63. Комов В. Т., Степанова И. К., Гремячих В. А. Содержание ртути в мышцах рыб из водоемов Северо-Запада России: Причины интенсивного накопления и оценка негативного эффекта на состояние здоровья людей // Актуальные проблемы водной токсикологии. Борок: Ин-т биологии внутр. вод (ИБВВ) РАН, 2004. С. 99—123.
64. Кондратьева Л. М., Канцыбер В. С., Зазулина В. Е., Боковенко Л. С. Влияние крупных притоков на содержание тяжелых металлов в воде и донных отложениях реки Амур // Тихоокеанская геология. 2006. Т. 25. № 6. С. 103—114.
65. Костицина Н. В., Мадрица С. А. К микроэлементному составу европейского хариуса *Thymallus Thymallus* (Linnaeus, 1758) р. Косьва (Бассейн средней Камы) // Вестник Тамбовского ун-та. 2013. № 6—1. Т. 18. С. 3019—3022.
66. Коротков С. М., Скульский И. А. Изменение влияния Cd^{2+} на дыхание изолированных митохондрий печени крысы после их преинкубации с Ca^{2+} , Sr^{2+} , Va^{2+} , Mn^{2+} и рутениевым красным // Цитология. 1996. Т. 38. № 4/5. С. 500—510.
67. Курамшина Н. Г., Курамшин Э. М., Николаева С. В. Биоаккумуляция ТМ в рыбе водных объектов РБ // Сборник научных трудов международной НПК «Экологическая безопасность и охрана природной среды» в рамках экологического форума и специализированной выставки «Уралэкология. Промышленная безопасность. 2012». Уфа. 2012. С. 91—94.
68. Курамшина Н. Г., Нуртдинова Э. Э., Сафина Г. И., Назырова А. Д., Лосева Л. П., Топургия Г. М. Биоаккумуляция редких элементов в чешуе хищных рыб реки Демы (Башкортостан) // Известия Оренбургского гос. аграрного ун-та (ОГАУ). 2015. № 2 (52). С. 112—115.
69. Курамшина Н. Г., Нуртдинова Э. Э., Назыров А. Д., Виноградов Г. Д., Матвеева А. Ю., Богатова О. В. Эколого-физиологическая характеристика рыб малых рек Южного Урала // Вестник Оренбургского гос. ун-та (ОГУ). 2015. № 4 (179). С. 240—243.
70. Лапицкая В. Ф. Мониторинг поверхностных вод // Экологический мониторинг. Сыктывкар: Сыктывкарский университет, 2002. С. 38—49.
71. Леонова Г. А. Биогеохимическая индикация загрязнения водных экосистем тяжелыми металлами // Водные ресурсы (качество и охрана вод, экологические аспекты). 2004. Т. 31. № 2. С. 215—222.
72. Ливинская С. А., Владимирский П. В., Данильчук В. П., Паронян В. Х. Разработка метода подготовки проб к атомно-абсорбционному спектральному анализу для определения содержания тяжелых металлов в растительных маслах // Вестник Воронежского гос. ун-та. Сер. Химия. Биология. Фармация. 2005. № 2. С. 38—42.
73. Линник П. Н., Искра И. В. Кадмий в поверхностных водах: содержание, формы нахождения, токсическое действие // Гидробиол. журн. 1997. Т. 33. № 6. С. 72—85.
74. Лобанова Т. А. Особенности накопления тяжелых металлов промысловыми видами рыб // Вестник Костромского гос. ун-та им. Н. А. Некрасова. 2008. Т. 14. № 1. С. 18—21.

75. Мажайский Ю. А., Гусева Т. М., Дорохина О. Е., Андриянец С. В. Оценка влияния тяжелых металлов на экологическое состояние малых рек бассейна реки Оки // Проблемы устойчивого развития мелиорации и рационального природопользования : материалы юбилейной международной научно-практической конференции (Костяковские чтения). М.: Изд-во Всероссийского научно-исследовательского ин-та автоматизации им. Н. Л. Духова (ВНИИА), 2007. Т. 2. С. 152—159.

76. Мазур В. В., Доровских Г. Н. Исследование экологического состояния реки Човью в черте города Сыктывкара // Вода: химия и экология. 2012. № 4. С. 114—117. URL: <http://watchemec.ru/article/24584/>.

77. Макрушин А. В., Асанова Т. А., Голубков С. М. О состоянии популяций Unionidae (Bivalvia, Mollusca) в некоторых водоемах европейской России // Вестник Тверского гос. ун-та (ТвГУ). Сер. Биология и экология. 2012. Вып. 28. № 25. С. 34—39.

78. Макрушин А. В., Семенова А. С., Дубовская О. П., Фефилова Е. Б., Лазарева В. И. Географическое распространение отека раковинки у Cladocera (Crustacea) // Вода: химия и экология. 2014. № 10. С. 69—73. URL: <http://watchemec.ru/article/26901/>.

79. Макрушин А. В., Беляков В. П., Родионова Н. В. Патоморфологическое обследование гидробионтов из озер Ленинградской области // Вода: химия и экология. 2016. № 5. С. 41—45. URL: <http://watchemec.ru/article/27954/>.

80. Маляревская А. Я. Обмен веществ у рыб в условиях антропогенного эвтрофирования водоемов. Киев: Наукова думка, 1979. 256 с.

81. Малышева Т. Д. Метаболизм цинка у карпа при различных экологических условиях : дис. ... канд. биол. наук. Киев: Ин-т гидробиологии НАН Украины, 1981. 195 с.

82. Мартемьянов В. И., Маврин А. С. Влияние меди на ионный обмен у окуня *Perca fluviatilis* L. при пороговых концентрациях катионов в пресной воде // Вода: химия и экология. 2013. № 10. С. 63—67.

83. Марченко А. Л. Тяжелые металлы в массовых видах рыб из водоемов Южного Приморья : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: Тихоокеанский ин-т географии ДВО РАН, 2007. 22 с.

84. Марченко А. Л., Чернова Е. Н., Христофорова Н. К. Содержание тяжелых металлов в мышцах карася серебряного *Carassius auratus gibelio* из водоемов юга Приморского края // Электронный научный журнал «Исследовано в России». 2006. С. 759—768. URL: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2006/078.pdf>.

85. Масленников П. В., Чупахина Г. Н., Дедков В. П., Куркина М. В., Садовников П. В., Мельник А. С. Аккумуляция цинка в растениях урбоэкосистем Калининграда // Растительные ресурсы. 2014. Т. 50. № 4. С. 83—98.

86. Масленников П. В., Дедков В. П., Куркина М. В., Ващейкин А. С., Журавлев И. О., Бавтрук Н. В. Аккумуляция металлов в растениях урбоэкосистем // Вестник Балтийского федерал. ун-та им. И. Канта. 2015. Вып. 7. С. 57—69.

87. Матей В. Е. Жабры пресноводных костистых рыб: Морфофункциональная организация, адаптация, эволюция. СПб.: Наука, 1996. 204 с.

88. Мелякина Э. И. Эколого-физиологические особенности видовых адаптаций карповых рыб к низкому уровню микроэлементов в водных экосистемах : дис. ... канд. биол. наук. Астрахань: Вестник Астраханского гос. тех. ун-та (АГТУ), 1984. 222 с.

89. Мелякина Э. И., Агабабова Н. Г. Сравнительная характеристика микроэлементного состава прудовых рыб Астраханской области // Вестник Астраханского гос. тех. ун-та (АГТУ). Сер. Рыбное хозяйство. 2007. № 3(38). С. 48—50.

90. Мелякина Э. И., Бичарева О. Н. Анализ содержания железа и кобальта в органах и тканях щуки (*Esox lucius*) // Вестник Астраханского гос. тех. ун-та (АГТУ). Сер. Рыбное хозяйство. 2009. № 2. С. 67—69.

91. Мелякина Э. И., Мусаев М. А., Ильясова Г. Х. Закономерности распределения некоторых металлов в водных экосистемах Астраханской области // Вестник Астраханского гос. тех. ун-та (АГТУ). Сер. Рыбное хозяйство. 2014. № 1. С. 35—39.

92. Метелев В. В. Водная токсикология. М.: Колос, 1987. 230 с.

93. Миллер И. С., Коновалова Т. В., Короткевич О. С., Петухов В. Л., Себежко О. И. Особенности накопления и корреляции тяжёлых металлов в чешуе судака Новосибирского водохранилища // Фундаментальные исследования. 2014. № 9. С. 2469—2473.

94. Моисеенко Т.И., Кудрявцева Л. П., Гашкина Н. А. Рассеянные элементы в поверхностных водах суши: технофильность, биоаккумуляция и экотоксикология. М.: Наука, 2006. 261 с.

95. Мур Дж.В., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. М.: Мир, 1987. 285 с.

96. Мурадова Г. Р., Абдуллаев В. Р., Чалаева С. А., Курбанова С. И. Сравнительное изучение хронического воздействия ионов кадмия и свинца на динамику активности супероксиддисмутазы в тканях сеголеток карпа // Известия Самарского науч. центра РАН. 2015. Т. 17. № 6. С. 28—32.

97. Назарова Е. А. Последовательность морфо-патологических изменений в почках пресноводных костистых рыб при хронической интоксикации солями кадмия // Токсикологический вестник. 2010. № 4. С. 46—51.

98. Неверова О. А. Применение фитоиндикации в оценке загрязнения окружающей среды // Биофизика. 2010. Т. 1. № 1. С. 82—92.

99. Орлов Д. С., Садовникова Л. К., Лозановская И. Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. М: Высшая школа, 2002. 334 с.

100. Отмахов В. И., Петрова Е. В. Атомно-эмиссионный анализ биологических объектов с целью проведения экомониторинга районов Томской области и горного Алтая // Известия Томского политех. ун-та. 2004. Т. 307. № 1. С. 73—76.

101. Павлов Д. С., Савваитова К. А., Соколов Л. И., Алексеев С. С. Редкие и исчезающие животные. Рыбы. М.: Высшая школа, 1994. 334 с.

102. Папина Т. С. Транспорт и особенности распределения тяжелых металлов в речных экосистемах. Новосибирск: Наука, 2001. Сер. Экология. Вып. 62. 58 с.

103. Папина Т. С. Транспорт и особенности распределения тяжелых металлов в ряду: вода — взвешенное вещество — донные отложения речных экосистем: Аналитический обзор // Экология. Серия аналитических обзоров мировой литературы. Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ) СО РАН; Институт водных и экологических проблем (ИВЭП) СО РАН. Новосибирск, 2001. Сер. Экология. Вып. 3. 58 с.

104. Перевозников М. А. Ихтиотоксикологические основы экологического мониторинга пресноводных водоемов (пестициды, тяжелые металлы) : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 2002. 32 с.

105. Перевозников М. А., Богданова Е. А. Тяжелые металлы в пресноводных экосистемах. СПб.: ГосНИОРХ, 1999. 228 с.
106. Петухов В. Л., Миллер И. С., Короткевич О. С. Содержание тяжелых металлов в мышцах судака (*Stizostedion lucioperca*) // Вестник Новосибирского гос. аграрного ун-та (НГАУ). 2012. № 2 (23). Ч. 2. С. 49—52.
107. Пономаренко А. М. Эколого-рыбохозяйственные аспекты ртутного загрязнения водохранилища : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань: Казанский гос. ун-т им. В. И. Ульянова-Ленина, 2006. 24 с.
108. Попов П. А. Оценка экологического состояния водоемов методами ихтиоиндикации. Новосибирск: Изд-во Новосибирского гос. ун-та, 2002, 267 с.
109. Попов П. А., Андросова Н. В. Индикация экологического состояния водных объектов Сибири по содержанию тяжелых металлов в рыбах // География и природные ресурсы. 2008. № 3. С. 36—41.
110. Попов П. А., Андросова Н. В. Содержание тяжелых металлов в мышечной ткани рыб из водоемов бассейна реки Оби // Вестник Томского гос. ун-та. Сер. Биология. 2014. № 4 (28). С. 108—122.
111. Попова Н. В., Маркова Л. Н. Комплексная оценка качества воды Нижней Лены и содержание тяжелых металлов в мышечной ткани промысловых рыб // Роль аграрной науки в развитии сельскохозяйственного производства Якутии : сб. материалов науч.-произв. конф. Новосибирск: Агрос, 2007. С. 225—228.
112. Природа Сыктывкара и окрестностей. Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1972. 170 с.
113. Производительные силы Коми АССР. М.: Изд-во АН СССР, 1954. Т. 1. 464 с.
114. Ружин С. В., Волков К. В. Тяжелые металлы в рыбах Невской губы и восточной части Финского залива // Итоги деятельности рыбохозяйственных институтов Росрыбхоза в XII пятилетке и основные направления исследований на 1991—1995 гг. Л., 1991. Вып. 2. С. 31—34.
115. Сагет Ю. Е., Ревич Б. А., Янин Е. П. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 335 с.
116. Санитарные правила и нормы: «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 24 октября 1996 г. № 27) (с изменениями от 11 октября 1998 г., 21 марта 2000 г., 13 января 2001 г.). М., 2001. 44 с.
117. Силкина Н. И., Микряков В. Р., Микряков Д. В. Влияние сублетальных концентраций ионов меди на показатели роста молоди карпа // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2011. № 1. С. 61—64.
118. Слуковский З. И. Происхождение кадмия в донных отложениях рек города Петрозаводска: техногенез или природа? // Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2013. Вып. 16. С. 132—136.
119. Соколов Л. И. Редкие и исчезающие рыбы // Соросовский образовательный журнал. 1998. № 12. С. 38—44.
120. Станченко Л. Ю. Распределение тяжелых металлов в почвах и растительности городских экосистем Калининградской области // Вестник Российского гос. ун-та им. И. Канта. 2009. № 1. С. 81—85.

121. Степанова Н. Ю. Факторы и критерии оценки экологического риска для устойчивого функционирования Куйбышевского водохранилища : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Ульяновск: Казанский гос. ун-т им. В. И. Ульянова-Ленина, 2008. 44 с.
122. Степанова Н. Ю., Латыпова В. З., Минакова Е. А. Некоторые закономерности распределения микроэлементов между абиотическими и биотическими компонентами Куйбышевского водохранилища // Тез. докл. конф. «Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем». СПб.: Лема, 2006. С. 143—144.
123. Стульцев Ю. К. Геохимические особенности ландшафтов широколиственных лесов и лесостепей вторичных моренных равнин Республики Мордовия // Электронное научное издание «Актуальные проблемы географии и геоэкологии. 2008. № 1. URL: <http://geoeko.mrsu.ru/2008—1/pdf/05-stultcev.pdf>.
124. Терентьев П. М., Кашулин Н. А., Кудрявцева Л. П. Ответы организмов сига *Coregonus lavaretus* (L) озера Чунозеро (Лапландский биосферный заповедник, Кольский полуостров) на продолжительное воздействие малых доз загрязнения // Мат. докл. XII конф. молодых ученых «Биология внутренних вод: проблемы экологии и биоразнообразия». Борок, 2002. С. 148—149.
125. Чижикова Н. П., Сиротский С. Е., Харитоновна Г. В., Уткина Е. В. Микроэлементы в водных экосистемах реки Амур // Бюллетень Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева. 2011. Вып. 67. С. 32—39.
126. Шабоянц Н. Г., Шипулин С. В., Мелякина Э. И. Сравнительная характеристика микроэлементного состава некоторых органов осетровых рыб в прудовых условиях // Вестник Астраханского гос. тех. ун-та (АГТУ). Сер. Рыбное хозяйство. 2010. № 1. С. 144—148.
127. Шарифзянов Р. Б., Давыдова О. А., Климов Е. С. Коэффициент биологического поглощения как один из критериев накопления ионов тяжелых металлов в различных породах древесных растений // Успехи современного естествознания. 2011. № 4. С. 103—104.
128. Шатуновский М. И. Экологические закономерности обмена веществ морских рыб. М.: Наука, 1980. 288 с.
129. Шерхунаев Г. В., Елаев Э. Н. Содержание тяжелых металлов во внутренних органах некоторых водоплавающих птиц дельты р. Селенги (Западное Забайкалье) // Вестник Бурятского гос. ун-та. 2015. № 4. С. 180—183.
130. Шихова Л. Н. Содержание и динамика тяжёлых металлов в почвах Северо-Востока европейской части России : дис. ... докт. сельскохозяйственных наук. Киров: Зональный научно-исследовательский ин-т сельского хозяйства северо-востока им. Н. В. Рудницкого, 2005. 396 с.
131. Шихова Л. Н., Егошина Т. Л. Тяжелые металлы в почвах и растениях таежной зоны северо-востока европейской России. Киров: Зональный научно-исследовательский ин-т сельского хозяйства северо-востока им. Н. В. Рудницкого (НИИСХ Северо-Востока), 2004. 264 с.
132. Ходулов В. В. Оценка влияния загрязнения рек западной Якутии алмазодобывающей промышленностью и урбанизированными территориями на экологию рыб : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Якутск: Ин-т прикл. экологии Севера АН Республики Саха (Якутия), 2006. 20 с.
133. Хрусталеv Ю. П. Закономерности современного осадкообразования в Северном Каспии. Ростов н/Д: Изд-во Ростовского гос. ун-та (РГУ), 1976. 206 с.

134. Федоненко О. В., Шарамок Т. С., Есипова Н. Б. Распределение свинца и кадмия в экосистеме Самарского рыбоводного пруда // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. 2007. Сер. Біологія. Вип. 6. № 788. С. 104—109.
135. Флерова Е. А. Биологические последствия накопления кадмия в организме рыб // Вода: химия и экология. 2012. № 6. С. 43—47.
136. Флерова Е. А., Лапирова Т. Б., Заботкина Е. А. Влияние ионов кадмия на морфофизиологические показатели усатого гольца *Barbatula barbatula* (L.) // Вода: химия и экология. 2013. № 2. С. 77—82 (<http://watchemec.ru/article/25464/>)
137. Яковлев В.А. Пресноводный зообентос северной Фенноскандии (разнообразие, структура и антропогенная динамика). Апатиты: Изд-во Кольского науч. центра РАН, 2005. Ч. 1. 161 с.
138. Ayas Z., Ekmekci G., Yerli S. V., Ozmen M. Heavy metal accumulation in water, sediments and fishes of Nallihan Bird Paradise, Turkey // Journal of Environmental Biology. 2007. Vol. 28(3). P. 545—549.
139. Battarbee R. W. Foreword // Hydrobiologia. 2010. Vol. 648. P. 1—2.
140. Battarbee R. W., Kenan M. N., Rose B. Threatened and stressed mountain lakes of Europe: assessment and progress//Aquat. Ecosyst. Health. 2009. Vol. 12. № 2. P. 118—128.
141. Bergmann W., Cumakov A. Diagnosis of Nutrient Requirement by Plants. G. Fischer Verlag, Jena, and Priroda. Bratislava, 1977. 295 p.
142. Berntssen M. H. G., Lundebye A-K., Hamre K. Tissue lipid peroxidative responses in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) per fed high levels of dietary copper and cadmium // Fish Physiology and Biochemistry. 2000. Vol. 23. № 1. P. 35—48.
143. Bohn A., McElroy D. Trace metals (As, Cd, Cu, Fe and Zn) in Arctic cod, *Boreogadus saida*, and selected zooplankton from Strathcona Sound, Northern Baffin Island // J. Fish Res. Board Can. 1976. Vol. 33. № 12. P. 2836—2840.
144. Bollingberg, H., Johansen P. Lead in spotted wolffish, *Anarhichas minor*, near a zinc-lead mine in Greenland // J. Fish. Res. Board Can. 1979. Vol. 36. P. 1023—1028.
145. Brzoska M. M., Moniuszko-Jakoniuk J. Interactions between cadmium and zinc in the organism // Food and Chemical Toxicology. 2001. Vol. 39. P. 967—980.
146. Bury N. R., Walker P. A., Glover C. N. Nutritive metal uptake in teleost fish // J. Exp. Biol. 2003. Vol. 206. № 1. P. 11—23.
147. Canpolat O., Calta M. Heavy metals in some tissues and organs of *Capoeta umbra* (Heckel, 1983) fish species in relation to body size, age, sex and seasons // Fresenius Environmental Bulletin. 2003. Vol. 12. P. 961—966.
148. Chowdhury M. J., McDonald D. G., Wood C. M. Gastrointestinal uptake and fate of cadmium in rainbow trout acclimated to sublethal dietary cadmium // Aquatic Toxicology. 2004. Vol. 69. № 2. P. 149—163.
149. Farkas A., Salanki J., Specziar A., Varanka I. Metal pollution as health indicator of lake ecosystems // International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health. 2001. Vol. 14 (2). P. 163—170.
150. Filipovic V., Raspor B. Metallothionein and metal levels in cytosol of liver, kidney and brain in relation to growth parameters of *Mullus surmuletus* and *Liza aurata* from the Eastern Adriatic Sea // Water Research. 2003. Vol. 37. № 13. P. 3253—3262.
151. Foy C. D., Chaney R. L., White M. C. The physiology of metal toxicity in plants // Annu. Rev. Physiol. 1978. Vol. 29. P. 511.

