

ISSN 2306-6229

Вестник Сыктывкарского университета

СЕРИЯ 2

БИОЛОГИЯ
ГЕОЛОГИЯ
ХИМИЯ
ЭКОЛОГИЯ

2(18) выпуск **21**

Вестник Сыктывкарского университета (научный журнал)	Серия 2	12+
	Биология Геология Химия Экология	ISSN 2306-6229 Выпуск 2(18) 2021

СОДЕРЖАНИЕ

От редакционной коллегии	
<i>From Editorial board</i>	7
СТАТЬИ	
<i>Экология</i>	
<i>Доровских Г. Н.</i> Популяции карася <i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) и его паразита рачка <i>Lernaea cyprinacea</i> Linnaeus, 1758 (Copepoda: Lernaeidae Cobbold, 1879) из озера Длинное в бассейне среднего течения реки Вычегды в 1979–2016 годах. Часть 5	
<i>Dorovskikh G. N.</i> Populations of Crucian carp <i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) and its parasite the Crustacean <i>Lernaea cyprinacea</i> Linnaeus, 1758 (Copepoda: Lernaeidae Cobbold, 1879) from Dlinnoye lake and in the middle course of the Vychegda river in 1979–2016 years. Part 5	8
<i>Наумова Л. Н., Марушевская И. С.</i> Экологические аспекты получения полимерного композита на основе эпоксидной матрицы и модифицированных волокон водного гидросиликата магния	
<i>Naumova L. N., Marushevskaya I. S.</i> Environmental aspects of obtaining a polymer composite based on an epoxy matrix and modified fibers of aqueous magnesium hydrosilicate	24
<i>Ильина Е. Г.</i> Соединения биогенных элементов как фактор развития фитопланктона	
<i>Ilna E. G.</i> Compounds of biogenic elements as a factor in the development of phytoplankton	35
<i>Паразитология</i>	
<i>Доровских Г. Н., Степанов В. Г.</i> Данные о паразитофауне рыб из водоемов северо-востока европейской части России и водоемов п-ва Ямал. Окончание. Часть 3	
<i>Dorovskikh G. N., Stepanov V. G.</i> Data on fish parasitofauna from reservoirs in the north-east of the european part of Russia and reservoirs of the Yamal peninsula. Ending. Part 3	47

Геология	
Лысова В. Ф. Определение относительной интенсивности и направленности неотектонических движений в пределах Цилемско-Четласского мегавала морфометрическими методами <i>Lysova V. F.</i> Determination of relative intensity and orientation of neotectonic movements under the Tsilem-Chetlass megaval by morphometric methods	64
Медицина	
Быченко В. В. Пролапс тазовых органов у женщин – скрытая угроза (обзор литературы) <i>Bychenko V. V.</i> Pelvic jrgan prolapse in women – hidden threat (literature review)	73
Биотехнология	
Сарыев К. А., Оразбердиева М. Р., Матьякубов А. А. Альтернативный метод получения биогаза из отходов животноводства <i>Saryyev K. A., Orazberdiyeva M. R., Matyakubov A. A.</i> Alternative metod of obtaining biogas through the waste products of the stockbreeding	81
Экспедиционная жизнь	
Доровских Г. Н. Шапкина-Юнка	88
Доровских Г. Н. Морское купание	89
Информация об авторах	
<i>Our Contributors</i>	92

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, 2021.

Выпуск 2 (18). 94 с.

*Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).*

Свидетельство ПИ № ФС77-80688 от 23.03.2021.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Г. Н. Доровских, д-р биол. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», Институт социальных технологий, кафедра безопасности жизнедеятельности и физической культуры, профессор (Сыктывкар, Россия)

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Т. В. Разина, д-р психол. наук, доцент, профессор Российской академии образования ФГБУ «Российская академия образования», главный аналитик Отдела перспективных научных исследований, член-корреспондент Российской академии образования (Москва, Россия)

Г. О. Пенина, д-р мед. наук, профессор, ФГБОУ ДПО «Санкт-Петербургский институт усовершенствования врачей-экспертов Министерства труда РФ», проректор по учебной и научной работе, профессор кафедры неврологии, медико-социальной экспертизы и реабилитации, доктор медицинских наук. ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», Медицинский институт, зав. кафедрой неврологии, психиатрии и специальных клинических дисциплин, профессор (Санкт-Петербург, Сыктывкар, Россия)

РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ 2

А. В. Адрианов, д-р мед. наук, доцент, ФГБОУ ДПО «Санкт-Петербургский институт усовершенствования врачей-экспертов Министерства труда РФ», заведующий кафедрой педиатрии, медико-социальной экспертизы и реабилитации детей-инвалидов, доктор медицинских наук, доцент. Главный внештатный детский кардиолог Комитета по здравоохранению Санкт-Петербурга (Санкт-Петербург, Россия)

Е. А. Володарская, д-р психол. наук, ФГБНУ «Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова Российской академии наук», ведущий научный сотрудник Центра истории организации науки и науковедения (Москва, Россия)

В. Н. Воронин, д-р биол. наук, доцент ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», кафедра аквакультуры и болезней рыб, профессор (Санкт-Петербург, Россия)

Т. А. Воронова, д-р психол. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет», кафедра клинической, социальной психологии и гуманитарных наук, заведующий кафедрой, профессор (Иркутск, Россия)

- Л. В. Гудырева**, канд. филол. наук, доцент кафедры менеджмента и маркетинга; руководитель издательского центра ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина» (Сыктывкар, Россия)
- Н. Д. Джига**, д-р психол. наук, профессор кафедры практической психологии, доцент, Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Республика Беларусь, кафедра практической психологии и физического воспитания, г. Барановичи; Учреждение образования «Белорусский государственный университет культуры и искусствования», г. Минск, кафедра культурологии и психолого-педагогических дисциплин, профессор кафедры (г. Минск, Республика Беларусь)
- О. В. Ермакова**, д-р биол. наук, старший научный сотрудник Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФГБУН ФИЦ «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» (Сыктывкар, Россия)
- О. Н. Жигилева**, д-р биол. наук, доцент, профессор кафедры экологии и генетики Института биологии ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет» (Тюмень, Россия)
- А. Е. Жохов**, д-р биол. наук ФГБУН «Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина», заведующий лабораторией экологической паразитологии (Борок, Россия)
- А. Н. Захарова**, канд. психол. наук, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», доцент кафедры социальной и клинической психологии, заместитель декана по науке факультета управления и социальных технологий (Чебоксары, Россия)
- Е. П. Иешко**, д-р биол. наук, профессор Института биологии – обособленное подразделение ФГБУН ФИЦ «Карельский научный центр Российской академии наук», главный научный сотрудник лаборатории паразитологии животных и растений (Петрозаводск, Россия)
- Е. И. Ильиных**, канд. мед. наук, доцент, кафедра терапии ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», (Сыктывкар, Россия)
- Л. И. Иржак**, действительный член Российской академии естественных наук, д-р биол. наук, профессор ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», руководитель и главный научный сотрудник Научно-исследовательской лаборатории «Проблемы гипоксии» (Сыктывкар, Россия)
- И. М. Каганцов**, д-р мед. наук, доцент, Главный научный сотрудник НИЛ хирургии врожденной и наследственной патологии, Институт Перинатологии и Педиатрии, ФГБУ «Национальный Медицинский Исследовательский Центр им. В.А. Алмазова» МЗ РФ; ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», Медицинский институт, кафедра хирургии, профессор (Санкт-Петербург, Сыктывкар, Россия)
- С. Л. Кандыбович**, д-р психол. наук, профессор, академик Российской академии образования, заслуженный деятель науки РФ, ведущий научный сотрудник Научно-образовательного центра практической психологии и психологической службы ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина», (Рязань, Россия)
- Д. А. Красавина**, д-р мед. наук, профессор, ФГБУ ДПО СПБИУВЭК Минтруда России, зав. кафедрой, профессор ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России, профессор (Санкт-Петербург, Россия)

- О. Н. Курочкина**, д-р мед. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», Медицинский институт, профессор кафедры терапии (Сыктывкар, Россия)
- Л. Е. Лукьянова**, д-р биол. наук ФГБУН Институт экологии растений и животных УрО РАН, ведущий научный сотрудник (Екатеринбург, Россия)
- И. С. Луцкий**, д-р мед. наук, доцент, Государственная образовательная организация высшего профессионального образования «Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького», заведующий кафедрой детской и общей неврологии Факультета интернатуры и последипломного образования (Донецк, ДНР)
- В. В. Мазур**, канд. географ. наук, начальник отдела планирования и организации научно-исследовательской деятельности, преподаватель колледжа экономики, права и информатики (Сыктывкар, Россия)
- А. Л. Максимов**, д-р мед. наук, профессор, член-корреспондент РАНРАН, ФГБУН Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН, главный научный сотрудник (Сыктывкар, Россия)
- А. Ю. Мейгал**, д-р мед. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», медицинский институт, кафедра физиологии человека и животных, патофизиологии, гистологии, заведующий кафедрой (Петрозаводск, Россия)
- Г. М. Насыбуллина**, д-р мед. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, заведующий кафедрой гигиены и экологии (Екатеринбург, Россия)
- В. П. Никишин**, д-р биол. наук, старший научный сотрудник ФГБУН Институт биологических проблем Севера Дальневосточного отделения Российской Академии Наук, главный научный сотрудник (Магадан, Россия)
- В. П. Нужный**, д-р мед. наук, доцент, старший научный сотрудник ФГБУН Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН (Сыктывкар, Россия)
- А. М. Поляков**, д-р психол. наук, доцент, Белорусский государственный университет, кафедра общей и медицинской психологии, заведующий кафедрой (Минск, Республика Беларусь)
- О. Н. Попова**, д-р мед. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет», кафедра гигиены и медицинской экологии, профессор (Архангельск, Россия)
- О. В. Рогачевская**, канд. биол. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», Институт социальных технологий, кафедра безопасности жизнедеятельности и физической культуры, зав. кафедрой БЖ и ФК (Сыктывкар, Россия)
- Н. И. Романчук**, канд. с.-х. наук, доцент ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», Институт социальных технологий, кафедра безопасности жизнедеятельности и физической культуры (Сыктывкар, Россия)
- О. Т. Русинек**, д-р биол. наук, ФГБНУ «Байкальский музей Иркутского научного центра», главный научный сотрудник; ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», Географический факультет, кафедра гидрологии и природопользования, профессор (Иркутск, Россия)
- В. Г. Сварич**, д-р мед. наук, ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», медицинский институт, кафедра хирургии, профессор, заведующий хирургическим отделением ГУ Республиканской детской клинической больницы г. Сыктывкара (Сыктывкар, Россия)

Е. С. Слепович, чл.-корр. Академии образования Республики Беларусь, д-р психол. наук, профессор, Белорусский государственный университет, кафедра общей и медицинской психологии, профессор (Минск, Республика Беларусь)

Ю. Г. Солонин, д-р мед. наук, профессор, действительный член (академик) Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности, ФГБУН Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН, ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, отдел экологической и медицинской физиологии, главный научный сотрудник; ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», Медицинский институт, кафедра биохимии и физиологии (Сыктывкар, Россия)

Г. А. Фофанова, канд. психол. наук, доцент, Белорусский государственный университет, факультет философии и социальных наук, доцент кафедры социальной и организационной психологии, заместитель декана по научной работе факультета философии и социальных наук (Минск, Республика Беларусь)

Подписной индекс в объединенном каталоге «Пресса России» 41277.

Адрес редакции
Вестника Сыктывкарского университета:
167001 Сыктывкар, Октябрьский пр., 55
Тел./факс (8212) 390-309

Редактор *Е. М. Насирова*
Корректор *Л. Н. Руденко*
Верстка и компьютерный макет *А. А. Ергаковой*
Выпускающий редактор *Л. В. Гудырева*

Подписано в печать 29.06.2021. Дата выхода в свет 15.07.2021.
Печать ризография. Гарнитура Times New Roman.
Бумага офсетная. Формат 70×108/16.
Усл.-печ. л. 11,0.
Заказ № 74. Тираж 300 экз.

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами
в ООО «Коми республиканская типография»
167982, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Савина, 81

Тел. 8(8212)-28-46-60
E-mail: ceo@komitip.ru
Сайт: komitip.ru

От редакционной коллегии

Перед Вами, дорогой читатель, номер журнала, доставшийся мне с наибольшими затратами времени, терпения, эмоций и т. п. Вроде сборник получился не хуже предыдущих. Однако никто, кроме меня и моей супруги, не видел чрезвычайно трудного его рождения.

С одной стороны, конечно, жаль потраченного времени и сил, что можно было бы использовать для других дел, которых немало. С другой стороны, ничто не происходит просто так, и из всего случившегося, при определенных навыках, можно извлечь полезную информацию.

Этот случай показал, насколько серьезно утратило позиции наше образование, как отделились от нас народы, совсем недавно входившие в состав общего с нами государства.

Незнание русского языка бывшими соотечественниками и современными россиянами настолько глубоко и обширно, что порой текст выглядит как набор часто неверно, с ошибками, написанных слов. При этом нередко используют слова без учета их смыслового содержания. Впервые пришлось просить авторов объяснить смысл написанного! Не в профессиональном плане, а в плане того, что хотел поведать автор.

Второй вывод. Катастрофическими темпами теряется культура написания научного сочинения, коим является статья. Сотрудники, к счастью пока не все, перестали следить за научной литературой. Обзор литературы, с чего собственно должна начинаться статья, как правило, отсутствует. Как следствие, часто нет и четко сформулированной цели исследования. Список использованной литературы оформляется кое-как, что еще раз указывает на отсутствие навыков работы с ней.

Сказанное наводит на печальные мысли об утрате научных школ в провинциальных вузах, входя в которые рождающийся исследователь и может только получить необходимые знания и навыки научной работы, осмысления и оформления полученных результатов. В значительной мере прервалось или снизило свою интенсивность общение исследователей. А ведь это обмен идеями, мнениями, апробирование результатов, их оценка. Да и не только это...

Похоже, журнал должен взять на себя дополнительную функцию, функцию обучения осмыслению результатов, изложению их в доступном для понимания виде.

Сыктывкар, май–июнь 2021 г.

*Ответственный редактор выпуска
профессор Г. Н. Доровских*

**ПОПУЛЯЦИИ КАРАСЯ *CARASSIUS CARASSIUS* (Linnaeus, 1758)
(CYPRINIFORMES: CYPRINIDAE Bonaparte, 1832) И ЕГО ПАРАЗИТА
РАЧКА *LERNAEA CYPRINACEA* Linnaeus, 1758 (COPEPODA:
LERNAEIDAE Cobbold, 1879) ИЗ ОЗЕРА ДЛИННОЕ В БАССЕЙНЕ
СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ВЫЧЕГДЫ В 1979–2016 ГОДАХ. Часть 5**

*POPULATIONS OF CRUCIAN CARP *CARASSIUS CARASSIUS* (Linnaeus, 1758)
(CYPRINIFORMES: CYPRINIDAE Bonaparte, 1832) AND ITS PARASITE THE
CRUSTACEAN *LERNAEA CYPRINACEA* Linnaeus, 1758 (COPEPODA:
LERNAEIDAE Cobbold, 1879) FROM DLINNOYE LAKE AND IN THE MIDDLE
COURSE OF THE VYCHEGDA RIVER IN 1979–2016 YEARS. Part 5*

Г. Н. Доровских
G. N. Dorovskikh

Сбор материала, с некоторыми перерывами, осуществлен с 1979 по 2016 г. по общепринятой методике. Карася отлавливали из оз. Длинное, расположенного на территории биостанции СыктГУ, которая находится в 60 км от г. Сыктывкара вверх по течению р. Вычегды.

Показано, что трансформации в характере распределения численности копепод в популяции карася обусловлены комплексом факторов. Это упрощение структуры стада карася; преобразование водоема и его фауны; изменения в состоянии популяции рачка, что связаны с протеканием его жизненного цикла, со сменой стадий развития паразита в течение года.

The collection of the material, with some interruptions, was carried out from 1979 to 2016 according to the generally accepted method. Carp were caught from the lake. Long, located on the territory of the Syktyvkar State University biostation, which is located 60 km from Syktyvkar upstream of the Vychegda River.

It is shown that the transformations in the nature of the distribution of the copepod population in the carp population are caused by a complex of factors. This is a simplification of the structure of the carp herd; transformation of the reservoir and its fauna; changes in the state of the crustacean population, which are associated with the course of its life cycle, with the change of the stages of development of the parasite during the year.