152. Furstner U., Wittmann G. T. W. Metal Pollution in the Aquatic Environment. Springer, 1983. 486 p.
153. Fu H., Steinbach O. M., Hamer van der C. J., Balm D. H., Lock R. A. Involvement of cortisol and metallothionin-like proteins in the physiological responses of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) to sublethal cadmium stress // *Aquatic Toxicol.* 1990. Vol. 90. № 16. P. 257–269.
154. Grahl K., Franke P., Halbach R. The excretion of heavy metals by fish // *Symposia Biologia Hungarica.* 1985. Vol. 29. P. 357–365.
155. Kamunde C. N., Niyogi S., Wood C. M. Interaction of dietary sodium chloride and waterborne copper in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): copper toxicity and sodium and chloride homeostasis // *Can. J. Fish. Aquatic Sci.* 2005. Vol. 62. P. 390–399.
156. Maiti P., Banerjee S. Size gradient accumulation of metals, in a fish species, *Oreochromis nilotica* Peters exposed in waste water ecosystem // *Science and Culture.* 2011. P. 40–45.
157. Mearens A. J., Yong D. R. The manner in which organisms concentrate pollutants // *Proc. Oceans.* 83. San Francisco. 29 Aug. 1983. New York, 1983. Vol. 2. № 1. P. 927–931.
158. Moor J., Ramamoorthy S. Heavy Metals in Natural Waters: Applied Monitoring and Impact Assessment. N. Y.: Springer, 1984. 288 p.
159. Murai T., Andrew J. W., Smith R. G. Effects of dietary copper on channel catfish // *Aquaculture.* 1981. Vol. 22. P. 353–357.
160. Nambiar K. K. M., Motiramani D. P. Tissue Fe/Zn ratio as a diagnostic tool for prediction of Zn deficiency in crop plants. *Plant Soil.* 1981. 60. 357.
161. Norrgren L., Wicklund G. A., Malmberg O. Accumulation and effects of aluminium in the minnow (*Phoxinus phoxinus* L.) at different pH levels // *Journal of Fish Biology.* 1991. № 39. P. 833–847. (doi: 10.1111/j.1095–8649.1991.tb04413.x)
162. Orten J. M. Zinc metabolism Springfield. Thomas. 1936. P. 38.
163. Pourang N., Dennis J. H., Ghourchian H. Tissue distribution and redistribution of trace elements in shrimps species with the emphasis on the roles of metallothionein // *Ecotoxicology.* 2004. № 13(6). P. 519–533.
164. Sawyer M. D. J., Reader J. P., Morris R. The effect of calcium concentration on the toxicity of copper, lead and zinc to yolk-sac fry of brown trout, *Salmo trutta* L. in soft, acid water // *J. Fish Biol.* 1989. Vol. 35. P. 323–332.
165. Sparks D. L. Toxic metals in the environment: the role of surfaces // *Elements.* 2005. Vol. 1. P. 193–197.
166. Sposito G. The surface chemistry of soils. N. Y.: Oxford Univ. Press, 1984. 234 p.
167. Vallea B. Biochemistry, physiology and pathology of thum zinc // *Physiological Reviews.* 1959. P. 3.
168. Velcheva I. Content and transfer of cadmium (Cd) in the organism of fresh-water fishes // *Acta zoologica Bulgarica.* 2002. Vol. 54. № 3. P. 109–114.
169. Watanabe T., Viron V., Satoh S. Trace minerals in fish nutrition // *Aquaculture.* 1997. Vol. 151. P. 185–207.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОТИВАЦИИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У СОТРУДНИКОВ РАЗЛИЧНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП

COMPARATIVE ANALYSIS OF SCIENTIFIC ACTIVITIES MOTIVATION IN THE DIFFERENT AGE GROUPS

Т. В. Разина

T. V. Razina

В работе представлены результаты исследования мотивации научной деятельности ученых, принадлежащих к двум возрастным группам («молодость» и «зрелость»). Установлен значимо более высокий уровень мотивации безопасности у молодых сотрудников и слабая интеграция мотивационных subsystemов в системе мотивации научной деятельности (МНД). Представлен ряд рекомендаций в отношении оптимизации системы мотивации научной деятельности.

In this paper, study results of scientists scientific activity motivation belonging to two age groups («youth» and «maturity») are presented. Our study revealed a high level of safety motivation and poor integration of motivational subsystems in SAM-system of «youth» employees. Recommendations for optimization of the scientific activity motivation system are given.

Ключевые слова: *мотивация научной деятельности, система, «молодость», «зрелость», мотивация безопасности.*

Keywords: *scientific activity motivation, system, «youth», «maturity», motivation of safety.*

Введение

Проблема передачи научных традиций, воспитания молодых ученых в духе гуманистических идеалов, ценностей науки на данный момент стоит очень остро как в России, так и за рубежом [6, 12, 13, 19]. Помимо межпоколенных отличий, которые существовали всегда, на данный момент значительный вклад в сдвиг между различными возрастными группами ученых вносят новые технологии и инструменты осуществления научной деятельности (Интернет, компьютерное моделирование, телекоммуникации и т. п.), а также новые ценностные ориентации (индивидуализм, прагматизм, приоритет результата над процессом и т. п.).

Все это затрудняет процессы межпоколенной научной коммуникации, возникновение преемственности между поколениями в сфере научной деятельности. Зачастую представителям старших поколений в науке кажется, что молодые сотрудники работают не с полной отдачей, стремятся к установлению четких

границ денежно-трудовых отношений, при любых минимальных затруднениях стараются сменить место работы, легко уходят на более высокооплачиваемые должности, не связанные с наукой. Проблема состоит в том, чтобы установить, действительно ли расхождения в системе мотивации научной деятельности (далее — МНД) у представителей старшего и младшего поколений столь велики, и как сформировать у молодых научных сотрудников устойчивую систему МНД, которая не сводилась бы исключительно к материальной стимуляции и способствовала долгосрочному продуктивному труду.

Целью данной работы является исследование особенностей мотивации научной деятельности молодых сотрудников одного из институтов Коми научного центра УрО РАН* и сравнение ее с мотивацией научной деятельности уже опытных, состоявшихся научных сотрудников.

Следуя методологии метасистемного подхода [2], мы определяем МНД как систему, которая включает в себя 10 subsystem, т. е. качественно и функционально специфических мотивационных областей. Данные subsystem неоднородны, в соответствии с положениями А. Н. Леонтьева мотивы могут быть разделены на смыслообразующие и мотивы-стимулы [3], соответственно и мотивационные subsystem могут быть классифицированы по данному признаку. Три из них — внутренняя, ценностная и познавательная — специфически научные, или *смыслообразующие* subsystem. Они позволяют наполнить научную деятельность смыслами, значениями, ценностями.

Внутренняя мотивация осуществляется за счет удовольствия, которое получает человек в ходе научной деятельности, отражает интерес к процессу и результату, создает ощущение полноты самореализации. Как правило, внутренняя мотивация обусловлена определенным предметом исследования и может быть осознана и отражена научным сотрудником в понятиях «мне нравится заниматься..., эта тема меня привлекает, мне интересно...». *Ценностная мотивация* представляет собой действие общечеловеческих, гуманистических и научных ценностей и идеалов. Достаточно редко вербализуется и осознается научными сотрудниками. Наиболее часто выражается в стремлении к практической реализации открытия, изобретения, разработки, их использования широким кругом людей. Стоит отметить, что за рубежом существуют государственные программы направленные на развитие морально-нравственной подготовки молодого ученого [8, 14], что в России на таком уровне и в таком масштабе отсутствует и в лучшем случае осуществляется стихийно. *Познавательная мотивация* — желание получить принципиально новые знания в своей или смежной области науки, в основе которого лежит эмоция «чистого» (т. е. не связанного с практической пользой) интереса. Познавательная мотивация включает в себя такие проявления, как потребность в завершенности [16, 17], удовольствие от когнитивных усилий [11], познавательное любопытство [18]. Получение любого нового знания, в свою очередь, не притупляет познавательную мотивацию, а провоцирует новый виток познавательной активности.

* По этическим соображениям название института не указывается.

Семь мотивационных субсистем (внешняя, достижений, безопасности, конкуренции, рефлексивная, косвенная) выполняют стимулирующую функцию и являются неспецифически научными мотивационными субсистемами, которые сообщают не столько смыслы, сколько энергию для реализации этих смыслов.

Внешняя мотивация в нашей концепции объединяет довольно разнообразные мотивы, которые заставляют ученого работать: желание стабильного социального положения (статус ученого до сих пор имеет довольно высокий престиж), материального обеспечения (регулярная, стабильная, а в некоторых случаях и довольно высокая заработная плата), обязательства (перед родителями, покровителями, учителями), удобства (гибкий график, много свободного времени), привычку (нежелание прилагать усилия для поиска лучшего места работы), честолюбие, гордость. В зарубежных исследованиях к внешней научной мотивации обычно относят материальные или карьерные мотивы [4].

Мотивация достижения в научной деятельности определяется как стремление добиваться максимальных конечных целей, результатов, нацеленность на продукт. Это может быть создание чего-либо принципиально нового, имеющего значение для всей науки (концепция, закон, новый вид, минерал и т. п.), либо направленность на индивидуально важный результат (грант, патент, степень, должность и т. п.). Многие исследователи в области психологии науки считают мотивацию достижений основополагающей в научной деятельности [15].

Мотивацию безопасности в научной деятельности мы определяем как желание достигнуть относительно стабильного социального и научного положения, получить гарантию своей неприкосновенности в научном учреждении (обезопасить себя от сокращений, увольнений и т. п.), заслужить репутацию человека, который не делает ошибок ни в научной, ни в научно-административной работе.

Мотивацию конкуренции в науке мы определяем как желание научного первенства в сочетании с нейтрализацией соперников (других научных работников). Мотивация конкуренции может проявляться на межличностном уровне, на уровне научных центров (феномен «оппонентного круга» [7]), научных школ, а также на уровне государств, стран. За рубежом мотивация *конкуренции* рассматривается как один из основных мотивирующих факторов в высокотехнологичных, творческих видах деятельности [10], области инноваций [9].

Рефлексивная мотивация в науке определяется нами как самомотивация, самодисциплина, самоконтроль, целеполагание. Следуя метасистемному подходу А. В. Карпова, мы трактуем рефлексивную мотивацию как процесс, который осуществляет функции организации, координации и регуляции, определяя содержание и функциональную динамику психических процессов [2]. По своему содержанию, характеристикам и функциям рефлексивная мотивация близка конструкту автономной мотивации [20], но не совпадает с ним.

Антимотивация — мотивация преодоления или «вопреки-мотивация», когда препятствия, возникающие в научной работе, заставляют человека трудиться еще интенсивнее. Научная деятельность избирается как профессиональная и

осуществляется иногда в течение всей жизни, для того чтобы преодолеть комплекс внутренних (низкая самооценка, неверие окружающих и т. п.) или внешних (запрет на научную деятельность для определенных категорий лиц, невозможность получить образование и т. п.) условий, доказать себе и другим свою научную самостоятельность и состоятельность. Антимотивация может возникать и в ответ на сопротивление изучаемого материала: когда исследовательские неудачи преследуют ученого одна за другой, он не разочаровывается в работе, а удваивает усилия в достижении цели.

Косвенная мотивация предполагает все мотивы, которые напрямую не связаны с научной деятельностью, не стимулируют ее осуществление непосредственно, направлены на достижение внеученых целей, но с помощью научной деятельности. К числу типичных поведенческих проявлений данной мотивации можно отнести, например, поступление в аспирантуру и написание диссертации, чтобы избежать призыва в ряды вооруженных сил или поступление на работу в научно-исследовательскую лабораторию, чтобы быть вместе с супругом и т. п. Когда внеученые цели все же достигнуты, становится возможным возникновение и других мотивов научной деятельности (в процессе работы над диссертацией, когда угроза призыва уже миновала, аспирант становится искренне заинтересован предметом исследования). Однако если косвенные мотивы доминируют в системе МНД, то это говорит о потере личностной значимости научной деятельности для ученого.

При условии объединения специфических мотивов с неспецифическими в структуре МНД вторые также начинают приобретать качественную специфичность, становятся научными мотивами. Мотивация достижения, объединяясь с познавательной мотивацией, толкает человека к совершению научного открытия. Если же мотивация достижения объединится, в частности, с внешней мотивацией, то их объединенные усилия будут направлены, например, на получение научной степени, звания или должности. Таким образом, оценивая характер МНД, необходимо учитывать не только абсолютную силу отдельных мотивов, но и ее системные характеристики, в том числе архитектуру структурной организации.

Материал и методы

Исследование МНД проходило в одном из институтов Коми научного центра УрО РАН (далее — институт) в апреле 2014 года.

В качестве испытуемых выступили научные сотрудники и аспиранты института ($N = 72$ человека), осуществляющие научно-исследовательскую деятельность. Из общей выборки были сформированы две группы, условно названные нами «молодость» и «зрелость». В группу «молодость» были отобраны научные сотрудники института в возрасте до 35 лет (согласно возрастной норме, установленной в РФ для «молодых ученых»), которые имеют стаж научной работы не более 10 лет и после защиты кандидатской диссертации которых прошло не более 7 лет. Характеристики группы молодость: $N = 29$ человек, средний возраст = 29 лет; $\sigma = 3.22$, $Min = 24$ года, $Max = 34$ года, мужчин = 16, женщин = 13. Из них

19 человек имеют степень кандидата наук. В группу «зрелость» были отобраны научные сотрудники в возрасте после 35 лет, со стажем научно-исследовательской работы более 20 лет, с момента защиты кандидатских диссертаций которых прошло 15 лет и более. Характеристики группы «зрелость»: N = 31 человек, средний возраст = 51.13 год, $\sigma = 11.56$, Min = 38 лет, Max = 71 год, мужчин = 6, женщин = 25. Из них кандидатов наук — 24 человека, докторов наук — 6 человек.

Все испытуемые принимали участие в исследовании добровольно.

В качестве метода сбора данных выступало психодиагностическое исследование с помощью авторской психодиагностической методики «Мотивация научной деятельности» [5].

В качестве методов математической и статистической обработки данных использовались процедуры описательной статистики, кластерный анализ (метод полной связи), t-критерий Стьюдента для несвязанных выборок, индексы структурной организации системы (ИКС — позволяет определить степень интегрированности структуры; ИДС — позволяет определить меру дифференцированности структуры; ИОС — позволяет выявить общую степень организации структуры), метод экспресс χ^2 для сравнения матриц и структурограмм на их гомогенность-гетерогенность) [1].

Результаты

Результаты сравнения количественных показателей МНД — силы мотивационных subsystem в двух возрастных группах представлены в табл. 1.

Таблица 1

Описательная статистика и значимость отличий в силе мотивационных subsystem научной деятельности (t-критерий Спирмена)

Мотивационные subsystemы	Средние по всей выборке N = 974	Группа «молодость»		Группа «зрелость»		t	p
		среднее	σ	среднее	σ		
Внешняя	30.27	29.79	4.99	28.45	4.34	1.11	0.27
Конкуренции	31.63	32.31	4.88	32.58	5.54	-0.20	0.84
Достижений	32.22	32.72	4.17	33.32	4.82	-0.51	0.61
Безопасности	27.80	29.21	4.10	26.65	4.52	2.29	0.03
Внутренняя	34.44	33.52	5.55	34.77	4.72	-0.95	0.35
Ценностная	33.65	34.07	5.44	33.74	3.92	0.27	0.79
Познавательная	31.96	31.86	4.86	33.16	4.37	-1.09	0.28
Антимотивация	30.02	30.76	4.54	31.42	4.26	-0.58	0.56
Рефлексивная	35.25	35.72	4.17	34.06	3.24	1.73	0.09
Косвенная	32.80	32.48	5.09	32.81	5.17	-0.24	0.81
Общий уровень МНД	320.06	322.45	23.58	320.97	25.10	0.24	0.81

Примечание. σ — стандартное отклонение, t — значение t-критерия Стьюдента, p — уровень значимости, «жирным» курсивом выделены мотивы, в уровне которых наблюдаются статистически значимые отличия.

Средний уровень каждой подсистемы примерно одинаков в обеих возрастных группах и незначительно отличается от результатов по всей обследованной нами выборке научных работников (в других НИИ и вузах — популяционное среднее). Значения стандартного отклонения также достаточно стабильны и колеблются в обеих группах от 3.24 до 5.55. Таким образом, мы получаем достаточно устойчивые мотивационные профили, характерные для сотрудников института в обеих возрастных группах. Значимые отличия наблюдаются только в уровне подсистемы безопасности: у молодых сотрудников она выше, чем у сотрудников группы «зрелость».

Качественные показатели, позволяющие определить особенности структуры МНД, исследовались нами с помощью кластерного анализа (метод полной связи, расстояние 1-г Пирсона) и представлены на рис. 1 и 2.

Для степени целостности исследуемых систем МНД были использованы индексы структурной организации системы (табл. 2).

Из табл. 2 мы видим, что индекс когерентности системы МНД молодежи в два раза меньше, чем у зрелых научных сотрудников. Значениями индекса дивергентности системы можно пренебречь в обеих группах. Оба они стремятся к нулю, как и должно быть в системах мотивации. Значения индекса χ^2 говорят нам о том, что структуры систем МНД у молодежи и зрелых сотрудников ИБ принципиально отличны не только по степени близости мотивов, но и по последовательности их объединения и взаимодействия.

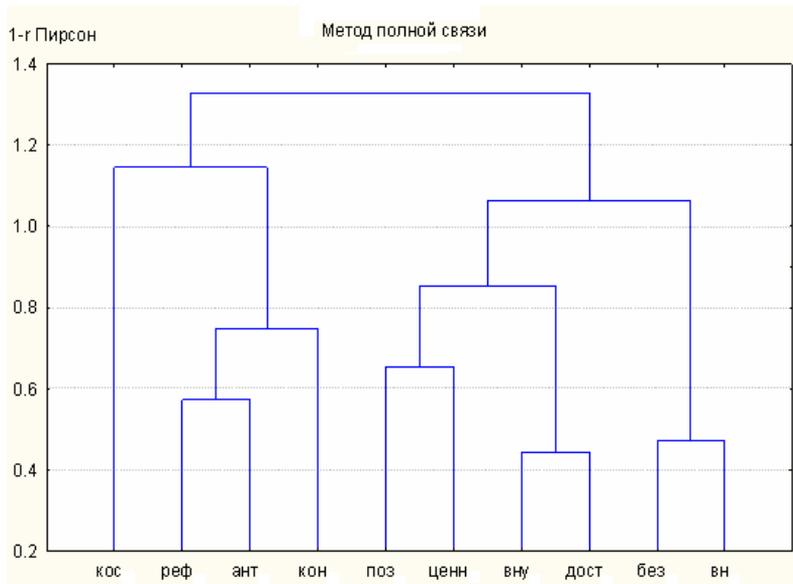


Рис. 1. Дендрограмма, отражающая структуру объединения мотивов в системе МНД сотрудников группы «молодость».

Ось *oy* — расстояние 1-г Пирсона, ось *ox* — мотивационные подсистемы: *кос* — косвенная, *реф* — рефлексивная, *ант* — антимотивация, *кон* — конкуренции, *поз* — познавательная, *ценн* — ценностная, *вну* — внутренняя, *дост* — достижений, *без* — безопасности, *вн* — внешняя

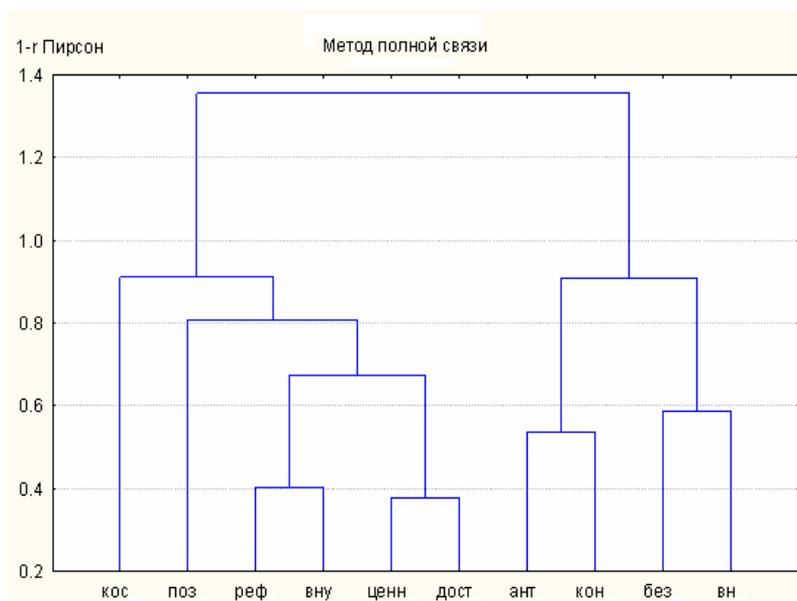


Рис. 2. Дендрограмма, отражающая структуру объединения мотивов в системе МНД сотрудников группы «зрелость».