Ключевые слова: *Lernaea cyprinacea*, распределение паразита, зараженность, факторы среды.

Keywords: *Lernaea cyprinacea*, distribution of parasite, infection, factors of environment.

Введение

Выяснение типа распределения паразита в популяции хозяина необходимо по ряду причин. Во-первых, распределение является одной из основных популяционных характеристик паразитического вида; во-вторых, не учитывая распределение паразита, невозможно правильно понять закономерности регуляции его численности; в связи с последним, в-третьих, представляет интерес его распределение в популяции хозяина на разных этапах жизненного цикла.

В предыдущей публикации [1] предположили, что в июне изменение типа распределения частот встречаемости *Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758 (Copepoda: Lernaeidae Cobbold, 1879) в популяции карася *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) из оз. Длинное обусловлено не только изменением экологических условий, снижением численности карася, но, в первую очередь, упрощением структуры его стада. Помимо этого, в 2007 г. в озеро вселился серебряный карась *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758), что, похоже, тоже сыграло свою роль в указанном процессе.

Цель работы – на фоне произошедших изменений проследить трансформацию характера распределения численности рачков в популяции карася золотого из оз. Длинное в иные, кроме июня, месяцы весенне-летне-осеннего периода года.

Материал и методика

Сбор материала, с некоторыми перерывами, осуществлен с 1979 по 2016 г. по общепринятой методике [2; 3]. Карася (рис. 1а) отлавливали из оз. Длинное, расположенного на территории биостанции СыктГУ, которая находится в 60 км от г. Сыктывкара вверх по течению р. Вычегды. Описания этого водоема, популяции *C. carassius* из него и жизненного цикла *L. cyprinacea* (рис. 1б, в) сделаны ранее [4; 5]. Объем исследованного материала указан в таблице.

Все материалы обработаны статистически [6–8]. Согласование теоретических и эмпирических кривых численности в тех случаях, где для этого было достаточно данных, определяли по критерию хи-квадрат, в случаях, когда данных не хватало для подсчета числа степеней свободы, это соответствие определяли по критерию Колмогорова с привлечением таблицы «Критические значения для наибольшего отклонения эмпирического распределения от теоретического (критерий Колмогорова)» [9].

Результаты

В мае 1984 г. и 2008 г. распределение частот встречаемости *L. cyprinacea* в популяции *C. carassius* удовлетворительно описывается кривой негативного биномиального распределения. В 1-й половине июля 1997–1999 гг., 2011 и 2016 гг., а также во 2-й половине июля 1979, 2006–2007 и 2015 гг. тип распределения численности рачка в популяции хозяина оставался тем же. Однако во 2-й половине

1999 и 2004 гг. тип распределения частот встречаемости лерней в популяции карася сменился на биномиальное.



Рис. 1. Карась *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758), пораженный рачком *Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758 (а); б – рачок на теле хозяина [45]; в – копепода *L. cyprinacea*, вынутая из тела рыбы [46]

Исследованные в августе 1998, 1999, 2001 и 2016 гг. и сентябре 1999, 2008 гг. выборки *L. cyprinacea* характеризуются большей величиной дисперсии по отношению к индексу обилия и отвечают параметрам перерассеянного распределения, которое описывается с помощью многих статистических моделей, но для паразитических видов наиболее подходящим и дающим наилучшее совпадение является отрицательное биномиальное [6; 10–13]. В середине сентября 2010 г. оно сменилось на распределение Пуассона. Последнему соответствовало и распределение частот встречаемости лерней на карасе в октябре 2007 и 2008 гг.

В июне [1], 1-й декаде июля и августе 1998 г., в июне [1], начале июля, августе и сентябре 1999 г., в июне [1], во 2-й половине июля 2007 г., в мае 1984 и 2008 гг., в июле 2006 и 2015 гг., в июле и августе 2016 г. распределение копепод в популяции хозяина соответствовало отрицательному биномиальному, но во 2-й половине июля 1999 и 2004 гг. оно описывается биномиальным законом, в сентябре 2010 г., октябре 2007 и 2008 гг. – распределением Пуассона, в июне 2015 и 2016 гг. – нормальным законом, в июне 2008 г. рачки не найдены [1].

Таблица

Параметры распределения лерней у карася из оз. Длинное

<i>Дата</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>m_M</i>	<i>s²</i>	<i>s²/M</i>	<i>k</i>	<i>χ²</i>	<i>K(λ)</i>	<i>P(%)</i>	<i>ЭИ ± m_{эи} %</i>	<i>Тип распре- деле-ния</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
30–31.05.1984	91	1.38	0.16	2.28	1.65	2.13	6.798	-	<10	60.4±5.1	НБР
29–31.05.2008	9	0.56	0.20	0.78	1.39	0.72	-	0.333	>>0.95	33.3±15.7	НБР
01–15.07.1997	20	0.38	0.18	0.648	1.71	0.54	-	-	-	37.5±17.1	НБР?
03.07.1998	19	0.42	0.21	0.838	1.99	0.42	-	-	-	21.1±9.4	НБР?
01–12.07.1999	58	2.52	0.27	4.23	1.68	3.69	-	-	-	84.5±4.7	НБР?
08.07.2011	64	0.25	0.07	0.317	1.27	0.722	-	0.200	>> 95	12.5±4.1	НБР
12.07.2016	30	2.50	0.35	3.71	1.48	5.18	-	0.241	>> 95	96.7±3.3	НБР
18–22.07.1979	18	0.39	0.18	0.61	1.55	0.33	-	0.666	>20	16.7±8.8	НБР
15–22.07.1999	18	0.39	0.12	0.26	0.66	-	-	-	-	38.9±11.5	БР?
10–22.07.2004	27	1.11	0.19	0.95	0.85	-	-	0.329	>> 95	66.7±11.4	БР
17–23.07.2006	54	0.56	0.14	1.00	1.78	0.68	-	0.095	>> 95	33.3±6.4	НБР
17–19.07.2006	21	0.71	0.26	1.41	1.99	1.0	-	0.174	>> 95	42.8±10.8	НБР
23.07.2006	33	0.45	0.15	0.76	1.66	0.48	-	0.174	>> 95	27.3±7.8	НБР
17.07.2007	21	1.95	0.34	2.45	1.26	7.7	-	0.283	>> 95	80.9±8.6	НБР
21–23.07.2007	33	1.79	0.27	2.36	1.32	5.6	-	0.452	>> 95	81.8±6.7	НБР
17–23.07.2007	54	1.85	0.21	2.35	1.27	6.8	-	0.544	>> 95	81.5±5.1	НБР
17.07.2015	30	2.57	0.33	3.22	1.25	1.253	-	0.835	> 95	86.7±6.2	НБР
19–25.08.1998	20	3.4	0.54	5.83	1.72	4.76	-	-	-	60.0±11.0	НБР?
21–26.08.1999	53	1.91	0.27	3.86	2.02	1.87	-	-	-	71.7±6.2	НБР?
11–12.08.2001	15	0.5	0.31	1.44	2.88	0.27	-	-	-	20.0±13.0	НБР?
17.07.2015	30	2.57	0.33	3.22	1.25	1.253	-	0.835	> 95	86.7±6.2	НБР

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
19–25.08.1998	20	3.4	0.54	5.83	1.72	4.76	-	-	-	60.0±11.0	НБР?
21–26.08.1999	53	1.91	0.27	3.86	2.02	1.87	-	-	-	71.7±6.2	НБР?
11–12.08.2001	15	0.5	0.31	1.44	2.88	0.27	-	-	-	20.0±13.0	НБР?
22.08.2016	30	1.73	0.31	2.82	1.63	2.76	6.255	-	<10	80.0±7.3	НБР
20.09.1999	15	1.71	0.47	3.31	1.94	1.83	-	-	-	85.7±13.2	НБР?
20.09.2008	68	0.28	0.10	0.680	2.44	0.123	-	0.266	>> 95	13.2±4.1	НБР
20.09.2008	21	0.123	0.104	0.228	1.60	0.123	-	0.119	>> 95	9.5±6.4	НБР
18–19.09.2010	42	0.024	0.023	0.024	1.0	-	-	0.006	>> 95	2.4±2.4	РП
7–10.10.2007	16	1.56	0.29	1.33	0.85	-	1.383	-	50<P<75	75.0±10.8	РП
15.10.2008	10	0.1	0.1	0.1	1.0	-	-	-	-	10.0±9.5	РП?

Примечание. n – исследовано рыб, M – индекс обилия (экз.), m_M – ошибка, s^2 – дисперсия, k – агрегированность, χ^2 – хи-квадрат, $K(\lambda)$ – критерий Колмогорова – Смирнова, P – вероятность, НБР – негативно биномиальное распределение; БР – биномиальное распределение, РП – распределение Пуассона, ЭИ ± $m_{ЭИ}$ – экстенсивность инвазии и ее ошибка (%).

Обсуждение

Итак, распределение частот встречаемости *L. cyprinacea* в популяции *C. carassius* не соответствует отрицательному биномиальному в июне 2015 и 2016 гг. (нормальное распределение) [1], июле 1999 и 2004 гг. (биномиальное распределение), в сентябре 2010 г, октябре 2007 и 2008 гг. (распределение Пуассона).

Изменение типа распределения частот встречаемости лерней в популяции карася, а, следовательно, и характера взаимоотношений в указанной системе обусловлено не только изменением экологических условий, снижением численности карася, упрощением структуры стада золотого карася из оз. Длинное, вызванного переловом 1996 г. [1], но и, похоже, с теми изменениями в состоянии популяции рачка, что связаны с протеканием его жизненного цикла, со сменой стадий развития паразита в течение года.

Показано [4; 14–17], что *L. cyprinacea* в озерах бассейна среднего течения р. Вычегды имеет одну генерацию в год, развитие рачка здесь, хотя и очень медленно, продолжается и в осенне-зимне-весенний период года. Возможность последнего подтверждается и работами, проведенными на трематодах озерной лягушки *Rana ridibunda* Pallas, 1771. Установлено, что в зимний период развитие *Prosotocus confusus* (Looss, 1894), *Opisthioglyphe ranae* (Fröhlich, 1791), *Diplodiscus subclavatus* (Goeze, 1782), *Pleurogenes claviger* (Rudolphi, 1819) не останавливается, как считали ранее [18], а продолжается весьма высокими темпами, которые в отдельные годы могут несколько отличаться [19; 20].

К июню уровень инвазии рачками карася устанавливается на определенном для данного года уровне [14; 21]. Паразиты созревают, и их число стабилизируется [4; 15–17]. В этот период изменение типа распределения частот встречаемости лерней в популяции карася с отрицательного биномиального на какой-либо иной [1] не может быть объяснено прямой зависимостью численности паразита от численности хозяев, поскольку значительная часть жизненного цикла паразитических копепод проходит в водной среде, и они не могут передаваться от одной особи хозяина к другой [22]. Более того, известен пример значительного увеличения индекса обилия *Achtheres percarum* Nordmann, 1832, специфического паразита окуня *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758, после массовой гибели хозяина и резкого сокращения численности его популяции [23]. На популяции паразита и хозяина должно действовать большое число разнообразных факторов, доля воздействия каждого из которых будет одинаково мала по сравнению с их числом [24; 25].

Не приходится сомневаться, что распределение численности копепод в популяции карася контролируется комплексом факторов. Важнейшие из них: частота встреч карася с личинками рачков и защитные реакции, определяющие величину возможного максимального скопления инвадента на хозяине (у рыб с различным генотипом неодинакова зараженность паразитом и степень патогенности последнего различна), исходная численность паразита, длительность контакта хозяина с паразитом, а также температурные и другие условия водоема.

Во 2-й – начале 3-й декады июля 1999 и 2004 гг. распределение копепод в популяции хозяина подчиняется биномиальному закону, что возникает в тех случаях, когда вероятность осуществления и неосуществления изучаемого события равновелики [8], а именно вероятность инвазии должна быть одинаковой для всех особей хозяина и всех особей паразита, т. е. каждая из них должна иметь одинаковые шансы быть инвазированной или, соответственно, инвазировать [26]. Отклонение от этих условий приводит к агрегированному распределению.

Появление биномиального распределения связано, видимо, с состоянием популяции рачка, обусловленном протеканием его жизненного цикла. Погибшие копеподы начинают встречаться уже в середине июля, в иные годы – в конце 1-й декады июля [14; 27; 28]. Учитывая, что эти два года отличались более теплым началом летнего сезона, то отмирание рачков могло происходить в более ранние сроки, что и вызвало изменение типа распределения лерней в популяции хозяина. Рачки, собранные в 20-х числах мая 1999 г., уже имели длину тела 12.7 мм, в другие годы их размеры не превышали 3.7–5.0 мм [4; 16; 17]. Экстенсивность заражения копеподами карася во 2-й декаде июля 1999 г. снизилась в 2.2 раза по сравнению с началом месяца.

Гибель копепод прошлой генерации и появление нового поколения паразита могли привести в сентябре 2010 г., октябре 2007 и 2008 гг. к смене типа распределения численности рачков в популяции карася с негативного биномиального на распределение Пуассона. В осенний период нередко отмечают плохое соответствие распределения паразитов модели негативного бинома [26]. Тем не менее, произведенные в сентябре–октябре, после окончания заражения, вскрытия наиболее информативно отображают первичное распределение инвазионного материала [29].

Первые рачки этого года рождения начинают встречаться во 2-й половине июля – августе, а с 20-х чисел сентября и в октябре регистрируются копеподы только нового поколения [4; 16; 17; 30]. Интересно, что в октябре 2007 г. распределение численности лерней в популяции хозяина соответствовало распределению редких событий, в мае и сентябре 2008 г. – кривой негативного биномиального распределения, как это и было предсказано [27; 28], а в октябре 2008 г. оно вновь аппроксимировалось распределением Пуассона. И хотя распределение численности паразита в популяции хозяина зависит от дозы стартового заражения, как это продемонстрировано на примере нематоды *Globodera rostochiensis* Wollenweber, 1923, поражающей картофель [31], овечьего овода *Oestrus ovis* (Линней 1758), паразитирующего на овцах [26], оно может меняться в ходе смены возрастного состава популяции паразита, в частности у *L. cyprinacea*. Так, в октябре 2007 г. копеподы были бóльших размеров (6.5 ± 0.5 мм), чем в другие годы [16; 30], но в мае 2008 г. они оказались (3.7 ± 0.9 мм) достоверно мельче ($t_{st} = 2.718$; $P < 0.01$). Более крупные их экземпляры, видимо, зиму не пережили. Тип распределения с пуассоновского в октябре 2007 г. сменился на отрицательный биномиальный в мае следующего года.

Смена генераций паразитов, и стабилизация интенсивности заражения ими хозяина проходят за определенное время путем последовательных преобразований [32]. Это тот временной промежуток, когда уязвим не только хозяин, но и в силу более выраженных защитных реакций организма хозяина сам инвадент [33–35]. Первоначально паразиты сосредоточиваются на значительном числе особей хозяина, и только затем вследствие неодинаковой индивидуальной восприимчивости его индивидов к заражению [6; 12; 26; 33; 36–38], которая в определенной степени контролируется генетически [39, 40], инваденты оказываются на (в) минимальном числе его особей [41–43], т. е. в популяции хозяина паразит оказывается распределен агрегированно, что является главной особенностью перерасеянного распределения.

Для биномиального распределения характерно меньшее абсолютное значение дисперсии по сравнению со средней арифметической ($s^2 < M$), для распределения Пуассона – равные величины дисперсии и индекса обилия ($s^2 = M$), для негативно биномиального распределения – большая величина дисперсии по сравнению со значением средней арифметической ($s^2 > M$). Что же могло повлиять на сдвиг в соотношении названных величин?

В осенний период (сентябрь, октябрь) распределение рачков, по крайней мере в этом исследовании, в трех случаях из пяти соответствует модели распределения Пуассона. Последнее, вероятно, связано с процессом заражения карася новым поколением рачка. В сентябре 2008 г. распределение копепод новой генерации в популяции хозяина удовлетворительно описывается негативным биномиальным распределением, в октябре – распределением Пуассона, как и в 2007 г. Видимо, дальнейшее оседание молоди паразита на рыбу привело к снижению дисперсии и, как следствие, к изменению типа его распределения в популяции карася. В мае распределение редких событий сменилось на отрицательное биномиальное.