Ось *oy* — расстояние 1-*r* Пирсона, ось *ox* — мотивационные subsystemы: *кос* — косвенная, *реф* — рефлексивная, *ант* — антимотивация, *кон* — конкуренции, *поз* — познавательная, *ценн* — ценностная, *вну* — внутренняя, *дост* — достижений, *без* — безопасности, *вн* — внешняя

Таблица 2

Значения индексов структурной организации системы МНД в институте и других научных организациях

Индекс	Анализируемый институт		ИГ КНЦ	ИФ КНЦ	СЛИ	КГТУ
	Группа «молодость»	Группа «зрелость»	n = 62	n = 40	n = 22	n = 30
Когерентности системы	18	36	57	48	53	43
Дивергентности системы	0	-2	-2	0	0	-3
Объединения системы	18	34	55	48	53	40
χ^2	0.35, при $p = 0.31$		-	-	-	-

Примечание. ИГ КНЦ — Институт геологии Коми научного центра (г. Сыктывкар), ИФ КНЦ — Институт физиологии Коми научного центра (г. Сыктывкар), СЛИ — Сыктывкарский лесной институт (г. Сыктывкар), КГТУ — Костромской государственный технологический университет (г. Кострома), n — объем выборки

В правой части табл. 2 с целью сравнения приведены значения индексов, полученных на материале других научных организаций. Вне зависимости от объема выборки когерентность системы в них выше, чем в исследуемых группах в ИБ КНЦ.

Таким образом, мы можем выделить две главные особенности в МНД молодых и зрелых сотрудников института: во-первых, это одинаковая сила большинства мотивов в двух возрастных группах; во-вторых, это принципиально разная структура МНД у данных возрастных групп. Выявленные особенности требуют объяснения.

Обсуждение

Анализируя количественные показатели, мы можем отметить, что профили силы мотивов научной деятельности в исследуемых группах института соответствуют средним популяционным (научные сотрудники различных НИИ и вузов в Российской Федерации), и, следовательно, довольно типичны. Вероятно, абсолютная сила той или иной мотивационной подсистемы в большей степени подчиняется условиям широкой социальной среды, которая сложилась в научном сообществе и обусловлена глобальными социально-политическими и экономическими процессами, происходящими в государстве, а также историческим контекстом развития.

Установлено лишь одно значимое отличие в силе мотивационных подсистем у сотрудников групп «молодость» и «зрелость» — в силе мотивации безопасности. Отметим, что во многих других научных организациях уровень мотивации безопасности молодежи также значительно выше, чем у сотрудников среднего и старшего возраста. Это можно объяснить тем, что молодые научные сотрудники вынуждены беспокоиться о своем будущем, усиливать свои позиции, «завоевывать себе место под солнцем». В частности, это находит отражение в активной научной работе и получении материальных результатов данной работы. Поскольку во многих научных организациях, в том числе и в исследуемом нами институте, оценка продуктивности научной деятельности ведется по определенным количественным показателям (количество публикаций, в том числе в зарубежных журналах и в журналах с высоким импакт-фактором, индексы цитирования, количество грантов и т. п.), молодые ученые стремятся в первую очередь всеми силами повысить данные показатели, чтобы выполнить формальные требования и показать свою «нужность» институту. *При этом зачастую качество таких работ уходит на второй план.* Помимо этого молодые ученые опасаются показаться неубедительными, «смешными» в своих научных выводах и результатах. Это приводит к тому, что они либо стесняются, избегают проявлять инициативу в научно-исследовательской работе, либо стремятся разделить ответственность с другими. В итоге появляется *значительное количество работ с соавторами*, в том числе с научными руководителями, которые своим авторитетом как бы страхуют молодежь от негативных оценок научного сообщества. Старшие сотрудники уже многого добились, уверены в себе и в результатах своей деятельности, не боятся представить ее на суд научной общности, завоевали достаточно прочное положение в институте и не особо боятся его потерять.

Однако чрезмерно высокий уровень мотивации безопасности негативно сказывается на научной продуктивности. Как показывают наши предыдущие исследова-

дования, мотивация безопасности отрицательно коррелирует с такими критериями продуктивности научного труда, как общее количество работ ($r = -0.36$, $p = 0.05$), количество монографий ($r = -0.43$, $p = 0.01$), количество статей в журналах перечня ВАК ($r = -0.32$, $p = 0.02$).

Иногда молодые люди с высоким уровнем мотивации безопасности опасаются выходить на защиту своей диссертации, хотя явно этого не показывают (маскируя под желание проверить еще раз все данные, собрать большую выборку и т. п.), и не стремятся ускорить процедуру защиты, если ее по каким-либо причинам откладывает научный руководитель. Причинами подобного поведения может быть, с одной стороны, высокая степень инфантилизации современной молодежи, позднее формирование личностной зрелости, самостоятельности и ответственности. Другой причиной (хотя и менее вероятной) может выступать доминирование в данной научной организации уже состоявшихся, зрелых ученых, авторитарный стиль взаимодействия с молодежью, ее подавление. Вероятнее всего, данные факторы действуют в комплексе.

Перейдем к интерпретации качественных показателей. Анализируя дендрограмму на рис. 1, можно сказать, что у молодых ученых практически все мотивационные подсистемы действуют независимо, не связаны друг с другом с достаточной силой, чтобы действовать сообща. Это значит, что большинство мотивов-стимулов никак не поддержано со стороны личностных смыслов. Например, молодой человек может регулярно заставлять себя заниматься научной работой, приходить на работу, выполнять какие-то аккредитационные показатели, но не видит за этим смысла и ценности осуществляемой работы. И если он увидит этот смысл в иной деятельности, то, не задумываясь, уйдет из науки. С другой стороны, смыслообразующие мотивы могут быть не поддержаны энергией мотивов-стимулов. Например, у молодого сотрудника может быть высокий познавательный интерес, но ему легко угаснуть в любой сколько-нибудь неблагоприятной для научного поиска ситуации, при возникновении самых обычных внешних препятствий (например, недостаток финансирования или необходимость самостоятельно добывать финансирование — выигрывать гранты).

Имеются только две пары относительно тесно связанных друг с другом мотивационных подсистем. Во-первых, это подсистемы достижений и внутренняя, которые образуют весьма удачный с точки зрения обеспечения МНД кластер, объединяющий и смыслы (внутренняя) и стимулы (достижений). Тем не менее такой кластер оказывается нежизнеспособен, поскольку рядом с ним нет других мотивов, например антимотивации, которая позволяет работать в неблагоприятных условиях, преодолевая их, или рефлексивной мотивации, которая «заставляет» ученого постоянно возвращаться к начатой работе и усердно продолжать ее вне зависимости от настроения, от успешности ее выполнения и т. п. Поэтому молодые люди, мотивированные подобным образом, могут довольно эффективно работать только когда у них есть настроение и желание, когда они слышат похвалу и восхищение, когда созданы все условия для работы. Поскольку в нашей реальности таких возможностей нет, молодые люди достаточно быстро теряют интерес к науке при первых же неудачах или необходимости выполнять длительную монотонную и неинтересную работу.

Другой кластер (рис. 1) объединяет подсистемы безопасности и внешнюю. Для сотрудников с подобным сочетанием мотивационных подсистем научная деятельность лишена личностных смыслов, поэтому подобная мотивация будет очень быстро иссякать, как только прекратятся внешние поощрения, либо будет достигнут необходимый уровень безопасности (например, защищена кандидатская или докторская диссертация). *С подобным сочетанием мотивов часто работают те люди, которые хотят либо «хорошо устроиться», либо сделать карьеру. Научная деятельность, ее результаты, содержание, смыслы не интересуют таких людей. Они могут получать степени, звания и выполнять всю необходимую для этого научную работу, но как только достигнут поставленных для себя целей, то эффективность научной работы резко пойдет на спад либо будет наблюдаться симулирование научной деятельности.*

Вообще отсутствие объединения всех (или большей части) мотивов в единый кластер, а также низкий уровень когерентности системы говорит нам о том, что *молодежь* в институте имеет тенденцию к мономотивации, т. е. *пришла в науку под воздействием какого-то одного или двух мотивов.* Такое часто бывает у совсем молодых ученых или студентов, которые еще не совсем сориентировались в своем жизненном пути, в своем видении науки. *Сотрудники группы «молодость» уже далеко не студенты, однако, по-видимому, наука и научная деятельность не стали для них сферой, единственно возможной для самореализации, смыслом жизни и основной формой творчества.*

Причины подобного строения МНД молодежи в институте, скорее всего, носят глобальный социально-исторический характер и связаны с процессами, происходящими в российском обществе со времен распада СССР, который повлек за собой слом прежних форм самоидентификации (я — гражданин самой лучшей страны), системы ценностей (примат коллективизма, гуманистических ценностей) с последующими явлениями аномии (дезорентация в нравственных нормах и ценностях, их полное отсутствие) и формированием новой, но более размытой системы ценностных ориентаций (примат индивидуализма, ценностей потребления и т. п.) и многовариантной модели самоидентификации. Ситуация усугубляется тем, что система институтов социализации (семья — детский сад — школа — вуз) уже не выполняют свои функции в полном объеме, а действие ее компонентов зачастую противоречат друг другу. В итоге многие молодые люди к 30 годам не готовы нести ответственность, не имеют устоявшихся систем ценностей и представлений о том, что такое хорошо, а что — плохо, не способны преодолевать трудности и систематически прикладывать усилия. Конечно, есть и исключения, и в сфере научной деятельности их значительно больше, чем в какой-либо иной.

Аналогичные процессы нравственной и моральной дезориентации сейчас проходят и в самой науке. Десятилетиями складывающиеся традиции не в состоянии устоять под напором новых целей, средств, способов и форм организации научной деятельности. В итоге это приводит к появлению нежизнеспособных гибридов, как, например, необходимость коллективной работы (что требуется для эффективного решения очень многих современных научных задач) вступает в противоречие с индивидуальными формами поощрения.

Интерпретируя дендрограмму на рис. 2, отражающую структуру системы МНД сотрудников из группы «зрелость», можно сказать, что она демонстрирует более плотную структуру, мотивационные подсистемы сильнее связаны между собой, однако она имеет тенденцию к распаду на две части (хотя и не очень сильную). В правой части дендрограммы расположены подсистемы, направленные на научное соперничество, борьбу, достижение внешних свидетельств научного и социального статуса. Эту группу можно условно обозначить как «административно-организационная мотивация». Поскольку смыслообразующие специфически научные мотивы здесь отсутствуют, то мы можем заключить, что лица с подобным сочетанием мотивов, скорее всего, будут менее продуктивны, чем их коллеги (в качественном аспекте научной деятельности), однако будут стремиться к организационной или административной научной работе (подниматься по карьерной лестнице более быстрыми темпами). Лица с подобной мотивацией, безусловно, необходимы в любой крупной научной организации, поскольку они могут успешно выполнять административные и организационные функции и т. п. *Главное, чтобы число подобных сотрудников не было столь велико, чтобы мешать осуществлению собственно научных исследований.* Оптимальным соотношением сотрудников, ориентированных на организационную и научную деятельность, будет являться 1:7—8 соответственно. В исследуемом институте мы не ставили задачу оценить соотношение работников различного типа в старшей группе, тем не менее по ряду косвенных признаков мы можем предположить, что *количество сотрудников, ориентированных на организационную деятельность, существенно выше требуемых показателей.* Подобный мотивационный сдвиг, безусловно, может быть обусловлен и ситуативными причинами, когда, например, для продолжения исследований сотрудники вынуждены заниматься широкомасштабной организационной работой, чтобы составить заявки на новое оборудование и добиться его получения, организовать совместные исследования с коллегами из других институтов и т. п.

В левой части рис. 2 расположен кластер, объединяющий смыслообразующие мотивационные подсистемы и некоторые подсистемы, включающие мотивы-стимулы. Эту группу можно обозначить как «содержательно-научная мотивация». Лица с подобным сочетанием мотивов весьма эффективны в научно-исследовательской деятельности и составляют основной научный «костяк», именно они способны к генерированию новых научных идей и к их реализации. Соединение ценностного мотива с мотивом достижений заставляет ученого осуществлять научную работу, руководствуясь не только собственными соображениями, но и некими более высокими, гуманистическими целями, пусть даже они и не всегда осознаются. Такие люди верят, что их работа нужна, что она может приносить реальную пользу людям, обществу, стране. В институтах с чисто теоретической направленностью практическая полезность результатов научной деятельности не всегда очевидна даже сотрудникам, которые занимаются исследованиями (в силу необходимости дополнительных исследований, разорванности во времени теоретических выводов и их прикладного использования и т. д.). В результате у многих сотрудников исчезает ощущение нужности людям

их труда. Это сильно снижает ценностную мотивацию, может привести к полному распаду системы МНД. Далеко не все могут работать исключительно из познавательного интереса, и если научный сотрудник видит, что годы работы никак не позволили решить какую-либо конкретную проблему (например, не созданы требуемые лекарственные препараты), то его желание работать далее резко снижается, возникает разочарование в науке и в себе.

Кластер рефлексивной и внутренней мотивации говорит о том, что сотрудники возрастной категории «зрелость» уже не прилагают больших усилий к самореализации, для них понятие «надо» в отношении работ тождественно понятию «хочу», что говорит о том, что научная деятельность отождествляется у них с жизнедеятельностью. С одной стороны, подобные сотрудники уже не нуждаются в специально организованной мотивации, но с другой — это может отрицательно сказаться на результатах научного труда, поскольку для них процесс может оказаться важнее, чем результат.

Особняком стоит познавательный мотив, что также достаточно типично для старших возрастных групп. На определенном этапе для человека науки все теряет интерес кроме познания. Такие сотрудники могут быть активны, много работать, зачастую во вне рабочее время, но подобная позиция чревата тем, что после нахождения ответа на вопрос, нового решения, принципа и т. п. интерес к проблеме падает, сотрудник уже не берет на себя труд оформить результаты научного поиска в виде статьи, патента и т. п. При групповой организации труда данную работу могут взять на себя коллеги, но в других случаях подобные сотрудники могут показывать весьма низкие количественные результаты научной работы.

Что касается значений индексов структурной организации системы (табл. 2), то, безусловно, в группе «молодость» индекс когерентности (а соответственно и индекс, объединения системы) крайне низки. Эти данные подтверждают результаты кластерного анализа в том, что *мотивы молодых сотрудников еще не интегрированы в единое целое и действуют не совсем согласованно, и это значительно снижает их мотивационный потенциал как в сравнении с группой «зрелость», так и с результатами, полученными в других научных центрах.* Индексы дивергентности системы в обеих возрастных группах стремятся к нулю и не являются проблемной зоной. Мы не наблюдаем ярко выраженного конфликта мотивов, который может привести к полной дестабилизации научной деятельности. Это позволяет надеяться на то, что, преодолев организационные трудности, естественные в любой переходный период, а также воспользовавшись рекомендациями, приведенными ниже, со временем система МНД молодых сотрудников приобретет большую степень когерентности и стабильности, мотивы будут тесно связаны между собой, усиливая действие друг друга.

Рекомендации

В отношении группы «молодость»

Выявленный уровень мотивации безопасности не может считаться критическим и не требует каких-либо активных действий. Тем не менее в дальней-

шем при приеме в аспирантуру или на работу молодых сотрудников рекомендуется не только учитывать уровень квалификации и знаний, но и по возможности проводить собеседование с целью выявления уровня личностной зрелости, готовности к научно-исследовательской работе, характера мотивации к ней.

В отношении уже имеющих молодых (и прочих возрастных категорий) сотрудников *следует избегать форм мотивирования на основе угроз и запугивания, что обуславливает резкое повышение мотивации безопасности и, как следствие — снижение научной продуктивности. Следует предостеречь также и от чрезмерного «захваливания» молодежи, что может привести к неадекватному повышению самооценки.*

Возможной формой организационно-воспитательной и научной работы с молодежью может являться проведение летних (или зимних) молодежных научных школ, организованных силами самой молодежи. Первоначально они могут быть построены по принципу «обменов». Это позволит молодежи познакомиться с опытом других, приобрести необходимые навыки внутринаучной социализации, стать более уверенными в себе.

Безусловно, основные усилия по работе с молодежью в науке должны быть направлены на увеличение интегрированности между отдельными мотивами в системе МНД. Это *требует создания единой системы ценностей, разделяемых всеми участниками научно-исследовательского процесса.* В отношении молодежи подобная система ценностей должна транслироваться как стихийно (в процессе внутригруппового научного общения со старшими коллегами), так и целенаправленно в процессе учебных курсов, вводимых в период обучения в аспирантуре. У зарубежных коллег накоплен значительный опыт подобного рода, в частности разработаны и активно внедряются модели «Этические аспекты научных исследований» (the ethical dimensions of scientific research (EDSR)) [14] и «Ответственное проведение исследований» (responsible conduct of research (RCR)) [8]. Безусловно, указанные модели не могут быть просто перенесены на российскую почву, поскольку окажутся нежизнеспособны. Можно использовать общие принципы в организации таких курсов, но их наполнение должно быть самобытным, учитывать специфику страны, региона и отдельно взятого научного учреждения. Безусловно, это долгосрочная и кропотливая работа, которая принесет свои плоды не сразу. Во времена СССР такую функцию выполняла официальная идеология, теперь же, когда она отсутствует, задача ее создания ложится на каждый конкретный научный центр. Безусловно, можно ждать, когда некая система образуется стихийно, однако это может произойти не скоро либо вообще не произойти, к тому же параметры, характеристики такой системы могут не удовлетворять требованиям научной деятельности.

В отношении группы «зрелость»

Желательно контролировать в организации соотношение сотрудников, ориентированных на административно-организационную и научную деятельность. В идеале такое соотношение должно составлять 1 : 7—8. Это не относит-

ся к руководителям краткосрочных научных проектов, которые также должны быть в большей степени нацелены на научно-исследовательскую деятельность. Доминирование административной и организационной мотивации желательно у лиц, формально занимающих руководящий пост или являющихся их заместителями. *Превышение данного соотношения может привести к тому, что вместо научной работы сотрудники будут озабочены возможностью самореализации карьерных амбиций, что зачастую приводит к нездоровой атмосфере в коллективе.* Впоследствии при проведении неких трансформаций кадрового состава можно учесть также и данный аспект.

С целью консолидации мотивационных subsystem в единую, согласованную действующую мотивационную систему (что должно работать на повышение продуктивности научной работы), в отношении обеих групп можно предложить изменение характера постановки задачи. Цель работы научного коллектива и его подразделений должна приобретать предметный характер. Например, не «повышение индекса Хирша каждого сотрудника на 1 за предстоящий год», а «решение проблемы повышения всхожести семян ржи». На совещаниях, планерках, в непосредственных беседах с сотрудниками необходимо не просто ставить цель, но и довольно детально, последовательно описывать, зачем необходимо ее достижение и к чему это приведет в дальнейшем. Постановка задачи не должна ограничиваться сообщением об ожидаемых финансовых преимуществах или указанием количества публикаций и их уровня. Нужно отметить, какое научное значение будет иметь решение той или иной задачи как в ближайшей, так и в дальнейшей перспективе (на уровне российской или мировой науки), какую возможную значимость для производства может иметь данная тема, как решение данной проблемы отразится (пусть и в отдаленной перспективе) на жизни граждан. *Не стоит думать, что молодые ученые сами придут к подобному осмыслению, более того, если они будут видеть, что руководство института, а также их непосредственные научные руководители говорят об этом, придадут этому значение, то и они сами будут воспринимать эти цели как важные для себя.* Если же при постановке целей и задач научного коллектива фиксируются только требуемые наукометрические показатели (индексы цитирования, импакт-факторы и т. п.), то даже в сознании зрелых ученых может происходить смещение целей и обесмысливание научной работы.