Рис 2. Фрачник обыкновенный *Lixus iridis* Olivier, 1807 [47].



Рис 3. Ручейник большой *Phryganea grandis* Linnaeus, 1758 [48].

До 2007 г. включительно взаимодействие популяций *L. cyprinacea* и *C. carassius* оставалось устойчивым, но с 2008 г. эти отношения изменились. Распределение паразита в популяции хозяина стало соответствовать пуассоновскому закону. В июне 2014 г. распределение копепод с одинаковой вероятностью может быть представлено биномиальным, пуассоновским или нормальным распределением. В 2015 и 2016 гг. распределение частот встречаемости *L. cyprinacea* у карася удовлетворительно моделируется только нормальным распределением [1]. Учитывая, что к июню рачки созревают и их число стабилизируется [4; 14–17; 21], то изменение типа распределения частот встречаемости лерней в популяции карася с отрицательного биномиального на иной должно быть обусловлено целым комплексом условий.

Согласно теории вероятностей, к нормальному распределению в конечном счете стремятся все известные типы распределений [8]. Такое имеет место в условиях, когда на некую случайную величину, в этом случае это число копепод, приходящееся на конкретную особь хозяина, действует большое число разнообразных факторов и доля воздействия каждого из них одинаково мала по сравнению с их числом [24; 25; 44]. Что же это за факторы? Это, прежде всего, упрощение структуры стада карася. До 1996 г. выделялись три его группы, играющие разную роль в поддержании численности лерней. Это карась с малой длиной тела, а также самцы и самки со средней и наибольшей длиной тела. Основной из них являлись самки [17; 21]. Показано [5], что в 1997 и 1998 гг., а затем в 2014–2016 гг. из уловов карася из оз. Длинное исчезли особи мелких размеров, а с 1999 г. практически перестали встречаться крупные их экземпляры. Карась с максимальной длиной тела вообще исчез из уловов. До 1996 г. соотношение самок и самцов карася в оз. Длинное было статистически одинаковым, затем оно сместилось в сторону самцов, а с 2004 г. постепенно начали доминировать самки. Во-вторых, водоем перестал заливаться и промываться рекой в половодье и соединяться с другими старицами. Озеро с ярко выраженными элементами дистрофикации в ближайшей к биостанции восточной части после 1996 г. стало характеризоваться как мезотрофный водоем. В-третьих, в нем изменилась ихтиофауна. Озеро, в котором обитал исключительно карась золотой, обогатилось еще семью видами рыб, самым значимым из которых стал серебряный карась [5]. Возможно, произошли и другие изменения. Это вполне вероятно. Например, в конце 1990-х гг. именно на этом озере найдены долгоносик Фрачник обыкновенный *Lixus iridis* Olivier, 1807 (Coleoptera Linnaeus, 1758: Curculionidae Latreille, 1802) (рис. 2) и Ручейник большой *Phryganea grandis* Linnaeus, 1758 (Trichoptera Kirby, 1813: Phryganeidae Leach, 1815) (рис. 3), которые до этого здесь не встречались. Сделаны и другие находки.

Итак, трансформации в характере распределения численности копепод в популяции карася обусловлены комплексом факторов. Это упрощение структуры стада карася; преобразование водоема и его фауны; изменения в состоянии попу-

ляции рачка, что связаны с протеканием его жизненного цикла, со сменой стадий развития паразита в течение года.

Список литературы

1. Доровских Г. Н. Популяции карася *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cyrpriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) и его паразита рачка *Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758 (Copepoda: Lernaeidae Cobbold, 1879) из озера Длинное в бассейне среднего течения реки Вычегды в 1979–2016 годах. Часть 4 // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. Сыктывкар: Сыктывкарский госуниверситет, 2021. Вып. 1 (17). С. 7–26.
2. Быховская-Павловская И. Е. Паразиты рыб : руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 122 с.
3. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
4. Доровских Г. Н. Популяции карася *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cyrpriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) и его паразита рачка *Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758 (Copepoda: Lernaeidae Cobbold, 1879) из озера Длинное в бассейне среднего течения реки Вычегды в 1979–2016 годах. Часть 3 // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. Сыктывкар: Сыктывкарский госуниверситет, 2019. Вып. 4 (12). С. 53–69.
5. Доровских Г. Н. Популяции карася *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cyrpriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) и его паразита рачка *Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758 (Copepoda: Lernaeidae Cobbold, 1879) из озера Длинное в бассейне среднего течения реки Вычегды в 1979–2016 годах. Часть 1 // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. Сыктывкар: Сыктывкарский госуниверситет, 2019. Вып. 2 (10). С. 89–103.
6. Бреев К. А. Применение негативного биномиального распределения для изучения популяционной экологии паразитов. Л.: Наука, 1972. 70 с.
7. Ивантер Э. В. Основы практической биометрии (введение в статистический анализ биологических явлений). Петрозаводск: Карелия, 1979. 94 с.
8. Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.
9. Большев Л. Н., Смирнов Н. В. Таблицы математической статистики. М.: Наука, 1983. 416 с.
10. Бреев К. А. О распределении личинок подкожных оводов в стадах крупного рогатого скота. I. Негативное биномиальное распределение как модель распределения личинок оводов // Паразитология. 1968. Т. 2. Вып. 4. С. 322–333.
11. Бреев К. А., Минарж Я. К. О статистической характеристике хозяинопаразитных отношений обыкновенного подкожного овода крупного рогатого скота *Hypoderma bovis* (Hypodermatidae) в разных частях ареала // Паразитология. 1979. Т. 13. Вып. 2. С. 93–102.
12. Кеннеди К. Экологическая паразитология. М.: Мир, 1978. 228 с.
13. Фрисман Е. Я., Гинзбург Э. Х., Федоров К. П. Стохастическая модель гельминтологического заражения. Сообщение 2. Приложение модели // Паразитология. 1975. Т. 9. Вып. 2. С. 112–121.
14. Доровских Г. Н. *Lernaea cyprinacea* (Copepoda: Lernaeidae) в условиях бассейна среднего течения реки Вычегды // Паразитология. 2001. Т. 35. Вып. 2. С. 154–158.

15. Доровских Г. Н. Состояние популяций *Lernaea cyprinacea* L. (Copepoda: Lernaeidae) и карася *Carassius carassius* L. из озера Длинное // Биология внутренних вод. 2010. № 2. С. 67–72.
16. Доровских Г. Н. Биология *Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758 (Copepoda: Lernaeidae) в условиях бассейна реки Вычегды // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2012. № 4. С. 41–47.
17. Доровских Г. Н. Биология развития *Lernaea cyprinacea* в условиях бассейна реки Вычегды // Ветеринария. 2013. № 1. С. 30–32.
18. Дубинина М. Н. Экологическое исследование паразитофауны озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pall.) дельты Волги // Паразитологический сборник Зоол. ин-та АН СССР. Л., 1950. Т. 12. С. 300–350.
19. Минеева О. В. Особенности динамики заражения озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pallas) некоторыми видами гельминтов : дис. ... канд. биол. наук. Тольятти, 2006. 180 с.
20. Минеева О. В. Сезонная динамика численности и возрастного состава гемипопуляции марит *Prosotocus confusus* (Fasciolida, Pleurogenidae) из озерной лягушки Саратовского водохранилища // Современная герпетология. 2010. Т. 10. Вып. 1/2. С. 8–13.
21. Доровских Г. Н. Распространение *Lernaea cyprinacea* (Copepoda: Lernaeidae) в популяции карася // Паразитология. 1993. Т. 27. Вып. 1. С. 90–96.
22. Бурдуковская Т. Г., Пронин Н. М. О стабильности многолетних показателей заражённости хариусовых рыб озёр Байкал (Россия) и Хубсугул (Монголия) паразитической копеподой *Salmincola thymalli* (Copepoda: Lernaeopodidae) // Известия Иркутского государственного университета. Серия. Биология. Экология. 2014. Т. 8. С. 49–55 URL: <http://isu.ru/izvestia>.
23. Пронин Н. М., Шиверская О. Т. О стабильности возрастной динамики заражённости окуня специфичными паразитами при разной его численности // Гельминты в пресноводных биоценозах. М., 1982. С. 135–145.
24. Глотов Н. В., Животовский Л. А., Хованов Н. В., Хромов-Борисов Н. Н. Биометрия : учебное пособие / под ред. М. М. Тихомировой. Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1982. 264 с.
25. Суходольский Г. В. Основы математической статистики для психологов : учебник. СПб.: Изд-во С.-Петербургского университета, 1998. 464 с.
26. Марченко В. А. Распределение личинок овода (*Oestrus ovis* L.) в популяции хояина // Российский паразитологический журнал. 2013. № 4. С. 21–29.
27. Доровских Г. Н., Макарова Л. Р. *Lernaea cyprinacea* (Copepoda, Lernaeidae) с карася золотого (*Carassius carassius*) из озера Длинное в бассейне среднего течения реки Вычегды // Паразитология. 2006. Т. 40. Вып. 2. С. 140–154.
28. Доровских Г. Н., Макарова Л. Р. *Lernaea cyprinacea* (Copepoda, Lernaeidae) с карася золотого (*Carassius carassius*) из озера Длинное в бассейне среднего течения реки Вычегды // Экология. 2006. Т. 37. № 2. С. 149–153.
29. Марченко В. А. Овечий овод *Oestrus ovis* L. (Diptera, Oestridae) Сибири: Биология, эпизоотологические и иммунологические аспекты, контроль численности : дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск, 1998. 391 с.
30. Доровских Г. Н. Состояние популяций *Lernaea cyprinacea* (Copepoda, Lernaeidae) и карася *Carassius carassius* L. из озера Длинное (бассейн реки Вычегды) // Материалы IV Всероссийского Съезда Паразитологического общества при Российской академии наук «Паразитология в XXI веке – проблемы, методы, решения». СПб., 2008. Т. 1. С. 229–232.

31. Иешко Е. П., Матвеева Е. М., Груздева Л. И. Экспериментальное изучение популяционных аспектов взаимодействия хозяина и паразита на примере картофель–золотистая картофельная нематода *Globodera rostochiensis* // Паразитология. 1999. Т. 33. Вып. 4. С. 340–349.
32. Романовский Ю. М., Степанова Н. В., Чернавский Д. С. Математическое моделирование в биофизике. М.: Наука, 1975. 344 с.
33. Марченко В. А. Биология овечьего овода (*Oestrus ovis* L.) Алтае-Саянской горной страны : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1985. 21 с.
34. Пронина С. В., Пронин Н. М. Взаимоотношения в системах «гельминты – рыбы». М.: Наука, 1988. 176 с.
35. Иешко Е. П., Высоцкая Р. У., Сереженко Л. П. Паразитохозяинные отношения как неспецифический адаптивный синдром // Эколого-популяционный анализ паразитов и кровососущих членистоногих. Петрозаводск, 1991. С. 103–109, 172.
36. Евланов И. А. Изучение пространственной структуры и взаимоотношений между плероцеркоидами *Digamma interrupta* (Cestoda, Ligulidae) и лещом (*Abramis brama*) Куйбышевского водохранилища // Паразитология. 1989. Т. 23. Вып. 4 С. 281–297.
37. Аникиева Л. В., Малахова Р. П. Распределение цестоды *Proteocephalus exiguus* в зависимости от возраста и пола хозяина // Гельминты пресноводных биоценозов. М.: Наука, 1982. С. 73–86.
38. Аниканова В. С., Иешко Е. П., Бугмырин С. В., Бородина К. А. Особенности биотопического распределения цестод обыкновенной бурозубки (*Sorex araneus* L.) южной Карелии // Паразитология. 2003. Т. 37. Вып. 6. С. 479–487.
39. Кирпичников В. С. Генетические основы селекции рыб. Л.: Наука, 1979. 391 с.
40. Межжерин С. В. Сезонная динамика численности *Bothriocephalus opsariichthydis* (Cestoda, Pseudophyllidea) и дифференциальная зараженность сеголеток карпа разных генотипов // Паразитология. 1989. Т. 23. Вып. 1. С. 48–53.
41. Crofton H. D. A quantitative approach to parasitism // Parasitology. 1971. Vol. 62. № 2. P. 179–193.
42. Crofton H. D. A model of host-parasite relationships // Parasitology. 1971. Vol. 63. № 3. P. 343–364.
43. Иешко Е. П. Популяционная биология гельминтов рыб. Л.: Наука, 1988. 118 с.
44. Наследов А. Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных : учебное пособие. 3-е изд., стереотип. СПб.: Речь, 2007. 392 с.
45. Лернеоз | Российский аграрный портал URL: agroportal-ziz.ru (дата обращения: 07.02.2021).
46. Lernaea cyprinacea foto / Поиск в Google (дата обращения: 07.02.2021).
47. Lixus_iris IMG_3978 (Nemo5576).jpg (2592×1944) URL: [wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lixus_iris_IMG_3978_(Nemo5576).jpg) (дата обращения: 07.02.2021).
48. Phryganea_grandis.jpg (800×595) URL: [wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phryganea_grandis.jpg) (дата обращения: 07.02.2021).

References

1. Dorovskih G. N. Populations of Crucian carp *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) and its parasite the Crustacean *Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758 (Copepoda: Lernaecidae Cobbold, 1879) from Dlinnoye lake and in the middle course of the Vychegda River in 1979–2016 years. Part 4. *Vestnik Syktyvkarского universi-*

teta. Seriya 2. *Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology]. Syktyvkar: Publishing house of the Syktyvkar State University, 2021. 1 (17). P. 7–26 (In Russian).

2. Bykhovskaya-Pavlovskaya I. E. *Parazyty ryb. Rukovodstvo po izucheniyu* [Parasites of fish. Study Guide]. Leningrad: Nauka, 1985. 122 p. (In Russian).

3. Pravdin I. F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb* [Guide to the study of fish]. Moscow: Food Industry, 1966. 376 p. (In Russian).

4. Dorovskikh G. N. Populations of Crucian carp *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) and its parasite the Crustacean *Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758 (Copepoda: Lernaeidae Cobbold, 1879) from Dlinnoye lake and in the middle course of the Vychegda River in 1979–2016 years. Part 3. *Vestnik Syktyvkarского университета. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology]. Syktyvkar: Publishing house of the Syktyvkar State University, 2019. 4 (12). P. 53–69 (In Russian).

5. Dorovskikh G. N. Populations of Crucian carp *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) and its parasite the Crustacean *Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758 (Copepoda: Lernaeidae Cobbold, 1879) from Dlinnoye lake and in the middle course of the Vychegda River in 1979–2016 years. Part 1. *Vestnik Syktyvkarского университета. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology]. Syktyvkar: Publishing house of the Syktyvkar State University, 2019. 2 (10). P. 89–103 (In Russian).

6. Breev K.A. Application of negative binomial distribution for the study of population ecology of parasites. *Metody parazitologicheskikh issledovanij* [Parasitological research methods]. L., 1972. Issue. 6. 70 p. (In Russian).

7. Ivantsev E. V. *Osnovy prakticheskoy biometrii (vvedenie v statisticheskij analiz biologicheskikh yavlenij)* [Fundamentals of practical biometrics (introduction to the statistical analysis of biological phenomena)]. Petrozavodsk: Karelia Publishing House, 1979. 94 p. (In Russian).

8. Zaitsev G. N. *Matematicheskaya statistika v eksperimental'noj botanike* [Mathematical statistics in experimental botany]. Moscow: Nauka, 1984. 424 p. (In Russian).

9. Bol'shev L. N., Smirnov N. V. *Tablicy matematicheskoy statistiki* [Tables of mathematical statistics]. Moscow: Nauka, 1983. 416 p. (In Russian).

10. Breyev K. A. On the distribution of cattle grubs (Diptera, Hypodermatidae) in the herds of cattle I. Negative binomial distribution as a model of the distribution of the cattle grubs. *Parazitologiya* [Parasitology]. 1968. 2 (4). P. 322–333 (In Russian).

11. Breyev K. A., Minarzh JA. K. On the statistical characteristics of the host-parasite relationships of the common warble-fly (*Hypoderma bovis*) (Hypodermatidae) in various parts of its distribution area. *Parazitologiya* [Parasitology]. 1979. 13 (2). P. 93–102 (In Russian).

12. Kennedy K. *Ekologicheskaya parazitologiya* [Ecological parasitology]. Moscow: Mir, 1978. 228 p. (In Russian).

13. Frisman E. JA., Ginzburg E. Kh., Fedorov K. P. A stochastic pattern of the helminthological invasion report II. The pattern's fitting. *Parazitologiya* [Parasitology]. 1975. 9 (2). P. 112–121 (In Russian).