Заключение

В данной работе мы исследовали особенности МНД молодых научных сотрудников одного из институтов КНЦ УрО РАН. Было установлено, что количественные характеристики МНД (сила мотивационных subsystem) молодых сотрудников сходны с характеристиками старших сотрудников, за исключением subsystem безопасности, уровень которой у молодежи значимо выше. Существенные отличия были обнаружены в структуре МНД молодых и зрелых сотрудников. Система МНД молодежи обладает низкой когерентностью, мотивы действуют в слабой взаимосвязи друг с другом, что существенно снижает

ет мотивационный и деятельностный потенциалы молодежи. *МНД молодых сотрудников носит характер мономотивации.* У более старших сотрудников когерентность системы МНД значительно выше, но она подразделяется на две мотивационные области: содержательно-научную и административно-организационную. Дан ряд рекомендаций по организации работы сотрудников института, которые могут способствовать оптимизации системы МНД, что позволит в дальнейшем довольно успешно и последовательно реализовывать научную деятельность.

* * *

1. Карпов А. В. Психология принятия управленческих решений. М.: Юристъ, 1998. 440 с.
2. Карпов А. В. Психология сознания: Метасистемный подход. М.: РАО, 2011. 1088 с.
3. Леонтьев А. Н. Деятельность, сознание, личность. М.: Смысл; Академия, 2004. 352 с.
4. Пельцс Д., Эндриус Ф. Ученые в организациях: Об оптимальных условиях для исследований и разработок. М.: Прогресс, 1973. 471 с.
5. Разина Т. В. Психология мотивации научной деятельности: методология, теория, эмпирические исследования : монография. Сыктывкар: Изд-во СыктГУ, 2014. 296 с.
6. Юревич А. В. Социальная психология научной деятельности. М.: ИП РАН, 2013. 447 с.
7. Ярошевский М. Г. Оппонентный круг и научное открытие // Вопросы философии. 1983. № 10. С. 49—61.
8. A qualitative approach to responsible conduct of research (RCR) training development: Identification of metacognitive strategies / Vykinata Kligyte [et al.] // Science and engineering ethics. 2008. Vol. 14. Issue 1. P. 3—31.
9. Boudreau K. J., Lacetera N., Lakhani K. R. Incentives and problem uncertainty in innovation contests: an empirical analysis // Management science. 2011. Vol. 57. № 5. P. 843—863.
10. Boudreau K. J. Lakhani K. R. «Fit»: field experimental evidence on sorting, incentives and creative worker performance [Электронный ресурс] / [Boston], 2011. (Working papers / Harvard business school, vol. 107). URL: <http://www.hbs.edu/faculty/Publication%20Files/11—107.pdf>. (дата обращения: 16.04.2015).
11. Dispositional differences in cognitive motivation: The life and times of individuals varying in need for cognition / John T. Cacioppo [et al.] // Psychological Bulletin. 1996. Vol. 119. № 2. P. 197—253
12. Generational differences in personality and motivation: Do they exist and what are the implications for the workplace? / Wong M. [et al.] // Journal of managerial psychology. 2008. Vol. 23(8). P. 878—890.
13. Hole D., Zhong L., Schwartz J. Talking about whose generation? Why Western generational models can't account for a global workforce // Deloitte review. 2010. Issue 6. P. 84—97.
14. Intrinsic ethics regarding integrated assessment models for climate management / Erich W. Schienke [et al.] // Science and engineering ethics. 2011. Vol. 17. Issue 3. P. 503—523.

15. Iyer U. J., Kamalanabhan T. J. Achievement motivation and performance of scientists in research and development organizations // *Journal of scientific and industrial research*. 2006. Vol. 65. № 3. P. 187—194.
16. Kossowska M., Bar-Tal Y. Need for closure and heuristic information processing: The moderating role of the ability to achieve the need for closure // *British journal of psychology*. 2013. Vol. 104. № 4. P. 457—480.
17. Kruglanski A. W. *The psychology of closed mindedness*. New York: Psychology Press, 2004. 208 p.
18. Litman J. A., Spielberger C. D. Measuring epistemic curiosity and its diversive and specific components // *Journal of personality assessment*. 2003. Vol. 80(1). P. 75—86.
19. Martin M. W. *Creativity: ethics and excellence in science*. Plymouth: Lexington books; Lanham: Rowman & Littlefield, 2008. 135 p.
20. Vallerand R. J. From motivation to passion: In search of the motivational processes involved in a meaningful life // *Canadian psychology*. 2012. Vol. 53. Issue 1. P. 42—52.

ФОРМИРОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ И ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ ПЕРЕДПОСЫЛОК МОТИВАЦИИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У СТУДЕНТОВ ВУЗОВ

COGNITIVE AND EMOTIONAL PRECONDITIONS OF SCIENTIFIC ACTIVITY MOTIVATION AND ITS GENESIS IN UNIVERSITY

Т. В. Разина, А. А. Кондратьева
T. V. Razina, A. A. Kondrat'eva

Когнитивные и эмоциональные предпосылки мотивации научной деятельности у студентов вузов формируются неравномерно. Когнитивные предпосылки начинают формироваться в старших классах школы, в вузе, но без соответствующего подкрепления затухают. Эмоциональные предпосылки формируются по мере становления психологической, личностной зрелости студентов.

Cognitive and emotional preconditions of scientific activity motivation are formed heterochronically, during high school education. Cognitive preconditions begin formed in school and high school, but without reinforcement thaw attenuated. Emotional preconditions formed together with psychological and personal maturity of students.

Ключевые слова: *мотивация научной деятельности, когнитивные предпосылки, эмоциональные предпосылки.*

Keywords: *scientific activity motivation, cognitive preconditions, emotional preconditions.*

Введение

Система мотивации научной деятельности (далее — МНД) начинает формироваться в большинстве случаев в студенческом возрасте, иногда в старших классах школы. Этот процесс исследовали Л. Г. Зубова [1], А. В. Матерова [3], А. Л. Мазалецкая [2], О. В. Ракитина [6], П. И. Чернецов [7], И. В. Шадчин [8] и многие другие. Среди зарубежных исследований МНД студентов можно назвать работы А. Arzenšek, К. Košmrlj, N. T. Širca [10], R. R. Bryan, S. M. Glynn, J. M. Kittleson [11]; M. B. Butler [12], M. Mistler-Jackson, N. B. Songer, [13]; P. R. Pintrich [14], M. Sanfeliz и M. Stalzer [15], J. L. Smith, E. D. Deemer, D. B. Thoman, L. Zazworsky [16]. Однако в большинстве своем данные исследования остаются на аналитическом уровне. Полученные результаты оказываются фрагментарными и весьма противоречивыми. Значительно реже в поле исследования попадают условия, благодаря которым формируется мотивация научной деятельности.

С нашей точки зрения, в данном возрастном отрезке происходит лишь становление условий для начала формирования системы МНД, которые зачастую

ошибочно могут быть приняты за зрелую научную мотивацию. Система МНД имеет пять структурных, иерархически соподчиненных уровней организации. *Метасистемный уровень* отражает факт включенности системы МНД в системы более высокого порядка — личностную, социально-историческую, предметно-деятельностную и их представленность в системе МНД. На *системном уровне* МНД представлена во всей полноте своего состава, структуры и качественных характеристик. *Субсистемный уровень* включает ряд субсистем, каждая из которых имеет довольно сложное строение (внешняя, внутренняя, достижений, конкуренции, безопасности, познавательная, ценностная, антимотивации, рефлексивная, косвенная). Они интегрированы в единое целое — систему — и обеспечивают ее различные функциональные проявления. *Компонентный уровень* содержит ряд простейших образований, еще не утративших качественной специфики целого — отдельных, но вполне сформированных мотивов научной деятельности, которых большое количество.

Элементный уровень включает структурные составляющие компонентов, уже утрачивающих качественную определенность целого, но при этом являющихся онтологически необходимыми составляющими системы. Элементы имеют вероятностный характер, проявляют «тенденцию к существованию»: при их объективном существовании они могут либо трансформироваться в компоненты — мотивы, либо оставаться индифферентными относительно мотивации научной деятельности.

Метасистемный уровень существует объективно, вне зависимости от индивидуальной системы МНД, и его существование обуславливает возможность возникновения системы МНД и ее формирования «сверху вниз». Элементный уровень формирует, обуславливает становление системы МНД «снизу вверх». Оба эти процесса протекают одновременно.

Метасистемы — личность, социально-историческая среда, предметно-деятельностная среда — существуют объективно и независимо от существования системы МНД и создают условия для ее возникновения. Этого, однако, недостаточно. Все студенты изучают основы наук в вузе (одно из проявлений предметно-деятельностной метасистемы), однако далеко не все становятся впоследствии научными работниками. Для многих людей свойственны любопытство и любознательность (компоненты личностной метасистемы), но далеко не все из них направляют этот интерес в русло научных исследований. Чтобы сформировалась система МНД помимо метасистем, необходимо также и одновременное с ними действие элементного уровня. Одним из его проявлений являются когнитивные и эмоциональные предпосылки.

В научной деятельности присутствует, бесспорно, компонент творчества. Как и в любом другом акте творчества, в научном творчестве можно выделить четыре основополагающие фазы, существование которых теоретически и экспериментально было доказано В. Я. Пономаревым [4]. Первая фаза творческого процесса, которую он называл «фазой логического анализа», предполагает ориентировку в исходной ситуации, понимание, что имеющимися средствами проблему не решить. Следовательно, научная деятельность предполагает в первую очередь достаточный объем знаний, выступающих в качестве фундамента.

Подобный фундамент подразумевает знание основополагающих научных принципов, ориентировку в сильных, хорошо разработанных областях науки, а также в малоисследованных, но потенциально перспективных направлениях, знание ее последних достижений, обладание развернутой научной картиной мира, виденье проблем и актуальных направлений (как в избранной научной отрасли, так и в науке в целом).

Вторым важным моментом начала творческого процесса в научной деятельности выступает наличие мотивации. Как отмечает М. Г. Ярошевский: «В объекте исследования научного творчества различают два нераздельных в реальности аспекта: познавательный и мотивационный» [5]. На ранних этапах генезиса системы МНД в качестве такого минимального мотивационного компонента будут выступать положительные эмоции, полученные в ходе научной деятельности. Проиллюстрируем это положение выдержкой из интервью с одним из научных работников, полученных в ходе наших исследований: *«И в какой-то момент, может быть, это четвертый курс, во время очередного выступления на очередной конференции, когда докладывались результаты своей работы, вот я, как сейчас помню этот момент, он достаточно яркий такой, я почувствовал удовольствие от того, что я стою перед своими коллегами, студентами своей группы, там может быть еще какими-то студентами и докладываю результаты своей деятельности, мне от этого становилось приятно, очень радостно, и я помню, что я тогда получил удовольствие» (из беседы: 10.10.2013).*

Без минимального мотивационного компонента исследователь при столкновении с неразрешимыми трудностями либо прекратит попытки их решить, либо пойдет по уже известным путям (если таковые имеются) даже при условии их низкой эффективности. Не имея достаточной когнитивной базы, исследователь будет не в состоянии справиться ни с одной проблемой, а постоянные ситуации неуспеха приведут лишь к прекращению работы.

Когнитивные предпосылки — это научная картина мира, адекватные представления о сущности, содержании и целях научно-исследовательской деятельности, ориентация в истории и методологии науки, основной научной проблематике, гипотетико-дедуктивные способности. Эмоциональные предпосылки — опыт положительных эмоций, связанных с научной деятельностью, положительное эмоциональное отношение к научно-исследовательской деятельности и субъектам научной работы (научным сотрудникам). Формирование когнитивных и эмоциональных предпосылок обусловлено включением студентов в учебно-профессиональную деятельность в вузе, поскольку она содержит элементы научной деятельности. Среда в вузе, знакомство с науками, методами научного исследования, представителями науки (учеными-преподавателями) также способна воздействовать на формирование данных предпосылок.

Несмотря на то, что обучение в вузе предполагает становление рационалистического мышления и научной картины мира, как показали исследования А. В. Юревича и М. А. Юревича [9], даже в среде студентов российских элитных вузов значительно распространены иррационалистические представления, что явно не способствует формированию научной картины мира и адекватных представлений о содержании и сущности труда ученого. Хотя многие студенты

во время обучения в вузе принимают участие в НИРС [2, 6—8], часть из них впоследствии поступает в аспирантуру и выбирает научную деятельность в качестве профессиональной.

Целью данной работы является сравнительное исследование сформированности когнитивных и эмоциональных предпосылок у студентов вузов различных уровней и форм обучения.

Материал и методы

В качестве метода сбора данных использовалось анкетирование, а именно социально-психологическая анкета, разработанная авторами. Результаты анкетирования обрабатывались с помощью процедур описательной статистики и контент-анализа.

Выборку исследования составили студенты вузов г. Ярославля (Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова, Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского, Ярославский государственный технический университет, Ярославская государственная сельскохозяйственная академия).

Всего в исследовании приняли участие 91 человек. Общая выборка при обработке результатов была разделена на три группы. Первая группа — бакалавры очной формы обучения (БО): 31 человек, средний возраст — 19.2 лет, из них юношей — 28 человек (90.2 %), девушек — 3 человека (9.8 %), получаемые специальности — социология, электрификация и автоматизация, юриспруденция. Вторая группа — бакалавры заочной формы обучения (БЗ): 30 человек, средний возраст — 27.4 лет, из них юношей — 9 человек (30 %), девушек — 21 человек (70 %), получаемые специальности — агроинженерия, психология, юриспруденция. Третья группа — магистры (М): 30 человек, средний возраст — 21.4 года, из них юношей — 15 человек (50 %), девушек — 15 человек (50 %), получаемые специальности — машиностроение, менеджмент.

Результаты и обсуждение

Были исследованы эмоциональные и когнитивные предпосылки научной деятельности у студентов очников-бакалавров (БО), заочников-бакалавров (БЗ) и магистров (М). Научная деятельность эмоционально воспринимается студентами весьма нейтрально. Высшее образование у респондентов в самой незначительной степени связывается с возможностью научно-исследовательской деятельности. Интерес к самой науке проявляют среди БО — 3 %, БЗ — 36 % и М — 6 %. Удивляет низкий интерес к науке магистров, поскольку сама форма обучения предполагает более углубленное изучение науки и в дальнейшем ориентацию на научно-исследовательскую деятельность. Наиболее частыми причинами получения высшего образования у бакалавров очников и магистров является получение престижной профессии (БО — 51 %, М — 60 %), а в дальнейшем — высокооплачиваемой работы (БО — 42 %, М — 40 %), построения карьеры (БО — 42 %, БЗ — 36 %, М — 40 %). Довольно распространена конформная

мотивация (высшее образование сейчас необходимо всем): БО — 45 %, БЗ — 50 %, М — 40 %. Бакалавры-заочники отмечают на первом месте личностный рост и саморазвитие (63 %). Подобная позиция свидетельствует о более осознанном выборе высшего образования и его личностной значимости. У заочников значительно менее выражены материальные мотивы, но при этом достаточно высоки статусные (необходимость высшего образования, построения карьеры). Стоит отметить, что и у магистров достаточно распространены мотивы саморазвития (40 %), однако если у заочников саморазвитие больше связано с интересом к самой деятельности и науке, социальному росту, то у магистров личностный рост в большей степени трактуется как материальный и социальный успех.

Аналогичны мотивы выбора специальности студентами. Студенты выбирают ту или иную специальность, чтобы впоследствии получить престижную профессию (БО — 39 %, М — 60 %) или высокооплачиваемую профессию (БО — 39 %, М — 46 %), а также потому что их привлекает сама специальность, нравится ее содержание (БО — 35 %, М — 43 %). У студентов БЗ ведущим мотивом как раз и является интерес к специальности и содержанию данной отрасли науки (73 %). Значительная часть студентов БЗ, выбирая профессию, хотят помогать людям (36 %). Полученные данные говорят, что если студенты-очники ориентированы в первую очередь на карьеру, материальный достаток и успех, и высшее образование для них — своеобразный «социальный лифт», то студенты-заочники (многие из которых уже имеют одно высшее образование) подходят к выбору специальности совсем с других позиций. Желание личностного роста обеспечивает выбор не «денежной», а «интересной» специальности, в которой студенты планируют раскрыть свой потенциал. Не менее важны и возможности их практического применения и социальной полезности (т. е. гуманистические ценности). Отчасти, возможно, это связано с тем, что значительная часть студентов-заочников в исследуемой выборке приобретали специальности юристов и психологов, которые предполагают помощь людям и реализацию в данной деятельности гуманистических ценностей. Данный результат может быть следствием более осознанной и зрелой позиции в выборе профессии и образования, поскольку студенты-заочники в среднем старше (средний возраст БЗ — 27.4 года, БО — 19.2 года, М — 21.4 года) и обладают большим жизненным и профессиональным опытом, более самостоятельные и менее инфантильные. Показательно, что и в дальнейшем научная карьера оценивается студентами как маловероятная (рис. 1).

Как видно из рис. 1, большинство студентов крайне скептически оценивают возможность в дальнейшем заниматься научно-исследовательской работой. Показательно, что 30 % магистров ответили крайне однозначно — что не будут работать в сфере науки ни при каких условиях. Большинство респондентов оценивают данную перспективу более «мягко», отмечая низкую вероятность такого жизненного сценария, однако, по сути, это тот же отрицательный ответ, только выраженный в более социально желательной форме. Крайне незначительный процент респондентов собираются в дальнейшем заниматься научной деятельностью, при этом их количество приблизительно равно во всех трех группах. Это согласуется с мотивами выбора специальности и получения высшего обра-

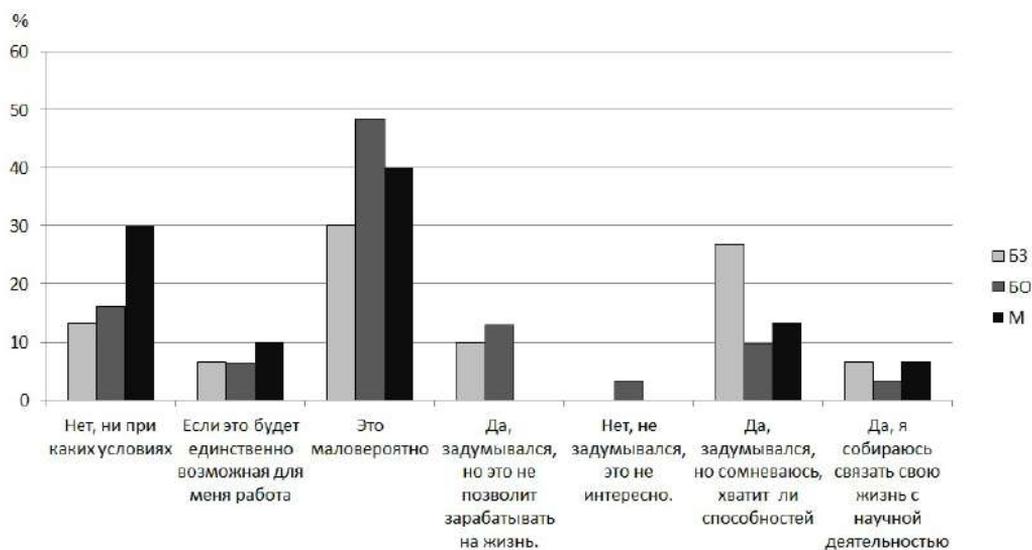


Рис. 1. Вероятность выбора респондентами научно-исследовательской деятельности как профессиональной в будущем

зования у бакалавров очников и магистров. Научная деятельность не ассоциируется в их сознании ни с престижной, ни с высокооплачиваемой, поэтому респонденты даже не задумываются о возможности подобной карьеры. Бакалавры-заочники, нацеленные на саморазвитие, в большей степени интересуются научной карьерой, но при этом довольно скептически оценивают свои возможности в этом направлении. Нужно отметить, что сама организация обучения заочников и отношение профессорско-преподавательского состава к этой категории учащихся обуславливают и укрепляют подобные представления. Конечно, у заочников ниже потенциал (в том числе недостаточно развиты когнитивные предпосылки научной деятельности, о чем будет сказано ниже), далеко не все будут способны к систематической и глубокой научной работе. Однако отдельные студенты-заочники при создании необходимых условий (прежде всего наличия преподавателя-руководителя) вполне могли бы проявить себя в данном направлении хотя бы на уровне студенческих СНО или НИРС.

Студенты довольно однозначно дифференцируют научную и учебную деятельность. Большинство из них (рис. 2) не квалифицируют написание дипломов, курсовых работ, рефератов, лабораторных как разновидности научной деятельности, для них это учебная деятельность и крайне незначительному количеству студентов нравится выполнять эти виды работ (рис. 3).