14. Dorovskikh G. N. Biological peculiarities of *Lernaea cyprinacea* (Copepoda: Lernaeidae) in the basin of the medial part of the Vychegda River. *Parazitologiya* [Parasitology]. 2001. 35 (2). P. 154–158 (In Russian).

15. Dorovskikh G. N. Conditions of the *Lernaea cyprinacea* L. Populations (Copepoda: Lernaeidae) and Crucian Carp *Carassius carassius* L. from the Dlinnoye Lake. *Biologiya vnutrennih vod* [Biology of inland waters]. 2010. № 2. P. 67–72 (In Russian).
16. Dorovskikh G. N. Biological peculiarities of *Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758 (Copepoda: Lernaeidae) in the basin of the Vychehda River. *Rybovodstvo i rybnoe hozyajstvo* [Fish farming and fish farming]. 2012. № 4. P. 41–47 (In Russian).
17. Dorovskikh G. N. Biological peculiarities of *Lernaea cyprinacea* in the basin of the Vychehda River. *Veterinariya* [Veterinary]. 2013. № 1. P. 30–32 (In Russian).
18. Dubinina M. N. Ecological study of the parasitofauna of the lake frog (*Rana ridibunda* Pall.) of the Volga Delta. *Parazitologicheskij sbornik Zool. in-ta AN SSSR* [Proceedings of the Zoological Institute of the USSR Academy of Sciences]. Leningrad, 1950. 12. P. 300–350 (In Russian).
19. Mineeva O. V. *Osobennosti dinamiki zarazheniya ozernoj lyagushki (Rana ridibunda Pallas) nekotorymi vidami gel'mintov* [Features of the dynamics of infection of the lake frog (*Rana ridibunda* Pallas) by some species of helminths]: *dis. ... Kand. Biol. sciences*. Tol'yatti, 2006. 180 p. (In Russian).
20. Mineeva O. V. Seasonal dynamics of the number and age structure of the hemipopulation of marits *Prosotocus confusus* (Fasciolida, Pleurogenidae) in lake frog from Saratov reservoir. *Sovremennaya gerpetologiya* [Current studies in Herpetology]. 2010. 10 (1/2). P. 8–13 (In Russian).
21. Dorovskikh G. N. The distribution of *Lernaea cyprinacea* (Copepoda: Lernaeidae) in populations of *Carassius*. *Parazitologiya* [Parasitology]. 1993. 27 (1). P. 90–96 (In Russian).
22. Burdukovskaya T. G., Pronin N. M. About stability of long-term indices of grayling fishes infestation with parasitic copepod *Salmincola thymalli* (Copepoda: Lernaeopodidae) of Baikal Lake (Russia) and Khovsgol Lake (Mongolia). *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Biologiya. Ekologiya»* [The Bulletin of Irkutsk State University. Series «Biology. Ecology»]. 2014. 8. P. 49–55. Available at: <http://isu.ru/izvestia> (In Russian)
23. Pronin N. M., Shiverskaya O. T. On the stability of the age dynamics of perch infestation with specific parasites at different numbers. *Gel'minty v presnovodnyh biocenozah* [Helminths in freshwater biocenoses]. Moscow, 1982. P. 135–145. (In Russian).
24. Glotov N. V., ZHivotovskij L. A., Hovanov N. V., Hromov-Borisov N. N. *Biometriya. Uchebnoe posobie* [Biometrics. Training manual.]. Pod red. M. M. Tihomirovoj. Leningrad: Publishing house of Leningrad University, 1982. 264 p. (In Russian).
25. Sukhodolskiy G.V. *Osnovy matematicheskoy statistiki dlya psihologov. Uchebnik* [Fundamentals of mathematical statistics for psychologists. Textbook]. SPb.: Publishing house of St. Petersburg University, 1998. 464 p. (In Russian).
26. Marchenko V. A. Distribution of *Oestrus ovis* L. larva in host population. *Rossijskij Parazitologicheskij zhurnal* [Rossijskij parazitologičeskij žurnal]. 2013. № 4. P. 21–29 (In Russian).
27. Dorovskikh G. N., Makarova L. R. *Lernaea cyprinacea* (Copepoda, Lernaeidae) from crucian carp *Carassius carassius* from the Dlinnoje Lake in the middle stream of the Vychehda River. *Parazitologiya* [Parasitology]. 2006. 40 (2). P. 140–154 (In Russian).
28. Dorovskikh G. N., Makarova L. R. *Lernaea cyprinacea* (Copepoda, Lernaeidae) from crucian carp *Carassius carassius* from the Dlinnoje Lake in the middle stream of the Vychehda River. *Ekologiya* [Ecology]. 2006. 37 (2). P. 149–153 (In Russian).
29. Marchenko V. A. *Ovechij ovod Oestrus ovis L. (Diptera, Oestridae) Sibiri: Biologiya, epizootologičeskie i imunologičeskie aspekty, kontrol' chislennosti: dis. ... Dr. Biol. scienc-*

es [Sheep gadfly *Oestrus ovis* L. (Diptera, Oestridae) of Siberia: Biology, epizootological and immunological aspects, population control]. Novosibirsk, 1998. 391 p. (In Russian).

30. Dorovskikh G. N. Conditions of the *Lernaea cyprinacea* populations (Copepoda, Lernaeidae) and crucian carp *Carassius carassius* from the Dlinnoje Lake (the middle stream of the Vychegda River). *Materialy IV Vserossijskogo S"ezda Parazitologicheskogo obshchestva pri Rossijskoj akademii nauk «Parazitologiya v XXI veke – problemy, metody, resheniya»* [Proceedings of the IV Congress of the Russian Society of Parasitologists – Russian Academy of Sciences, held 20-25 October 2008 at the Zoological Institute RAS, St. Petersburg “Parasitology in XXI century – problems, methods, solutions” Vol. 1. (Ed. K. V. Galaktionov & A. A. Dobrovolskij). St. Petersburg: «Lema». 2008. 273 p.]. Vol. 1. St. Petersburg, 2008. P. 229–232 (In Russian).

31. Ieshko E. P., Matveeva E. M., Gruzdeva L. I. Experimental study of population aspects in host-parasite interaction with an example of potato-golden potato nematode *Globodera rostochiensis*. *Parazitologiya* [Parasitology]. 1999. 33 (4). P. 340–349 (In Russian).

32. Romanovskij YU. M., Stepanova N. V., Chernavskij D. S. *Matematicheskoe modelirovanie v biofizike* [Mathematical modeling in biophysics]. Moscow: Nauka, 1975. 344 p. (In Russian).

33. Marchenko V. A. *Biologiya ovech'ego ovoda (Oestrus ovis L.) Altae-Sayanskoj gornoj strany: abstract. dis. ... Kand. Biol. sciences.* [Biology of the sheep gadfly (*Oestrus ovis* L.) of the Altai-Sayan mountain country]. Novosibirsk, 1985. 21 p. (In Russian).

34. Pronina S. V., Pronin N. M. *Vzaimootnosheniya v sistemah «gel'minty – ryby»* [Relationships in the "helminths – fish" systems]. Moscow: Nauka, 1988. 176 p. (In Russian).

35. Ieshko E. P., Vysokaya R. U., Serezhenko JI. P. Parasite host relationships as a non-specific adaptive syndrome. *Ekologo-populyacionnyj analiz parazitov i krovososushchih chlenistonogih* [Ecological and population analysis of parasites and blood-sucking arthropods]. Petrozavodsk, 1991. P. 103–109, 172 (In Russian).

36. Evlanov I. A. Study of the spatial structure and relationships between the plerocercoid *Digamma interrupta* (Ligulidae) and the bream in the Kuibyshev water reservoir. *Parazitologiya* [Parasitology]. 1989. 23 (4). P. 281–297 (In Russian).

37. Anikieva L. V., Malakhova R. P. Distribution of the cestode *Proteocephalus exiguus* depending on the age and sex of the host. *Gel'minty presnovodnyh biocenozov* [Helminths of freshwater biocenoses]. Moscow: Nauka, 1982. P. 73–86. (In Russian).