На рис. 2 мы привели средние показатели по всем группам респондентов, поскольку отличия в ответах студентов разных форм обучения были минимальными. Как можно видеть, только незначительное число студентов ощущают, что и курсовые, и лабораторные, и рефераты, и ВКР содержат в себе все компоненты научно-исследовательской деятельности. Более того, ряд видов деятельности (написание статей, разработка методик, проведение исследований) воспринимаются студентами практически однозначно как научный вид деятельности, и студенты не видят их место в процессе обучения в вузе, считают, что им мож-

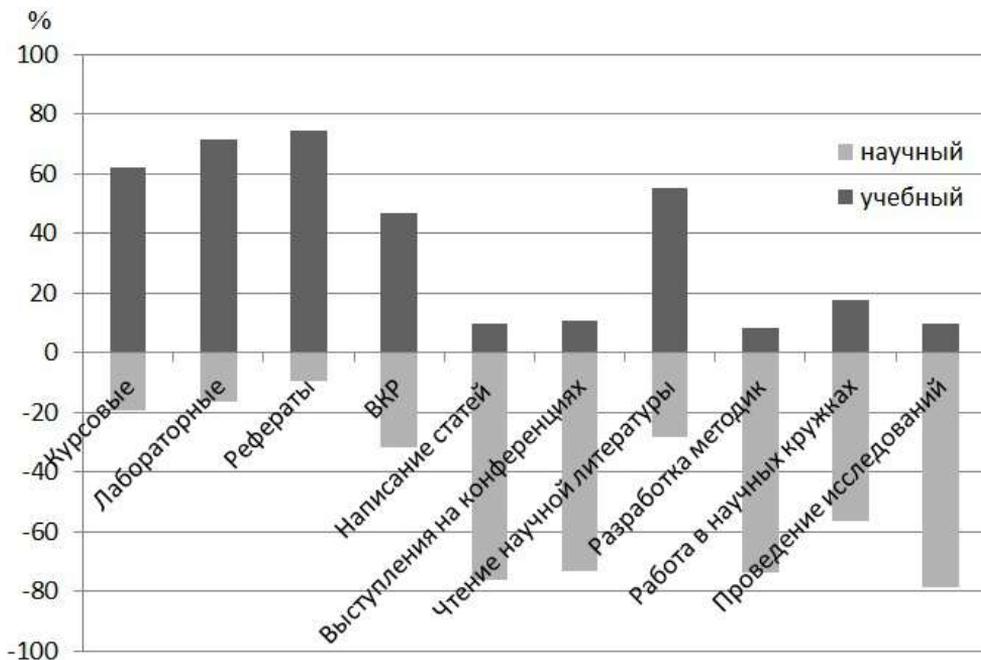


Рис. 2. Дифференциация студентами видов работ по критерию «научная — учебная»

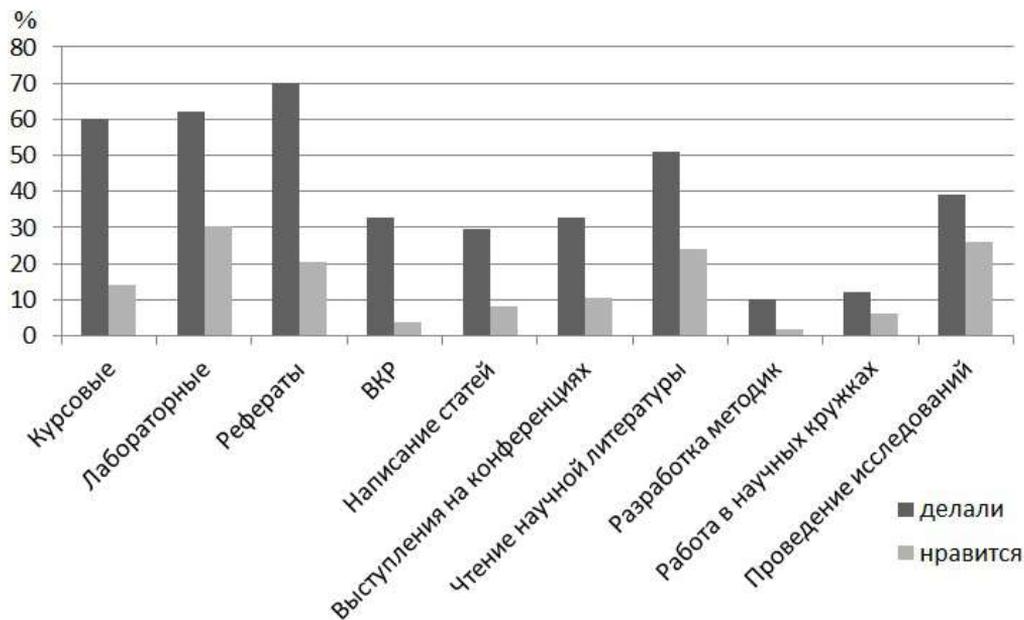


Рис. 3. Доля студентов, выполнявших тот или иной вид деятельности, и их эмоциональное отношение к нему

но этим не заниматься. При этом в сознании студентов отсутствуют связи между написанием курсовой работы, ВКР (как учебных видов деятельности) и написанием статьи (как научного вида деятельности), между выполнением лабораторной работы и проведением исследования. Таким образом, студенты, осуществляя элементы научной деятельности, сами так не считают. Это косвенно может свидетельствовать о наличии неадекватного образа научной деятельности и ее содержания у студентов. Возможно, именно поэтому желающих в дальнейшем связать свою судьбу с наукой так немного. Исключением является здесь ряд видов деятельности и их квалификация магистрами. Так, например, написание ВКР магистры считают скорее научной, чем учебной деятельностью (46 % и 33 %). Возможно, это связано с тем, что ВКР магистров действительно в большей степени напоминает диссертацию и внимание к исследовательскому компоненту в них значительно выше. Преподаватели, руководящие ВКР магистров, зачастую дают им темы в рамках своих научных исследований, и магистры так или иначе включаются в научную работу. То же касается и проведения исследований, которые 20 % магистров относят к учебной деятельности (против БЗ — 3 %, БО — 6 %). Это связано с тем, что доля исследовательской деятельности в процессе подготовки магистров выше, чем у бакалавров. Чтение научной литературы в 73 % случаев расценивается магистрами так же, как учебная деятельность (против 39 % у БО и 53 % у БЗ), что опять же обусловлено тем, что от магистров требуется ее изучение. Таким образом, магистры в еще большей степени, чем бакалавры, смешивают научную и учебную деятельность. В дальнейшем, если они все же выберут научную деятельность как трудовую и профессиональную, им будет крайне сложно осуществить переход от модели «научная деятельность — учеба» к модели «научная деятельность — труд». Нужно отметить, что практически никто из респондентов не выбирал вариант ответа «и научная, и учебная», что могло бы снять все противоречия.

На рис. 3 видно, что большинство видов деятельности (как учебной, так и научной) делается студентами без заметного удовольствия, соответственно, на этой деятельностной базе не могут сформироваться эмоциональные предпосылки. Исключение составляет только проведение исследований — многим из тех, кто осуществляет этот вид деятельности, он нравится.

Показательно, что именно группе магистров выполнение различных видов деятельности нравится в наименьшей степени по сравнению с другими группами и по сравнению со средними результатами (курсовые нравилось писать всего 3 % магистров, ВКР, лабораторные, выступление на конференциях — по 6 %, работа в научных кружках — 0 %). Исключение составляет лишь написание статей, что нравится 13 % магистров (против 9 % — БО и 3 % — БЗ). Таким образом в исследуемой выборке магистров респонденты не получают удовольствия от осуществления научной деятельности, что говорит об угнетении эмоциональных предпосылок, отсутствии базы, на которой будет строиться система мотивации научной деятельности. Можно говорить о том, что магистратура в данном случае не выполняет свою основную функцию — подготовку будущих научных кадров и воспринимается магистрами только как продолжение высшего образования. Ситуация усугубляется тем, что занятия в магистратуре, как правило,

проводятся в вечернее время, а в дневное подавляющее большинство магистров работает, осуществляет трудовую деятельность и именно ее на текущий момент считает главной.

Ближайшим образцом научного сотрудника, который видят студенты, с которым они могут взаимодействовать ежедневно и брать пример, являются их преподаватели, которые в принципе должны осуществлять не только преподавательскую, но и научно-исследовательскую деятельность. Личности преподавателей и мотивы, приписываемые им, могут выступать значимыми эмоциональными предпосылками для включения в научную работу. Тем не менее образ преподавателя как представителя науки в сознании студентов, с одной стороны, существенно упрощен, а с другой — идеализирован. Студенты считают, что основным мотивом труда преподавателей является передача знаний молодому поколению (БЗ — 72 %, БО — 84 %, М — 60 %). При этом источник этих знаний (внести вклад в развитие науки, сам процесс исследований: БЗ — 43 %, БО — 55 %, М — 43 %) студенты рассматривают как менее важную часть труда преподавателей. Следующими по значимости мотивами научной работы у преподавателей студенты видят: дополнительный заработок (гранты, премии) (БЗ — 33 %, БО — 51 %, М — 53 %), продвижение в карьере (БЗ — 36 %, БО — 42 %, М — 43 %). Студенты-заочники отмечают также коммуникативные мотивы: возможность знакомства с интересными людьми (БЗ — 33 %), деятельностные, внутренние мотивы — «Важна сам процесс» (БЗ — 46 %), гуманистические мотивы — «Возможность последующего практического применения знаний» (БЗ — 46 %). Магистры отмечают мотивы социального статуса: «Получение степеней, званий, должностей» (М — 33 %) и «Заслужить авторитет в научном сообществе» (М — 13 %).

Как можно видеть из приведенного перечня, студенты в значительной степени проецируют на своих преподавателей личные мотивы получения высшего образования. Практически все студенты приписывают преподавателям карьерные и материальные мотивы, магистры — статусные мотивы, также связанные с материальными привилегиями. Студенты-заочники приписывают и мотивы саморазвития, предполагая, что преподавательская деятельность способствует более интенсивной коммуникации, за счет чего достигается личностный рост, а также служит общественному прогрессу через внедрение результатов научной деятельности в практику.

Таким образом, крайне маловероятно, чтобы фигура преподавателя выступала в качестве образца ученого, научного исследователя, образа, на который могли бы ориентироваться студенты в процессе научной профессионализации. Зачастую сами преподаватели не стремятся быть такими образцами, не включены в НИР и никак не демонстрируют эту включенность студентам. С одной стороны, это, конечно, связано с неэффективной организацией труда преподавателей в вузах на данном этапе развития высшего образования, а именно в чрезмерном увеличении аудиторной нагрузки и доли учебно-методической работы, что существенно снижает возможности реализации научно-исследовательского компонента деятельности. С другой стороны, значительная доля профессорско-преподавательского состава сама не заинтересована в НИР и относится к данной стороне своей деятельности формально. Для студентов это проявляется как

невозможность или нежелание их преподавателей заниматься НИР, а соответственно, и значимость данного вида деятельности в глазах студентов существенно снижается.

Не меньшее значение в формировании мотивации научной деятельности имеют и когнитивные предпосылки — знания, представления о науке, научной деятельности, научной картине мира, о научных открытиях, научной жизни. Необходимо отметить, что когнитивные предпосылки у студентов исследуемой выборки сформированы в еще меньшей степени, чем эмоциональные.

Значительный мотивирующий потенциал имеет факт научного открытия, наличие которого стимулирует ученых к дальнейшей работе. Известно, что в период роста научных открытий в той или иной стране или в мире интерес к науке, желание работать в области науки у широких слоев населения (и в первую очередь у молодежи) значительно увеличивается. Большой вклад в формирование научной мотивации молодежи вносит факт того, что открытие сделал их соотечественник. Одним из вопросов, проверяющих степень сформированности когнитивных предпосылок, было задание на соотнесение ученого и сделанного им открытия или изобретения. Респондентам было предложено 9 фамилий известных ученых, которые однозначно сопоставлялись с 9-тью перечисленными открытиями (табл. 1). В группе студентов-очников полностью правильно выполнили данное задание 42 % респондентов, в группе студентов-заочников — 6 %, в группе студентов-магистров — 3 %. Всего правильных ответов студенты-заочники дали — 111 (41 % от возможного числа правильных ответов), бакалавры-очники — 208 (74.5 %), магистры — 127 (47 %). Безусловно, на правильность ответов в значительной степени могла повлиять мотивация респондентов, то, насколько они были заинтересованы в анкетировании. Тем не менее перевес правильных ответов у бакалавров-очников почти в два раза по сравнению с другими группами позволяет говорить об их значительно лучшей осведомленности.

Показательным является распределение того, какие ученые и какие открытия в какой степени известны студентам (табл. 1)

Таблица 1

Оценка правильности соотнесения автора и открытия, изобретения (в %)

Ученый (открытие или изобретение)	БО	БЗ	МО	Среднее
А. С. Попов (радио)	96.77	76.67	76.67	83.37
И. П. Павлов (учение об условных рефлексах)	90.32	83.33	80.00	84.55
А. Флеминг (пенициллин)	64.52	13.33	10.00	29.28
Н. Коперник (гелиоцентрическая модель)	51.61	23.33	66.67	47.20
Г. В. Лейбниц (дифференциальное и интегральное исчисления)	77.42	16.67	36.67	43.59
М. Кюри (радий, явление радиоактивности)	70.97	20.00	30.00	40.32
Д. Уотсон и Ф. Крик (модель двойной спирали ДНК)	54.84	20.00	16.67	30.50
Г. Мендель (закономерности наследования признаков)	70.97	33.33	13.33	39.21
Д. И. Менделеев (периодический закон химических элементов)	96.77	83.33	93.33	91.14

Хуже всего, как показали результаты, известны открытие пенициллина и модели ДНК. По-видимому, слабое представление студенты имеют об основных законах генетики, основах алгебры, физике атома. Отрадно, что большинству респондентов известны открытия отечественных ученых (А. С. Попова, И. П. Павлова, Д. И. Менделеева). Это, однако, скорее результат определенного медийного образа, созданного СМИ в отношении отечественной науки. Это не может быть следствием усвоения школьной программы, поскольку в нее в обязательном порядке входит изучение всех перечисленных открытий и их авторов.

Это отчасти объясняет, почему заочники, а также магистры уступают очникам в знаниях: большую часть этой информации они получали в школе, а заочники и магистры учились значительно раньше, чем очники, и большая часть данной информации успела забыться. Конечно, это естественный процесс, однако это означает, что знания о крупнейших, фундаментальных открытиях, которые сформировали современный мир, не стали частью общей культуры студентов, необходимыми элементами их научной картины мира. Трудно оценить, что именно не знают студенты — открытия или их автора, однако создается ощущение, что многие вещи (атомная энергетика, астрономическая картина мира, современная медицина) видятся студентам как нечто само собой разумеющееся, то, что существовало всегда и не имеет авторства. Это очень близко к «магическому мышлению», проявления которого в своих исследованиях описывают А. В. Юревич и М. А. Юревич [9].

Знания о научных открытиях, сделанных за последние 10 лет в мире, у респондентов существенно уступают их историческим представлениям. С одной стороны, на вопрос об открытиях прошлого было отвечать легче, поскольку они, как и их авторы, были перечислены в вопросе. С другой стороны, открытия последнего времени должны быть «на слуху», и лица, получающие высшее образование, должны их знать. Среди студентов-очников 29 % не смогли (или не захотели) дать ответ на данный вопрос. Всего было названо 34 варианта, из них неповторяющихся — 15. Среди ответивших большинство респондентов дают крайне неконкретные ответы по принципу «что-то слышали, но не знаем что». Это, например: «исследования в области медицины», «лекарственные препараты», «частица меньше атома», «сверхтяжелые элементы таблицы Менделеева». Таких ответов 58.8 % от общего числа данных. В подобных ответах респонденты не указывают конкретные названия лекарств или частиц, элементов, при этом исследования в области медицины идут практически непрерывно, а существование «частиц меньше атома» известно с начала XX века, и на текущий момент их открыто более 350.

Ряд из названных «открытий» фактически являются «изобретением» или «усовершенствованием», «технической разработкой», например «ускоритель частиц», «экраны с высокой четкостью изображения», «разработки автоваза», «лада веста», «импланты» и другое — 14.7 %.

Многие из названных студентами открытий произошли не в последние 10 лет, а намного раньше — «клонирование овечки Долли» — 1996 г., «создание роботов» — 1968 г. и т. п. Многие «открытия», названные студентами, невозможно точно датировать, поскольку их точные названия студенты не указыва-

ют. Например, «открытие сверхтяжелых элементов» началось еще в 1940 г., когда был получен первый сверхтяжелый (трансурановый) элемент — Нептуний.

Среди «открытий», удовлетворяющих временным условиям и значимости, можно назвать Бозон Хиггса (который многие студенты пишут неправильно, с грамматическими ошибками, что также свидетельствует не о прочных знаниях, а представлениях на уровне знакомства с медийными источниками), гравитационные волны. Всего таких вариантов — 13.3 %. Нечетко сформулированные «открытия» не попали в данный список, поскольку из ответов неясно, об открытии какой именно элементарной частицы или сверхтяжелого элемента идет речь.

Иногда указываются «открытия», которые на данный момент еще не подтверждены, но получили широкую огласку в прессе, например «открытие девятой планеты солнечной системы».

Таким образом, картина последних научных открытий у студентов крайне размыта, нечетка, формируется не на основе научных знаний, а на основе той информации, которую они получают из различных СМИ.

Что касается студентов-заочников, то 73.3 % из них не смогли назвать никаких открытий. Всего было названо 11 открытий, из них неповторяющихся — 7. Из указанных ответов 30 % касались открытия новой планеты, причем какой именно, не указывалось, что заставляет нас отнести их к категории неопределенных ответов. 70 % ответов касались создания новых методик, практических приемов, технических средств и усовершенствований, сделанных действительно за последние 10 лет (iPhone, «Лада-Веста») — 40 %, или значительно раньше (иппотерапия, методики выхода из стресса) — 30 %.

В данной группе не было ни одного ответа, который бы действительно включал научное открытие, сделанное в указанный хронологический период.

Что касается студентов-магистров, то среди них ответ не дали 50 % респондентов. Ответы прочих по своим характеристикам приближались к ответам бакалавров-очников, хотя и были более разнообразны. Всего было дано 18 ответов, из них неповторяющихся — 15. Среди открытий, сделанных раньше, чем в последние 10 лет (27.8 %), были названы: «Интернет», «ЖК-телевизоры», «гаджеты». Как можно видеть, многие из названных предметов формально являются изобретением или разработкой. Среди неопределенных, неконкретных ответов (33.3 %) были названы «автоваз», «гаджеты», «телефоны», «новые материалы», «открытие планеты, похожей на землю». Среди открытий, удовлетворяющих требованиям вопроса (27.8 %), были названы: «гравитационные волны», «лекарство от вируса Эбола», «вода на Марсе», «третий вид человека» (Денисовский человек. — прим. авт.), «бозон Хиггса». Магистры, так же как и студенты двух других групп, не делают существенных отличий между научным открытием и изобретением, усовершенствованием, техническим решением, поэтому «открытиями», с их точки зрения, могут быть «новые модели телефонов», «Лада-Веста», «3D-принтер», «андронный коллаيدر» (который во всех случаях был написан с ошибками). Таких ответов было 61 %.

Безусловно, если респонденты видят современную науку и уровень ее открытий таким образом — без эпохальных и фундаментальных открытий, интересных находок, перспективных направлений в исследованиях, то это не будет

создавать основу для формирования мотивации научной деятельности. В такую «бедную» науку никто не захочет идти работать. Наука перестала «творить чудеса» и стала «печь пирожки», такой наукой нельзя восхищаться, желать приблизиться, мечтать включиться в процесс научного поиска.

Нужно отметить, что в научной картине мира современных студентов хуже всего представлено временное измерение, студенты не только не могут назвать последние открытия, но и затрудняются в хронологическом определении более ранних открытий и изобретений, которые способствовали развитию науки, техники и цивилизации. Отметим, что в данном вопросе были перечислены как открытия и изобретения, так и время их создания, студентам необходимо было только их соотнести. Результаты оценки данных знаний представлены в табл. 2.

Как можно видеть из табл. 2, респонденты дали очень небольшое число правильных ответов, а значительная часть сразу отказалась отвечать на данный вопрос. Минимальное число студентов знают, когда были изобретены парашют, типографский станок, микроскоп, паровоз. Тем не менее все это не просто результаты фундаментальных научных исследований, а их конкретные прикладные реализации, за которые так ратуют студенты. Без данных изобретений невозможно было бы дальнейшее развитие науки (микроскоп, типографский станок) и жизнь человека была бы значительно сложнее и опаснее (парашют, паровоз). Максимальное количество правильных ответов касалось времени изобретения телефона (28.97 %), но все равно это крайне низкие показатели осведомленности для лиц, получающих высшее образование (тем более техническое образование).

Все это говорит о крайне слабой временной ориентировке студентов как в ближайшем, так и в дальнем прошлом. Таким образом, научная картина мира

Таблица 2

Оценка правильности соотнесения открытия, изобретения и исторического периода, в который оно было сделано (в %)

Показатель	БО	БЗ	МО	Среднее
Не отвечали на вопрос	12.9	23.3	20.0	18.73
Не смогли дать ни одного правильного ответа	12.9	23.3	6.7	14.3
Правильных ответов от потенциально возможных	10.2	6.1	12.5	9.60
Открытие, изобретение и его период	БО	БЗ	МО	Среднее
Телескоп — XVII в.	14.81	4.35	12.50	10.55
Парашют — XVIII в.	11.11	8.70	4.17	7.99
Телефон — вторая половина XIX века.	14.81	30.43	41.67	28.97
Очки — XIII в.	18.52	13.04	25.00	18.85
Воздушно-реактивный двигатель — середина XIX в.	14.81	13.04	25.00	17.62
Ручной типографский станок — XV в.	7.41	0.00	4.17	3.86
Микроскоп — XVI в.	3.70	0.00	8.33	4.01
Паровоз — начало XIX в.	11.11	0.00	16.67	9.2
Открытия радиоактивности — конец XIX в.	18.52	8.70	12.50	13.24
Противогаз — начало XX в.	7.41	13.04	20.83	13.76
Открытие Америки — конец XV в.	18.52	4.35	16.67	13.18

во временной ретроспективе практически отсутствует. Студенты не осознают поступательный характер развития науки, а следовательно, не могут строить и дальнейшие прогнозы. При отсутствии прогностической, перспективной научной картины мира мотивация не имеет когнитивных опор для дальнейшего развития, у нее нет основы, к чему стремиться. Магистры тем не менее хоть и незначительно, но опережают по количеству правильных ответов бакалавров-очников, а те, в свою очередь, опережают бакалавров-заочников, хотя в сравнении с общим количеством неправильных ответов такое превосходство выглядит неубедительно.

Показательны в отношении прогнозирования будущего науки и ответы на вопрос о том, в каких научных отраслях студенты ожидают в ближайшем будущем большие открытия, достижения (табл. 3).

Как видно из табл. 3, у респондентов наблюдаются сложности лексического характера: в среднем они называют три, реже четыре научные отрасли, в которых ожидают прогресс в ближайшие годы. Это, безусловно, крайне мало, поскольку существует значительно большее число наук вообще и активно развивающихся в частности. Сами формулировки названий научных отраслей звучат крайне обобщенно, как названия школьных предметов (не астрофизика, а «астрономия»), не конкретизируется раздел науки (за исключением «генетика»). Значительное внимание уделяется достижениям в области наукоемких технологий («информационные технологии», «нанотехнологии», «прикладные технологии»), при этом формально они не являются научными отраслями и успехи в них есть лишь следствие успехов в других, фундаментальных науках.

Таблица 3

Представления студентов о перспективных, наиболее интенсивно развивающихся научных отраслях и направлениях

	БЗ	БО	М
Среднее число отраслей названных 1 респондентом	3	3.8	3.1
Всего названо научных направлений	23	26	20
Не дали ни одного ответа (%)	9.0	4.0	6.0
	%		
Астрономия	30.00	25.81	20.00
Биология	20.00	19.35	26.67
Информационные технологии	16.67	35.48	33.34
Медицина	40.00	45.16	60.00
Физика	23.33	35.48	40.00
Химия	16.67	45.16	20.00
Генетика	26.67	12.90	-
Машиностроение	-	25.81	16.67
Психология	30.00	12.90	-
Математика	-	12.90	-
Нанотехнологии	-	19.35	-
Радиотехника	-	-	13.33
Экономика	-	-	30.00
Технические науки (прикладные технологии)	26.67	-	-

Указание ряда наук (медицина, технологии) обусловлено не столько реальными прогнозами, сколько желаемыми результатами. В медицине респонденты видят панацею от всех бед, при этом реального интереса к данной области нет, отсутствует осведомленность о последних успехах в области медицины (что можно сказать по результатам других вопросов).

Количество названных в группе научных отраслей меньше членов группы, достаточно много повторов, следовательно, респонденты воспроизводят стереотипные представления о развитии науки, черпая информацию в первую очередь из медийных источников.

Заключение и рекомендации

Проведенное исследование показало, что у трех групп студентов когнитивные и мотивационные предпосылки для становления мотивации научной деятельности развиты крайне слабо. У бакалавров-заочников в большей степени (в силу более высокой личностной зрелости и жизненного опыта) развиты эмоциональные предпосылки, однако когнитивные предпосылки представлены наиболее слабо. В группе бакалавров-очников когнитивные предпосылки представлены в наиболее развитой форме из всех трех групп, но эмоциональные предпосылки представлены наиболее слабо. В группе магистров и когнитивные, и эмоциональные предпосылки развиты слабо. Таким образом, когнитивные предпосылки начинают формироваться раньше (в старших классах школы, в вузе), но без соответствующего подкрепления затухают. Эмоциональные предпосылки формируются значительно позже, и их формирование зависит от общей психологической, личностной зрелости студентов. Таким образом, в формировании предпосылок мотивации научной деятельности существуют некоторые «ножницы», что затрудняет их совместное действие и возникновение на данной основе целостной системы мотивации научной деятельности. Необходима система воздействий для того, чтобы объединить во времени формирование как когнитивных, так и эмоциональных предпосылок. Исходя из полученных данных можно порекомендовать проведение следующих мероприятий:

1. В отношении организации НИР на факультетах можно порекомендовать включение в состав кафедры лиц, для которых научно-исследовательская деятельность была бы первоочередной, важнейшей и лично значимой. Данные сотрудники могли бы играть роль «положительных образцов ученого» для студентов, на которых можно было бы равняться и с которых можно брать пример. Данные преподаватели должны в достаточном объеме контактировать со студентами в рамках учебных занятий, быть достаточно доступными. При этом они не должны непосредственно осуществлять руководство НИРС (за исключением тех случаев, когда они сами выскажут такое пожелание).

2. Нет смысла привлекать к участию в НИРС студентов в обязательном порядке, позиционируя это как компонент того или иного учебного курса или условие для допуска к зачету или экзамену. Необходимо создавать условия для включения студентов в НИРС, потенциальную возможность для всех, но сосредоточить усилия на работе лишь с ограниченной группой студентов, действи-

тельно заинтересованных в научной работе. При этом большое значение приобретает семантический аспект: на уровне названий необходимо провести достаточно четкую границу между учебной и научной деятельностью и формами ее осуществления. Не «лабораторная работа», а «проведение научного исследования». Такая формулировка может «отпугнуть» большинство незаинтересованных, но зато позволит привлечь немногочисленное число поистине интересующихся.

3. Необходимо целенаправленно формировать у студентов адекватные представления об институте науки, о характере и содержании научной деятельности. Надежды на то, что этот образ сложится сам собой в процессе обучения, — безосновательны. Это направление для довольно длительной и систематической работы. Публичных лекций и посещений конференций здесь недостаточно, студенты не смогут самостоятельно дифференцировать базовую, первостепенную информацию и вторичную, случайную, а соответственно, не смогут создать адекватный образ науки. Необходима организация факультативов, семинаров, которые бы проводились регулярно.

4. В работе со студентами-заочниками особенно актуальной является мотивационная диагностика и последующая серьезная, целенаправленная, индивидуальная работа с теми, кто действительно заинтересован в научных исследованиях. Безусловно, таких студентов очень немного, и организовать сопровождение их научных интересов не составит труда. В большинстве случаев реально заинтересованные в научной деятельности студенты не получают должной помощи со стороны преподавателей и разочаровываются в данном направлении.

* * *

1. Зубова Л. Г., Андреева О. Н., Антропова О. А. Готовность к научно-исследовательской деятельности: оценки выпускников ведущих российских университетов // Вестник МГУ. Сер.18: Социология и политология. 2008. № 1. С. 152—165.

2. Мазалецкая А. Л. Динамика мотивации научно-исследовательской деятельности на этапах профессионализации : дис. ... канд. психол. наук. Ярославль, 2011. 217 с.

3. Матерова А. В. Мотивационный аспект совершенствования научно-исследовательской деятельности студентов технических специальностей // Вектор науки ТГУ. 2010. № 2(2). С. 84—87.

4. Пономарев Я. А. Фазы творческого процесса // Исследование проблем психологии творчества / отв. ред. Я. А. Пономарев. М.: Наука, 1983. С. 3—27.

5. Проблемы научного творчества в современной психологии / под ред. М. Г. Ярошевского. М.: Наука, 1971. 334 с.

6. Ракитина О. В. Методы оценки и критерии качества научно-исследовательской работы студентов и аспирантов педагогического вуза // Совершенствование педагогической деятельности в условиях перехода к новым образовательным стандартам : материалы конференции «Чтения Ушинского». Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2011. Ч. 2. С. 259—267.

7. Чернецов П. И., Шадчин И. В. К вопросу о формировании готовности студентов вуза к научно-исследовательской деятельности // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 1. С. 122—130.

8. Шадчин И. В. Формирование готовности студентов вуза к научно-исследовательской деятельности как теоретико-методологическая проблема // Вестник КГУ им. Н. А. Некрасова. 2012. Т. 18. № 1. С. 116—119.
9. Юревич А. В., Юревич М. А. Легковерие и скептицизм в студенческой среде // Социология науки и технологий. 2013. Т. 4. № 3. С. 127—137.
10. Arzenšek A., Košmrj K., Širca N. T. Slovenian young researchers' motivation for knowledge transfer // Higher education. 2014. Vol. 68. Issue 2. P. 185—206.
11. Bryan R. R., Glynn S. M., Kittleson J. M. Motivation, achievement, and advanced placement intent of high school students learning science // Science education. 2011. № 95(6). P. 1049—1065.
12. Butler M. B. Motivating young students to be successful in science: keeping it real, relevant and rigorous (http://ngl.cengage.com/assets/downloads/ngsci_pro0000000028/am_butler_motivate_yng_stud_success_sci_scl22-0419a.pdf)
13. Mistler-Jackson M., Songer N. B. Student motivation and internet technology: are students empowered to learn science? // Journal of research in science teaching. 2000. Vol. 37. № 5. P. 459—479.
14. Pintrich P. R. A Motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts // Journal of educational psychology. 2003. Vol. 95. № 4. P. 667—686.
15. Sanfeliz M., Stalzer M. Motivation in the multicultural classroom. Students construct science knowledge through active participation // The science teacher. 2003. (http://science.nsta.org/enewsletter/2004-02/tst0303_64.pdf.)
16. Smith J. L., Deemer E. D., Thoman D. B., Zazworsky L. Motivation under the microscope: Understanding undergraduate science students' multiple motivations for research // Motivation and emotion. 2013. Vol. 38(4). P. 1—17.

СОСТОЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА ОБУЧАЮЩИХСЯ ПЯТЫХ КЛАССОВ РЕСПУБЛИКИ КОМИ ПО ТЕСТУ В. Б. ВОЙНОВА

THE STATE OF SOME FUNCTIONAL SYSTEMS OF ORGANISM OF THE FIFTH FORM SCHOOLCHILDREN OF THE REPUBLIC OF KOMI ACCORDING TO THE TEST OF V. B. VOYNOV

Е. Н. Репина, О. В. Рогачевская
E. N. Repina, O. V. Rogachevskaya

Исследовано состояние функциональных систем обучающихся 10–12 лет с помощью тестов В. Б. Войнова и др. Показано, что у детей сельской местности по сравнению с городскими сверстниками деятельность отдельных систем (дыхательной, костно-мышечной, лимфатической) находится в более напряженном состоянии, тогда как работа нервной системы — в менее напряженном.

The state of the functional systems of schoolchildren of the age 10–12 years is studied with tests of V. B. Voinov and others. It is seen that the rural children demonstrate the activity of individual systems (respiratory, musculoskeletal, lymphatic) is in a more tensioned state when compared to the urban children, while their nervous system is less tensioned.

Ключевые слова: школьники, уровень здоровья, состояние функциональных систем, адаптация к учебным нагрузкам.

Keywords: schoolchildren, health level, state of functional systems, adaptation to the training loads.

Введение

Состояние здоровья подрастающего поколения является важнейшим показателем благополучия общества и государства, не только отражающим настоящую ситуацию, но и дающим прогноз на будущее. Проблема сохранения здоровья школьников приобретает особую остроту в условиях современной жизни нашего общества, вставшего на путь социально-экономических преобразований [12, 13]. Подрастающее поколение является будущим социально-экономическим, интеллектуальным, творческим потенциалом страны. В настоящее время ухудшение здоровья детей школьного возраста в России стало не только медицинской, но и серьезной педагогической проблемой. Отмечается значительный рост количества детей с различными отклонениями в области здоровья: хроническими заболеваниями уха, горла, носа; нарушениями зрения, развитием близорукости; различными нарушениями психофизической сферы [1, 8]. Растущий

детский организм в силу морфофункциональной незрелости отличается повышенной чувствительностью к действию отрицательных внешних факторов. Процесс формирования здоровья детей и подростков занимает довольно длительный период и совпадает с периодом обучения в школе. В это время любые неблагоприятные воздействия на организм обладают наибольшей силой и часто могут приводить к истощению функциональных резервов организма, психологической деятельности ребёнка, его активности. Более того, возраст учеников пятых классов (10—12 лет) соответствует началу периода полового созревания, который отражает состояние нейроэндокринных механизмов регуляции организма. А, как известно, происходящие в этот период колоссальные гормональные перестройки сказываются и на физическом состоянии школьника, и на работе всех функциональных систем организма.

Цель работы — проанализировать состояние отдельных функциональных систем организма обучающихся пятых классов Республики Коми на основе теста В. Б. Войнова.

Материал и методы

Исследования выполнены на учащихся — добровольцах пятых классов обоего пола (обучающиеся городской местности — 14 человек; обучающиеся сельской местности — 10 человек). Изучены антропометрические характеристики. Стандартным методом (по Н. С. Короткову) исследовано артериальное давление. Анализ состояния отдельных функциональных систем организма обучающихся пятых классов Республики Коми проведен по тесту В. Б. Войнова (1999) [4]. Тест включает 10 вопросов по оценке функционального состояния каждой из основных систем организма (центральная нервная система, системы органов дыхания, кровообращения, кроветворения, пищеварения, мочеиспускания и кожи, эндокринная, костно-мышечная, лимфатическая, иммунная). Состояние каждой системы оценивается в отдельности в баллах по частоте встречаемости (отсутствует — 0 баллов, редко — 1, часто — 2, постоянно — 3 балла) и силе выраженности признаков болезненности (слабо — 1 балл, умеренно — 2, сильно — 3 балла), что является индикатором степени неблагополучия в том или ином блоке симптомокомплексов. Сумма баллов по каждому блоку вопросов определяет состояние функциональных систем, а следовательно, соответствует определённому уровню здоровья (табл. 1).

Таблица 1

Сумма баллов по каждому блоку, соответствующая уровню здоровья

Сумма баллов	Уровень здоровья
От 0 до 12	Высокий — 1
От 13 до 24	Выше среднего — 2
От 25 до 36	Средний — 3
От 37 до 48	Ниже среднего — 4
От 49 до 60 и выше	Низкий — 5

Статистическую обработку данных проводили по общепринятым программам, а также в редакторе Excel. Вычисляли среднее арифметическое (\bar{X}), стандартное отклонение (δ), ошибку среднего (m_x), достоверность различий определяли по t-критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждение

Антропометрические характеристики учащихся 5-х классов в городской и сельской школах входили в диапазон нормальных колебаний показателей у школьников, проживающих в условиях умеренных широт [10]. Рост городских обучающихся составил: 147.3 ± 7.6 см и 145.3 ± 4.0 см у мальчиков и девочек соответственно. Сельские школьники оказались несколько ниже по росту (140.7 ± 7.4 см и 143 ± 8.7 см) и меньше по массе (33.9 ± 4.0 кг и 34 ± 5.4 кг), чем их городские ровесники (39.05 ± 6.4 кг и 35.6 ± 3.5 кг у мальчиков и девочек соответственно).

Результаты теста В. Б. Войнова, проведенного у школьников 5-х классов, показывают (табл. 2), что у обучающихся городской школы сумма баллов (по частоте и силе выраженности) при исследовании каждой системы в отдельности колеблется от 0 до 12 баллов, что соответствует 1 уровню здоровья и свидетельствует о высоком уровне функционирования всех исследуемых систем организма школьников.

Несмотря на то что уровень здоровья городских школьников относится к высокому (табл. 1), сумма баллов, характеризующая частоту встречаемости и

Таблица 2

Сумма баллов или показатель болезненности основных функциональных систем обучающихся пятых классов городской и сельской школ

Функциональные системы	Респонденты			
	Обучающиеся городской местности (n = 14)		Обучающиеся сельской местности (n = 10)	
	Сумма баллов по частоте	Сумма баллов по силе выраженности	Сумма баллов по частоте	Сумма баллов по силе выраженности
Центральная нервная система	7.1 ± 1.2	4.3 ± 0.8	4.2 ± 1.1	4.1 ± 1.1
Дыхательная	3.9 ± 0.6	3.4 ± 0.8	6.1 ± 1.4	5.6 ± 1.5
Кровообращение	3.6 ± 0.9	3.1 ± 0.5	2.2 ± 1.0	2.9 ± 1.0
Кроветворение	3.9 ± 0.8	3.6 ± 0.7	4.1 ± 1.0	3.0 ± 0.9
Пищеварительная	2.6 ± 0.4	2.6 ± 0.6	3.2 ± 0.5	2.8 ± 0.6
Мочевыделение и кожа	1.4 ± 0.5	2.6 ± 0.6	1.1 ± 0.5	1.3 ± 0.5
Эндокринная	2.0 ± 0.3	1.4 ± 0.4	1.7 ± 0.7	1.7 ± 0.7
Костно-мышечная	2.7 ± 0.5	3.6 ± 0.9	3.8 ± 1.0	4.2 ± 0.9
Лимфатическая	2.4 ± 0.8	1.0 ± 0.6	2.8 ± 0.8	2.5 ± 0.8
Иммунная	2.4 ± 0.6	1.8 ± 0.6	2.5 ± 0.7	2.9 ± 0.6
Периферическая нервная система	2.6 ± 0.9	2.2 ± 0.6	2.0 ± 0.6	2.1 ± 0.6

силу выраженности симптомокомплексов или показатель болезненности, при оценке состояния центральной нервной системы оказывается выше (11,5 баллов), чем у остальных исследуемых систем, что указывает на снижение функциональной активности ЦНС.

Нами показано, что у школьников это снижение происходит в основном за счёт частоты встречаемости симптомов болезненности данной системы, нежели за счёт силы выраженности симптомов (табл. 2), что проявляется в повышенной утомляемости обучающихся, усталости, нервно-психическом перенапряжении, раздражительности, снижении физической работоспособности, нарушении сна в условиях города. Снижение работы ЦНС на фоне других исследуемых систем объясняется перестройками в организме школьников в связи с началом полового созревания и адаптационным стрессом при переходе из начального звена обучения в среднее. Адаптационные механизмы в этом возрасте до конца не сформированы, поэтому интенсивная умственная деятельность и высокое нервно-эмоциональное напряжение сопровождается активизацией всех функциональных систем организма, что может привести к усиленной работе вегетативной нервной системы и к перегрузке высшей нервной деятельности. Известно, что перенапряжение в высшей нервной деятельности приводит к изменениям в эмоциональной сфере и, как следствие, может стать звеном в возникновении психосоматических заболеваний [2].

Показано, что у сельских обучающихся, как и у городских, состояние функциональных систем организма по тесту В. Б. Войнова соответствует сумме баллов от 2.4 до 11.7, что характеризует высокий уровень функционирования всех исследуемых систем.

Однако у детей сельской школы отмечается некоторое напряжение работы отдельных функциональных систем. В частности, у сельских обучающихся сумма баллов по частоте встречаемости и силе выраженности симптомов болезненности оказывается выше, чем у городских сверстников: дыхательной системы (на 60 %), костно-мышечной (на 29 %), лимфатической (на 56 %) ($0.3 < p < 0.2$) (табл. 2). Кроме того, у сельских детей зарегистрировано больше случаев встречаемости симптомов болезненности ЛОР-органов (на 40 %). К тому же у сельских школьников отмечается более частое и сильное (в 2.1 раза, $0.3 < p < 0.2$) проявление симптомов вегетососудистой дистонии, таких как утомляемость, головокружение, повышенная эмоциональная возбудимость, неустойчивость настроения, слабость, расстройство сна, обмороки, что, на наш взгляд, является свидетельством напряженного функционирования нервной и сердечно-сосудистой систем. Кроме того, причинами вегетососудистой дистонии у обучающихся могут быть депрессии, угнетенное настроение, истощение детского организма вследствие перенесенных острых, хронических заболеваний, нерациональное питание, активные физические нагрузки, а также гормональные перестройки организма в период полового созревания. Т. В. Егоровой с соавт. [7] также указано на функциональные нарушения сердечно-сосудистой системы у детей сельской местности, проживающих в условиях Севера. Исследователями выявлена достоверная разница в показателях работы сердечно-сосудистой системы, что проявляется в нарушениях ритма сердца у город-

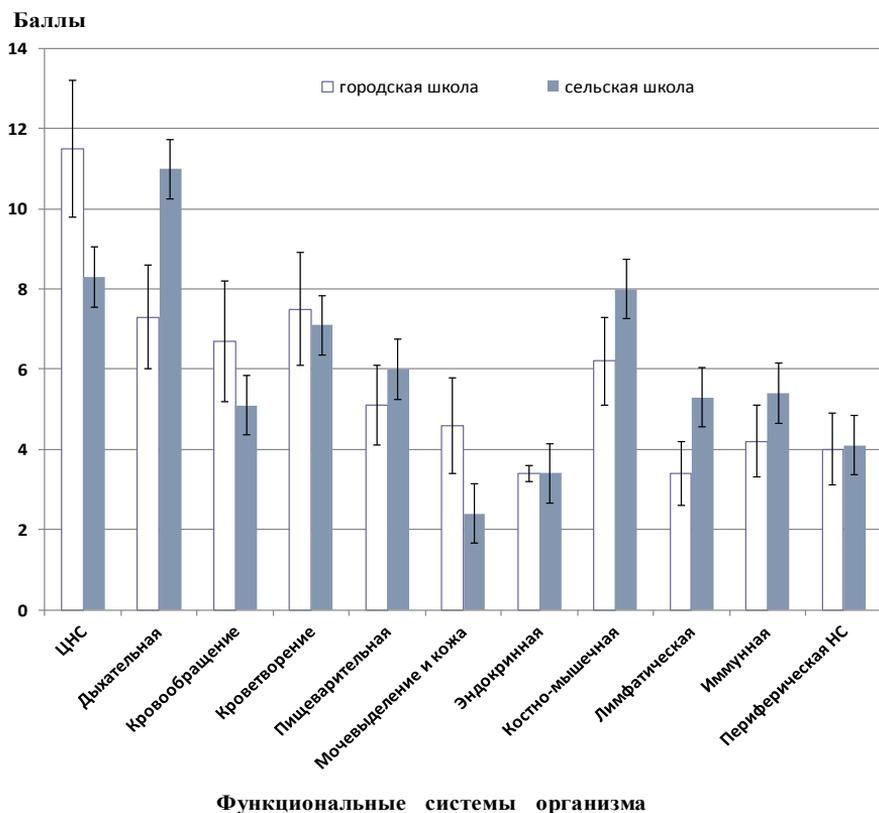


Рис. 1. Динамика уровня здоровья (в баллах) учащихся пятых классов городской и сельской школы по основным функциональным системам организма ($X \pm mx$)

ских школьников на 6.5 %, а также в большем количестве детей с артериальной гипертензией (на 3.27 %) [7].

Согласно С. М. Громбах [5], сердечно-сосудистая система чрезвычайно реактивна к воздействиям эмоционального напряжения. В нашем случае эмоциональное напряжение школьников 10—12 лет объясняется адаптационным стрессом при переходе из начального звена обучения в среднее: к увеличенному объёму информации, новому преподавательскому коллективу, новым предъявляемым требованиям учителей. Изменение системы обучения в школе объективно требует большого напряжения функциональных систем организма [2, 3], кроме того, учеба связана с эмоциональными стрессами при преодолении трудных учебных ситуаций [6].

Таким образом, воздействие указанных факторов на фоне сниженной адаптации организма нарушает работу периферической (вегетативной) нервной и сосудистой систем, что может приводить к изменению обмена веществ в тканях сердца и сосудов, и, как следствие, развитию неадекватной реакции даже на обычную нагрузку.

По мнению профессора А. У. Лекманова [9], сосудистые дистонии рассматриваются как заболевания, сопровождающиеся отклонением артериального давления от возрастных нормативов. Артериальное давление отражает прежде

всего состояние системы кровообращения и может являться одним из главных критериев оценки здоровья.

Многочисленные отечественные и зарубежные исследования указывают на тот факт, что увеличение артериального давления (гипертензия) или его снижение (гипотензия) начинаются чаще в детском возрасте. Сведения, полученные нами при исследовании функционального состояния сосудистой системы школьников Республики Коми, выявили более низкие величины артериального давления крови по сравнению с нормой (110—128 мм рт. ст., 70—84 мм рт. ст.). Так, у городских мальчиков и девочек показатели давления составили 104/70.05 мм рт. ст. и 102.5/67.4 мм рт. ст.; у сельских соответственно 99.4/61 мм рт. ст. и 97.7/58.9 мм рт. ст.

Причиной более высоких величин артериального давления у городских учащихся по сравнению с ровесниками в сельской местности, как показал опрос, является пониженная двигательная активность школьников городской местности. Так, гиподинамия среди сельских школьников была выявлена лишь у 1/3 детей, в то время как среди городских школьников составляет более 60 %.

Наряду с этим школьники, проживающие в сельской местности, в меньшей степени испытывают неблагоприятное влияние окружающей среды (шум, загрязнение воздуха, воды, плохое питание, стрессы и др.), что, несомненно, благоприятно сказывается на их здоровье [11]. Так, нами показано, что у школьников сельской местности по сравнению с обучающимися городской школы частота и сила выраженности симптомов при оценке функционального состояния нервной системы оказывается ниже на 28 % ($p < 0.3$) (рис. 1).

Таким образом, изучение функционального состояния физиологических систем организма позволяет судить о состоянии организма обучающихся городской и сельской школы, что даёт возможность дифференцированного подхода к разработке и осуществлению мероприятий, направленных на профилактику и коррекцию дезадаптивных нарушений, и является одним из важных условий сохранения и укрепления здоровья школьников.

* * *

1. Агаджанян Н. А., Баевский Р. М., Берсенева А. П. Учение о здоровье и проблемы адаптации. М.; Ставрополь: Изд-во Ставроп. гос. ун-та, 2000. 203 с.

2. Баевский Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. М.: Медицина, 1979. 223 с.

3. Байтингер О. Е. Отношение молодежи к высшему образованию // Ананьевские чтения. Образование и психология. СПб., 2001. С. 71—73.

4. Войнов В. Б., Бугаев Л. А., Кульба С. Н., Трушкин А. Г., Хренкова В. В., Золотухин В. В. Практикум по валеологии: практикум для высших учебных заведений. Ростов н/Д: УНИИ валеологии РГУ, 1999. 193 с.

5. Громбах С. М. Школа и психическое здоровье учащихся. М.: Медицина, 1988. 272 с.

6. Давиденко Д. Н., Щедрин Ю. Н., Щеголев В. А. Здоровье и образ жизни студентов : учебное пособие для вузов. СПб.: СПбГУИТМО, 2005. 124 с.

7. Егорова Т. В., Саввина Н. В., Саввина А. Д., Лазарева А. А., Егорова М. Д., Павлова О. Н. Сравнительный анализ состояния здоровья городских и сельских школьников республики Саха (Якутия) по результатам комплексного обследования в центре здоровья // IV конгресс с междунар. участием «Экология и здоровье человека на Севере». Якутск: Северо-Восточный фед. ун-т им. М. К. Амосова, 2013. С. 253—258.

8. Казин Э. М., Блинова Н. Г., Литвинова Н. А. Основы индивидуального здоровья человека: Введение в общую и прикладную валеологию : учебное пособие для вузов. М.: ВЛАДОС, 2000. 192 с.

9. Лекманов А. У. Артериальное давление у сельских школьников // Здоровье детей : журналы издательского дома «1 Сентября». 2001. № 16. С. 6.

10. Матвеева Н. А., Кузмичев Ю. Г., Богомолова Е. С. и др. Динамика физического развития школьников Нижнего Новгорода // Гигиена и санитария. 1997. № 2. С. 26—28.

11. Сапин М. Р., Брыксина З. Г. Анатомия и физиология детей и подростков : учеб. пособие для вузов. М.: Академия, 2000. С. 22—33.

12. Чумаков Б. Н. Валеология: учеб. пособие. 2-е изд., испр. и доп. М.: Педагогическое об-во России, 1997. С. 407.

13. Зайцева В. М. URL: www.dr-zaytsev.ru (дата обращения: 15.01.2017).

АНАЛИЗ КАРДИОПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕТЕЙ 6—7 ЛЕТ МЕТОДОМ СКАТТЕРОГРАФИИ В ПОКОЕ И ПРИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОБАХ

ANALYSIS KARDIOPOKAZATELEY CHILDREN 6—7 YEARS BY SKATTEROGRAFF AT REST AND DURING FUNCTIONAL TESTS

Н. Г. Русских, Е. М. Осколкова, Ю. С. Зюзюлькин
N. G. Russkikh, E. M. Oskolkova, Y. S. Zyuzulkin

В статье приведены результаты экспериментального исследования, целью которого было проанализировать некоторые кардиопоказатели методом скаттерографии у детей старшего дошкольного возраста.

The results of the pilot study, the aim of which was to analyze some kardiopokazateli method skatterografii children preschool age.

Ключевые слова: *скаттерграмма, скаттерография, ортостатическая проба, частота сердечных сокращений, электрокардиограмма, вариабельность, дети.*

Keywords: *scattergram, skatterografiya, orthostatic test, cardiovascular system, electrocardiogram, variability, children.*

Введение

Функциональные пробы имеют важное диагностическое значение для характеристики функционального состояния сердечно-сосудистой системы (ССС), выявления оценки резервных возможностей сердца и всего организма, предела функциональной способности системы кровообращения. Электрокардиография (ЭКГ) широко и прочно вошла в практику кардиофизиологического исследования детей, это один из распространенных методов оценки функционального состояния миокарда в покое и в ответ на функциональную нагрузку при определении типа вегетативной регуляции, адаптационной деятельности организма, функциональных резервов организма [1, 3, 4]. Сущность метода корреляционной ритмографии (скаттерографии) заключается в графическом отображении последовательных пар кардиоинтервалов (предыдущего и последующего) в двухмерной координатной плоскости. График и область точек, полученных таким образом (пятна Пуанкаре или Лоренца), называются скаттерграммой. Этот способ оценки ВСП относится к методам нелинейного анализа. При построении скаттерграммы образуется совокупность точек, центр которых располагается на биссектрисе. Величина отклонения точки от биссектрисы влево показывает, насколько данный сердечный ритм короче предыдущего, вправо от биссектрисы — насколько он длиннее предыдущего [2].

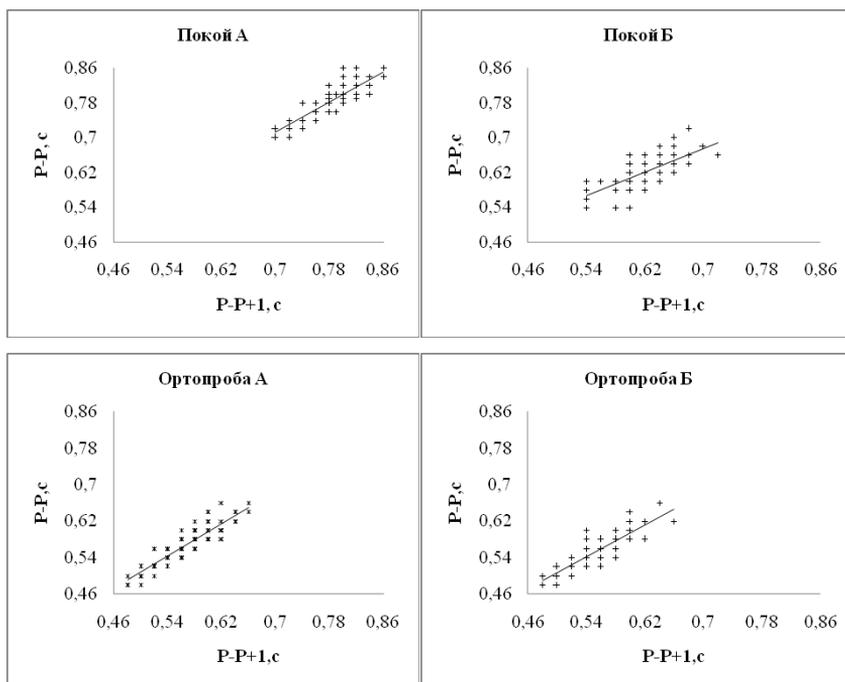
Материал и методы

Исследование проводилось в первой половине дня (с 11.00 часов до 12.30 часов) в условиях естественного освещения на базе городского детского сада в весенний период. Температура воздуха в помещении составляла 20—22 °С, влажность воздуха около 60 %. Обследованы ($n = 20$) дети обоего пола в возрасте 6—7 лет. По данным медицинских карт, дети практически здоровы. На обследование было получено разрешение комиссии по этике Сыктывкарского государственного университета им. Питирима Сорокина и родителей.

Измеряли рост (см), массу тела (кг), частоту сердечных сокращений (ЧСС) пальпаторно трижды в течение 30 сек. и по ЭКГ. ЭКГ записывали во II стандартном отведении на протяжении 100 кардиоциклов с помощью электрокардиографа «Аксион» ЭК1Т-07 в положении испытуемого лежа на спине (контроль) и в ответ на активную ортостатическую пробу (АОП). Интервалы P–P измеряли с помощью линейки с погрешностью 0.5 мм. Результаты представлены в виде кардиоинтервалограмм (КИГ) с соответствующей статистической обработкой. Рассчитывали среднее значение (M), стандартное отклонение (SD), ошибку средней (m).

Результаты и обсуждение

Рост детей в среднем составил 122 см, масса тела — 24 кг. Рост варьировал от 113 до 134 см, вес — от 19 до 34 кг. Тестирование с помощью АОП является одним из наиболее простых и безопасных проб, которое позволяет не толь-



Скаттерграммы детей 6—7 лет в покое и при ортостатической пробе.
А — минимальная ЧСС в покое, Б — максимальная ЧСС в покое

ко оценивать резервные возможности ССС и выявлять динамику развития ССС, характерную для данного возраста, но и получать сведения об общей реакции адаптационных возможностей организма. Изменения показателей variability сердца, вегетативного и сосудистого компонентов реакции на АОП в несколько раз превышают те же показатели при гомеостазисе [4, 5].

В дошкольном возрасте у ребенка наблюдается значительная индивидуальная variability показателей работы сердца [3, 4, 6]. У обследованных нами детей индивидуальные значения ЧСС варьировались от 64 до 100 уд/мин в покое и от 82 до 118 уд/мин в ответ на активную ортостатическую пробу. В среднем ЧСС в ответ на АОП увеличивается с 84 ± 8.5 уд/мин ($m = 1.8$) в покое до 104 ± 7.8 уд/мин ($m = 1.7$), т. е. на 24 %.

Интервалы P—P в покое и под действием АОП варьируются от 0.58 ± 0.05 с ($m = 0.005$) до 0.89 ± 0.1 с ($m = 0.01$) и от 0.51 ± 0.04 с ($m = 0.004$) до $0.82 \pm 0,1$ с ($m = 0.01$) соответственно. В среднем длительность интервала P—P меняется от 0.71 ± 0.07 с ($m = 0.02$) в покое и до 0.61 ± 0.08 с ($m = 0.02$) при АОП, т. е. уменьшилась на 14 %. При минимальном показателе ЧСС длительность P—P уменьшилось на 28 % (с 0.79 до 0.57 с), а при максимальном — на 11 % (с 0.62 до 0.55 с) (см. рисунок).

Заключение

Из вышесказанного можно сделать вывод, что полученные результаты показывают наибольшее изменение интервала P—P при минимальном показателе ЧСС.

* * *

1. Догадкина С. Б. Особенности вегетативной нервной регуляции сердечного ритма у детей 5 лет // Новые исследования. 2008. Т. 1. № 17. С. 64—71.

2. Михайлов В. М. Variability ритма сердца: опыт практического применения. 2-е изд. перераб. и доп. Иваново: Ивановская гос. мед. академия, 2002. 290 с.

3. Оникул Е. В., Иржак Л. И. Амплитудно-временные характеристики электрокардиограммы детей трех и четырех лет в покое и при активной ортостатической пробе в зимнее время года // Экология человека. 2011. № 11. С. 31—35.

4. Русских Н. Г., Иржак Л. И. Изменение показателей сердечного ритма и кардиоинтервалов у детей 6—7 лет в ответ на активную ортостатическую пробу // В мире научных открытий. 2016. № 3(75). С. 127—138.

5. Barantke M., Krauss T., Ortak J., Lieb W., Reppel M., Burgdorf C., Pramstaller PP., Schunkert H., Bonnemeier H. Effects of gender and aging on differential autonomic responses to orthostatic maneuvers // J. Cardiovasc Electrophysiol. 2008. Vol. 19(12). P. 1296—1303.

6. Deal B. J., Mavroudis C., Backer C. L. Surgery for arrhythmias in children // J. Cardiol. 2004. № 97. P. 39—57.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА В АГРОЦЕНОЗАХ НА СЕВЕРЕ

USE OF HYDROLYSIS LIGNIN IN AGROCENOSIS IN THE NORTH

Н. И. Романчук
N. I. Romanchuk

Рассмотрен способ химической модификации гидролизного лигнина, посредством которого можно получить высокоэффективное органическое удобрение. Выявлено, что режим модифицирования лигнина оказывает определяющее влияние на направленность процессов деструкции и последующей минерализации полученного удобрения при внесении в почву.

The method of chemical modification of hydrolysis lignin by which it is possible to obtain highly efficient organic fertilizer. It was revealed that the mode of modification of lignin has a decisive influence on the trend of the processes of decomposition and subsequent mineralization of the obtained fertilizer in the soil.

Ключевые слова: агроценоз, органическое удобрение, лигнин, модификация, гумусовые вещества.

Keywords: agrocenosis, organic fertilizer, lignin, modification, humic substances.

Цель и методика исследований

Значение гумусовых веществ почвы для агроценозов трудно переоценить. Они накапливают элементы питания и энергию, участвуют в миграции катионов, за счет своей сорбционной активности снижают негативное действие токсичных веществ. Они устойчивы, полидисперсны, высокомолекулярны [1]. Главным источником образования гумусовых веществ в почве являются растительные остатки — опад, отмирающие корни.

Большинство исследователей отмечают, что для северных агроценозов характерно невысокое содержание гумуса, фульватный его состав, низкое содержание питательных элементов в доступной для растений форме. Это объясняет актуальность исследований, направленных на поиски источников органического вещества для почв северных агроценозов.

В данной работе изучена возможность использования нетрадиционного удобрения для повышения активного пула органического вещества почвы. Известно, что в формировании гумуса важную роль играет лигнин — один из самых распространенных природных полимеров. Крупномасштабное использование лигнина в сельском хозяйстве решает не только проблему утилизации от-

ходов деревоперерабатывающих предприятий. Результатом использования лигнина в агроценозах является качественное улучшение агрохимических свойств почвы, активизация процессов почвообразования и в целом повышение урожайности сельскохозяйственных культур.

Однако лигнин биологически и химически малоактивен. Он является наиболее устойчивым к минерализации, поэтому его использование в качестве источника органического вещества для агроценозов возможно лишь после предварительной модификации. Промышленный гидролизный лигнин еще менее пригоден для прямого использования в качестве органического удобрения, поскольку имеет повышенную кислотность, высокое содержание остаточных концентраций реактивов целлюлозно-бумажного производства. Использованию лигнина должна предшествовать структурная модификация его полимерной матрицы.

Известны разные способы модифицирования сложной полимерной молекулы лигнина. Среди них наиболее перспективны биологическое (компостирование) и химическое. Использование различных методов модифицирования лигнина позволяет достигнуть различной глубины конверсии полимерной матрицы.

Наши исследования были направлены на поиск оптимальных условий химической модификации гидролизного лигнина, посредством которых возможно получение продукта с заданными свойствами. Выбор режимов модификации проводился с учетом влияния состава и функциональных параметров нового удобрения на почвообразовательный процесс, буферность почвы и устойчивость системы «почва-растение».

Основным сырьем для получения органического удобрения был лигнин гидролизно-дрожжевого производства Сыктывкарского ЛПК. На выходе из гидролиз аппаратов лигнин имел следующие характеристики: рН 2,2—2,7; влажность — 65—70 %; трудногидролизуемые полисахариды — 18—20 %; неотмытые растворимые вещества — 4,2—6,7 %; вещества, экстрагируемые спиртобензолом, — 11—13 %; минеральные кислоты (в пересчете на H_2SO_4) — 1,6—1,8 %; зола — 1,4—1,5 %.

Для получения удобрения использовалась калиевая селитра ГОСТ 1949-65, кислота фосфорная термическая ГОСТ 10678-76 плотностью $d = 1,59—1,60$ г/см³, нейтрализация кислых продуктов проводилась углеаммонийными солями ГОСТ 9325-60.

Опытные партии органического удобрения на основе лигнина соответствовали следующим требованиям: влажность не более 20 %; содержание нерастворимой в воде части не менее 13 %; рН водной вытяжки не менее 5. По элементарному составу препараты содержали: 16—17 % фосфора: 19—29 % калия; до 11 % азота; 13,5 % органического вещества (в зависимости от применяемых химических реагентов и их соотношений), причем из 11 % азота с органическим веществом может быть связано до 2—2,2 % азота, до 9—9,2 % общий растворимый азот, представляемый как аммиачной (6,6—6,7 %), так и нитратной (2,5—2,6 %) формами. Содержание карбонильных групп (СО) — от 1,1 до 3,0 %; карбоксильных групп (СООН) — от 1,6 до 3,3 %; эфирный азот (без восстановления) — от 5 до 10 %, азот эфирный (с восстановлением) — от 7 до 12 %.

Химическую модификацию гидролизного лигнина проводили в кислотно-солевой системе $\text{KNO}_3\text{—H}_3\text{PO}_4$ при различных соотношениях компонентов, концентрации кислоты, температуре и времени воздействия.

Первый этап модифицирования заключался в формировании необходимых структурных единиц на основе уже имеющихся в структуре лигнина. На данном этапе модификант также обогащался биогенными веществами (N, P, K). Второй этап включал в себя процесс нейтрализации избыточной кислоты до нейтральных солей. Посредством этого регулировали pH водной вытяжки органо-минерального продукта. При применении в качестве нейтрализатора основных солей аммония в состав модификанта также вводилась основная масса активного азота. Количество этого основания в соответствии с требованием pH водной вытяжки не менее 6 брали из расчета нейтрализации всей фосфорной кислоты до однозамещенных солей.

Анализ лигнина и полученных на его основе модификантов проводили согласно стандартным методикам [2, 3]. Элементный состав препаратов определяли на анализаторе фирмы Carlo Erba Strumentazione, модель 1106 (Италия).

Влияние полученного органического удобрения на агроценозы изучалось в подзоне средней тайги Республики Коми. Исследования проводились в модельных вегетационно-полевых и на производственных посевах. Удобрения вносились в одинарной (12 ц/га) и двойной (24 ц/га) дозах. В качестве контроля использовались неудобренные делянки и делянки с внесением минеральных удобрений в дозах, эквивалентных действующему веществу в органических удобрениях. Агрохимические свойства почв изучали по общепринятым методикам. Групповой и фракционный состав органического вещества определяли по методике В. В. Пономаревой и Т. А. Плотниковой [4].

Статистическая обработка материала осуществлялась с помощью электронных таблиц Excel. Это обеспечило объективную оценку достоверности полученных результатов. Статистический и корреляционный анализы полученных материалов проводили на персональном компьютере Pentium с применением программы статистической обработки STATISTIKA.

Результаты исследований

Лигнин является природной полимерной матрицей, содержащей в своей структуре ароматические кольца, доступные для химических реагентов. Для направленной модификации лигнина с целью придания ему свойств, близких к свойствам гумусовых веществ, обогащения его структуры хиноидными фрагментами и биогенными веществами использовали окислительную среду $\text{KNO}_3\text{—H}_3\text{PO}_4$.

В результате химической деструкции гидролизный лигнин претерпевал существенные превращения. Под влиянием окисляющих веществ он переходил в форму соединений, в которых частично разрушены лигноуглеводные связи, обуславливающие трудную его растворимость. Наряду с освобождением лигнина из нерастворимой сшитой жесткоцепной структуры растительного полимера происходил процесс его окислительных превращений, сопровождающих

ся частичным разрушением шестичленных углеродных циклов. Таким образом, часть конденсированных структур лигнина переходила в формы, легкоусвояемые растениями. Происходила конверсия макромолекулы лигнина с образованием структур, аналогичных гумусовым соединениям (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная характеристика гидролизного лигнина (ГЛ СЛПК), химически модифицированного лигнина и гуминовых веществ

Наименование образца	Содержание компонентов				
	Элементный состав, % (масс)		Функциональный состав, мг-экв/г		
	С	Н	ОСН ₃	СООН	СО
ГЛ СЛПК	55,0—62,0	6,7	2,4—3,1	0,3—0,4	1,2—1,4
Гуминовые кислоты*	52,0—62,0	2—5,5	0,3—2,5	2,5—5,0	2,0—2,4
Химически модифицированный лигнин	52,0—55,0	5,55	0,2—0,3	2,8—2,9	1,1—3,0

* [5]

Новое органическое удобрение на основе лигнина представляло собой многокомпонентный гранулированный продукт темно-коричневого цвета, близкий по функциональному составу органического вещества к гумусовым кислотам, содержащий неорганические компоненты — калий, азот, фосфор.

Состав, структура и свойства полученных продуктов определялись соотношением исходных реагентов, а также условиями протекания реакции (время, температура и т. п.). Выбор режима модификации позволял придать продукту необходимые для удобрения качества по содержанию органического вещества, N, P, K. В результате химические и структурные изменения лигнина в окислительных системах определяли формирование состава нового удобрения.

Влияние органического удобрения на физико-химические свойства почвы

Полевые опыты закладывали на подзолистой, легкосуглинистой слабокультуренной почве, сформировавшейся на покровных и моренных суглинках. Варианты сравнивались с контролем без удобрений и с внесением минеральных удобрений в эквивалентных дозах по действующему веществу. В качестве опытных культур были выбраны картофель, горох в смеси с овсом.

Основной тенденцией в изменении агрохимических свойств пахотного горизонта почвы при ежегодном внесении органического удобрения под всеми культурами являлось: обогащение биофильными элементами (почвы из низкообеспеченных по N, P, K становились высокообеспеченными), изменение качественного состава гумуса (отношение ГК/ФК возрастало от 0,42 до 2,70), проявление сорбционных свойств по отношению к органическому веществу (при максимальной дозе лишь около 4 % углерода удобрения может быть вынесено за пределы пахотного слоя).

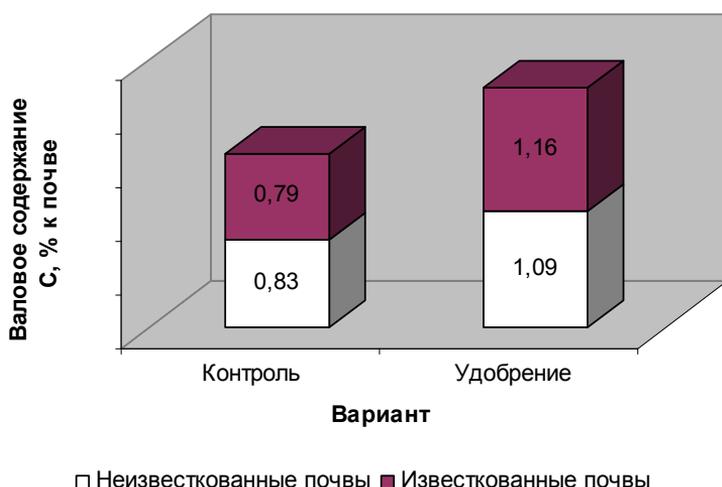


Рис. 1. Содержание органического вещества в пахотном горизонте в контроле и опытных образцах

Под воздействием удобрения качественно улучшалась структура почвы. Сложная многомерная и полифункциональная структура природного полимера обеспечивала пролонгированность поступления химических элементов в почву. Удобрение активно взаимодействовало с почвой, не оказывая разрушающего влияния на ее минеральную часть.

При применении больших доз удобрения наблюдалось незначительное подкисление почвы. При однократном внесении удобрения изменения кислотно-основных свойств в пахотной почве были значимыми только на вариантах с максимальными дозами удобрения — 48 ц/га. Смещение реакции почвенного раствора в область кислых значений при применении удобрения вполне закономерно и обусловлено значительным содержанием остаточных концентраций реактивов. Избыточная кислотность нейтрализовалась доломитовой мукой.

Ежегодное внесение удобрения (в течение 8 лет) оказывало поддерживающий эффект и стабилизировало содержание органического вещества в пахотном горизонте на более высоком уровне (Сорг. — 1,09—1,16 %) по сравнению с контролем (0,79—0,83 %).

Влияние органического удобрения на продуктивность растений

Опыты показали, что характер трансформации удобрения в почве благоприятен для растений, о чем свидетельствуют результаты многолетних наблюдений, показывающие рост продуктивности растений, под которые они вносились.

Экспериментальные данные свидетельствовали об увеличении урожая по сравнению с контролем у всех культур, выращенных на основе нового удобрения. Первый год испытания удобрения в дозах 12 (ТП-1) и 24 ц/га (ТП-2) показал

повышение урожайности культур (особенно картофеля сорта Приекульский) по сравнению с контролем в 1,5—2 раза (табл. 2). В сравнении с эквивалентными дозами стандартных удобрений (Мин-1 и Мин-2) при однократном внесении прибавки урожая были близкие.

Таблица 2

**Действие органического удобрения и минеральных удобрений
в эквивалентных дозах на продуктивность травосмеси из гороха и овса
и картофеля сорта Приекульский**

Вариант	Контроль	Мин-1*	ТП-1**	Мин-2*	ТП-2**
Травосмесь из гороха и овса, ц/га	101	133	133	102	107
Картофель, ц/га	91	97	138	129	173

* Мин-1 и Мин-2 — стандартные минеральные удобрения в дозах, эквивалентных по д. в. дозам органического удобрения; ** органическое удобрение в дозах 12 ц/га и 24 ц/га.

На опытных участках, где удобрение вносили несколько лет подряд, урожай массы смеси гороха с овсом и картофеля повышался еще в большей степени (табл. 3).

Таблица 3

**Влияние кумулятивного эффекта от внесения удобрений (2—5 лет подряд)
на продуктивность культур в агроценозах (подзона северной тайги)**

Культура	Кол-во лет внесения удобрений	Контроль ц/га	Мин-1*	ТП-1**	Мин-2*	ТП-2***
			прирост к контролю, %			
Травосмесь из гороха и овса	1	101,0	31,7	31,7	1,0	5,9
	2	75,0	236,0	164,0	285,3	312,0
	3	87,0	148,3	126,4	217,9	317,2
Картофель сорта Приекульский	3	68,0	261,8	238,2	351,5	297,1
	4	128,0	10,2	73,4	88,3	157,8
	5	91,0	6,6	41,8	47,3	64,8

* Мин-1 и Мин-2 — стандартные минеральные удобрения в дозах, эквивалентных по д. в. дозам органического удобрения; ** удобрение в дозах 24 ц/га; *** удобрение в дозах 48 ц/га.

В целом исследования удобрения показали положительную эффективность на рост урожайности сельскохозяйственных культур, что, по-видимому, вызывается увеличением в почве подвижных элементов, ускорением процессов гумификации почв и повышением плодородия.

Влияние препарата не ограничивалось повышением продуктивности зеленых растений. Применение удобрения в лесных насаждениях показало, что оно вызывает более ускоренную минерализацию лесной подстилки, повышает микробиологическую активность лесных подзолистых почв, что способствует постепенному повышению эффективного плодородия почвы и усилению биологического круговорота элементов питания в удобренных насаждениях.

Изучение зоотехнической ценности кормов, полученных на участках с применением удобрения, не выявило в растениях заметных отклонений в концентрации питательных веществ.

Исследование токсических свойств органического удобрения на основе лигнина показало, что удобрение по параметру токсичности относится к малотоксичным препаратам с узкой зоной токсического действия.

Выводы. Рекомендации

В процессе химического модифицирования гидролизного лигнина в кислотно-солевой системе $\text{KNO}_3\text{—H}_3\text{PO}_4$ получено вещество, обладающее свойствами высокоэффективного органического удобрения.

При внесении удобрения в почву улучшалась ее структура, физико-химические свойства, увеличивались ее сорбционные свойства. Почвы из группы среднеобеспеченных становились почвами с повышенной обеспеченностью по биофильным элементам (N, P, K). Удобрение качественно изменяло состав гумуса. Под влиянием удобрения содержание гуминовых кислот увеличивалось, а фульвокислот — уменьшалось.

Продуктивность всех испытанных растений под влиянием нового удобрения существенно увеличивалась по сравнению с контрольными вариантами.

Результаты токсиколого-гигиенических исследований показали, что органическое удобрение на основе лигнина относится к малотоксичным соединениям.

Исследования показали, что на основе лигнина возможно получение дешевого, сбалансированного по элементам питания органического удобрения для использования в агроценозах на Севере.

* * *

1. Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почв. М., 1974. 332 с.
2. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1989. 448 с.
3. Закис Г. Ф., Можейко Л. И., Тельшева Г. Н. Методы определения функциональных групп лигнина. Рига: Зинатне, 1975. 175 с.
4. Пономарева В. В., Плотникова Т. А. Гумус и почвообразование. Л.: Наука, 1980. 220 с.
5. Швецова В. М. Изменение свойств почвы и качества растений под влиянием комплексного органоминерального удобрения // Проблемы включения отходов гидролизного производства в биологический круговорот веществ : тр. Коми НЦ УрО АН СССР. (№ 106) / В. М. Швецова, И. Н. Хмелинин, В. А. Безносиков, П. И. Конкин. Сыктывкар, 1989. С. 17—29.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Гаврилов Александр Леонидович, ФГБУН «Институт экологии растений и животных УрО РАН», научный сотрудник; 620144, г. Екатеринбург, 8 Марта 202; тел.: (343) 210-38-58, e-mail: gavrilov@ipae.uran.ru

Gavrilov Aleksandr, Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Division of RAS (IPAE UB RAS), Ekaterinburg, research fellow, 8 Marta, 202; Phone (343) 210-38-58, mail: gavrilov@ipae.uran.ru

Доровских Геннадий Николаевич, ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина», институт социальных технологий, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности, д. б. н.; 167001, г. Сыктывкар, Октябрьский пр., 55; тел.: (8212) 255-180, e-mail: dorovskg@mail.ru

Dorovskikh Gennady Nikolaevich, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Institute of Social Technologies, professor of Biology, 167001, Syktyvkar, Oktyabrsky Avenue, 55; Phone (8212) 255-180, e-mail: dorovskg@mail.ru

Зюсюлькин Юрий Степанович, ФГБОУ ВО «ГУ им. Питирима Сорокина», институт социальных технологий, доцент кафедры физической культуры, к. б. н.; 167001, г. Сыктывкар, Октябрьский пр., 55; тел.: (8212)390-374, e-mail: kfv@syktsu.ru

Zyuzuulkin Yuri Stepanovich, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Institute of Social Technologies, associated professor, Department of physical culture, Syktyvkar, Oktyabrsky Avenue, 55; Phone (8212) 390-374, e-mail: kfv@syktsu.ru

Кондратьева Алена Александровна, филиал ОАНО ВО «Московский психолого-социальный университет» в г. Ярославле, студент-бакалавр факультета психологии, направление подготовки — социальная психология; 150001, г. Ярославль, ул. Большая Федоровская, 12; тел.: (4852) 73-18-89; e-mail: mpsu3@mail.ru

Kondrat'eva Al'ena Aleksandrovna, BA of Psychology, akademik direction — social psychology, Moscow Psychology and Social University, campus in Yaroslavl, 150001, Yaroslavl, G. Fedorovskaya str., 12; Phone (4852) 73-18-89; e-mail: mpsu3@mail.ru

Мазур Виктория Васильевна, ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина», институт социальных технологий, старший преподаватель кафедры экологического образования и безопасности жизнедеятельности, г. Сыктывкар, Октябрьский проспект, 55, тел. (8212) 255-180, e-mail: opioni@syktsu.ru

Mazur Viktoria, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Institute of Social Technologies, associated professor of Biology, Syktyvkar, Oktyabrsky Avenue, 55, Phone (8212) 255-180, e-mail: opioni @syktsu.ru

Осколкова Елена Михайловна, ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина», институт социальных технологий, зав. кафедрой физической культуры, доцент кафедры физической культуры, к.б.н.; 167001, г. Сыктывкар, Октябрьский пр., 55; тел.: (8212)390-374, e-mail: kfv@syktsu.ru.

Oskolkova Elena Mikhaylovna, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Institute of Social Technologies, head of the Department of physical culture, associated professor, Department of physical culture, Syktyvkar, Oktyabrsky Avenue, 55; Phone (8212)390-374, e-mail: kfv@syktsu.ru.

Разина Татьяна Валерьевна, филиал ОАНО ВО «Московский психолого-социальный университет» в г. Ярославле, зав. кафедрой психологии, д. психол. н., доцент; 150001, г. Ярославль, ул. Большая Федоровская, 12; тел.: (4852) 73-18-89; e-mail: razinat@mail.ru

Razina Tatiana, Head of the Chair of psychology, Sc.D. (Psychology), assistant professor The Moscow Psychology and Social University, campus in Yaroslavl, 150001, Yaroslavl, G. Fedorovskaya str., 12; Phone (4852) 73-18-89; e-mail: razinat@mail.ru

Репина Екатерина Николаевна, ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина», институт социальных технологий, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности, к. б. н.; г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 25, тел.: 89042303036, e-mail: ker-repina@yandex.ru

Repina Ekaterina, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Institute of Social Technologies, assistant professor of health and safety, PhD, Syktyvkar, ul. The Communist, 25, tel. 89042303036, e-mail: ker-repina@yandex.ru

Рогачевская Ольга Васильевна, ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина», институт социальных технологий, заведующая кафедрой безопасности жизнедеятельности, к. б. н.; г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 25, тел.: 89091219788, e-mail: roga-olga@mail.ru

Rogachevskaya Olga, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Institute of Social Technologies, assistant professor of health and safety, PhD, Syktyvkar, ul. The Communist, 25, tel. 89091219788, e-mail: roga-olga@mail.ru

Романчук Надежда Ивановна, ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина», начальник управления научной и инновационной деятельности, кандидат сельскохозяйственных наук, 167001 г. Сыктывкар, Октябрьский пр-т, 55; тел.: 89042383500, e-mail: romanchukni@mail.ru

Romanchuk Nadejda, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, head of directorate research and innovation, PhD, 167001, Syktyvkar, Oktyabrsky Avenue, 55; Phone 8(8212)390-345, e-mail: romanchukni@mail.ru

Русских Надежда Геннадьевна, ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина», институт социальных технологий, старший преподаватель кафедры физической культуры, аспирант кафедры теоретических и медико-биологических основ физической культуры; 167001, г. Сыктывкар, Октябрьский пр., 55; тел.: 89222723931, e-mail: rung76@mail.ru; labgip@syktsu.ru; kfv@syktsu.ru.

Russkih Nadezhda Gennadyevna, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Institute of Social Technologies, senior lecturer, Department of physical culture, post-graduate Department of theoretical and medical-biological basics of physical culture, Syktyvkar, Oktyabrsky Avenue, 55; Phone 89222723931, e-mail: rung76@mail.ru; lab-gip@syktsu.ru; kfv@syktsu.ru.

Степанов Владимир Григорьевич, ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина», институт естественных наук, доцент кафедры биологии, к. б. н., г. Сыктывкар, Петрозаводская, 120, тел.: (8212) 22-23-02, e-mail: Stepanov@syktsu.ru

Stepanov Vladimir, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Institute of Natural Sciences, associated professor of biology, Syktyvkar, Petrozavodska Street, 120, Phone (8212) 22-23-02, e-mail: Stepanov @syktsu.ru

Чугунова Юлия Константиновна, ФГБНУ «Научно-исследовательский институт экологии рыбохозяйственных водоемов», научный сотрудник, к. б. н.; 660097, Красноярский край, г. Красноярск, а/я 17292, тел.: 8(391) 252-33-27, e-mail: jhermann@mail.ru

Chugunova Julia, Federal state budgetary scientific establishment Scientific Research Institute of Ecology of Fishery Reservoirs, research fellow, cand. Sc. (Biology), P/o box 17292, Krasnoyarsk, the Krasnoyarsk Territory, 66007; Phone: 8(391) 252-33-27, e-mail: jhermann@mail.ru