38. Anikanova V. S., Ieshko E. P., Bugmyrin S. V., Borodina K. A. Peculiarities of biotopic distribution of cestodes from the common shrew *Sorex araneus* in Southern Karelia. *Parazitologiya* [Parasitology]. 2003. 37 (6). P. 479–487 (In Russian).

39. Kirpichnikov V. S. *Geneticheskie osnovy selekcii ryb* [Genetic basis of fish breeding]. Leningrad: Nauka, 1979. 391 p. (In Russian).

40. Mezhzherin S. V. Seasonal dynamics of the abundance of Bothriocephalic opsariichthydis (Cestoda, Pseudophyllidea) and differential infection of carp yearlings of different genotypes. *Parazitologiya* [Parasitology]. 1989. 23 (1). P. 48–53 (In Russian).

41. Crofton H. D. A quantitative approach to parasitism. *Parasitology*. 1971. Vol. 62. № 2. P. 179–193.

42. Crofton H. D. A model of host-parasite relationships. *Parasitology*. 1971. Vol. 63. № 3. P. 343–364.

43. Ieshko E. P. *Populyacionnaya biologiya gel'mintov ryb* [Population biology of fish helminths]. Leningrad: Nauka, 1988. 118 p. (In Russian).

44. Nasledov A. D. *Matematicheskie metody psihologicheskogo issledovaniya. Analiz i interpretaciya dannyh. Uchebnoe posobie* [Mathematical methods of psychological research. Analysis and interpretation of data. Tutorial]. 3rd ed., Stereotype. St. Petersburg: Publishing house "Rech", 2007. 392 p. (In Russian).

45. Lerneoz | Rossijskij agrarnyj portal. Available at: agroportal-ziz.ru (Accessed 07.02.2021).

46. Lernaesa cyprinacea foto - Poisk v Google (Accessed 07.02.2021).

47. Lixus_iris_IMG_3978 (Nemo5576).jpg (2592×1944). Available at: wikimedia.org (Accessed 07.02.2021).

48. Phryganea_grandis.jpg (800×595). Available at: wikimedia.org (Accessed 07.02.2021).

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНОГО
КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНОЙ МАТРИЦЫ
И МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВОЛОКОН ВОДНОГО
ГИДРОСИЛИКАТА МАГНИЯ**

*ENVIRONMENTAL ASPECTS OF OBTAINING A POLYMER COMPOSITE
BASED ON AN EPOXY MATRIX AND MODIFIED FIBERS OF AQUEOUS
MAGNESIUM HYDROSILICATE*

Л. Н. Наумова, И. С. Марушевская

L. N. Naumova, I. S. Marushevskaya

Работа посвящена получению полимерного композиционного материала на основе эпоксидной смолы и модифицированного хризотила. Осуществлен анализ литературы по выбору компонентов для получения эпоксидного композита. Проведены исследования его физико-химических свойств и физико-механических показателей: прочность на сжатие, водопоглощение, кислотостойкость, ИК-спектроскопия. Представлены экономические и экологические преимущества полученного композита с использованием в качестве наполнителя хризотилцементной пыли (модифицированного водного гидросиликата магния).

This work is devoted to receiving polymeric composite material on the basis of epoxy and modified chrysotila. The analysis of literature at the choice of components for receiving an epoxy composite is carried out. Researches of physical and chemical properties, physico-mechanical indicators, such as are conducted: durability on compression, water absorption, acid resistance, ik-spectroscopy. Economic and ecological advantages of the received composite with use as a filler of chrysotilcement dust (the modified water hydrosilicate of magnesium) are presented.

Ключевые слова: *эпоксидная смола, модифицированный хризотил, дибутилфталат, прочность на сжатие, водопоглощение, кислотостойкость, полимерный композиционный материал.*

Keywords: *epoxy resin, modified chrysotila, dibutylflatalate, strength for compression, water absorption, acid-resistant, polymer composite material.*

**Полимерная матрица для получения композиционных материалов
с различными видами наполнителей**

В настоящее время практически все отрасли современной техники не обходятся без применения конструкций и изделий на основе композиционных материалов, которые способствуют повышению надежности, срока службы, снижению материалоемкости и улучшению других важнейших параметров изделий, агрегатов, приборов, тем самым обуславливая развитие научно-технического

прогресса в строительстве, машиностроении, авиакосмической и других отраслях промышленности [1].

Полимерную матрицу для композиционных материалов выбирают, учитывая условия эксплуатации изделий. От материала матрицы значительно зависят свойства композита: прочность, тепло- и влагостойкость, стойкость к действию агрессивных сред, метод получения изделия [2].

Термореактивные пластмассы (реактопласты) получают на основе эпоксидных, полиэфирных, полиуретановых, феноло-формальдегидных и кремнийорганических полимеров. Пластмассы применяют в отвержденном виде; они имеют сетчатую структуру и поэтому при нагреве не плавятся, устойчивы против старения и не взаимодействуют с топливом и смазочными материалами. Термореактивные пластмассы нерастворимы, способны лишь набухать в отдельных растворителях, водостойки и поглощают не более 0.1–0.5 % H_2O .

Все полимеры при отверждении дают усадку; она минимальна у эпоксидных полимеров (0.5–2%) и особенно велика у полиэфиров (~ 10%). Для уменьшения усадки и повышения прочности используют наполнители и регулируют условия отверждения. Отверждение эпоксидных и полиэфирных пластмасс не связано с выделением побочных веществ, поэтому при изготовлении изделий нет необходимости в больших давлениях. Эти пластмассы пригодны для изделий больших размеров. Если при отверждении выделяются низкомолекулярные вещества (например, у фенопластов), то изделия получают под давлением во избежание образования вредной пористости и других дефектов. При переработке фенолоформальдегидных и некоторых других пластмасс необходимые давления велики – в пределах 10–100 МПа, поэтому размеры изделий ограничены техническими возможностями прессового оборудования. Все термореактивные полимеры после отверждения имеют низкую ударную вязкость и поэтому используются с наполнителями.

Преимуществом наполненных термореактивных пластмасс является большая стабильность механических свойств и относительно малая зависимость от температуры, скорости деформирования и длительности действия нагрузки. Они более надежны, чем термопласты. При испытаниях на растяжение материалы разрушаются без пластического течения и образования шейки. Верхняя граница рабочих температур реактопластов определяется термической устойчивостью полимера или наполнителя (меньшей из двух). Несмотря на понижение прочности и жесткости при нагреве, термореактивные пластмассы имеют лучшую несущую способность в рабочем интервале температур, и допустимые напряжения (15–40 МПа) для них выше, чем для термопластов. Важными преимуществами термореактивных пластмасс являются высокая удельная жесткость. По этим показателям механических свойств реактопласты со стеклянным волокном или тканями превосходят многие стали, сплавы титана и сплавы алюминия. Термореактивные порошковые пластмассы наиболее однородны по свойствам. Такие пластмассы хорошо прессуются и применяются для наиболее сложных по форме изделий.

Пластмассы с порошковыми наполнителями (волокниты, асболокниты, стеловолокниты) представляют собой композиции из волокнистого наполнителя в виде очесов хлопка, волокон хризотила, пропитанного фенолоформальдегидными связующими. Применяют для изготовления деталей, работающих на изгиб и кручение.

Технология получения материалов на основе эпоксидных смол заключается в пропитке волокон, тканей, бумаги; отверждении и обработке методами прямого прессования, контактного формования, вакуумного формования и др. Температура переработки составляет 20...180°C [3].

Для отверждения эпоксидных смол применяются соединения двух типов:

- Кислые отвердители, к которым относятся различные дикарбоновые кислоты или их ангидриды (малеиновый ангидрид, фталевый ангидрид, метилтетрагидрофталевоый ангидрид, эндикангидрид, додеценилянтарный ангидрид). Для отверждения эпоксидных смол этими отвердителями требуется повышенная температура 100–200°C, поэтому данный вид отвердителей называется отвердителями горячего отверждения.

- Аминные отвердители, к которым относятся различные амины (полиэтиленполиамин, гексаметилендиамин, метафенилендиамин). Отверждение аминами (кроме некоторых, как, например, триэтаноламин, дициандиаמיד) происходит при нормальной температуре или небольшом нагреве (70–80°C). Поэтому эта группа называется отвердителями холодного отверждения.

Наиболее высокие физико-технические свойства композиции получаются при горячем отверждении.

В качестве наполнителей для эпоксидной смолы чаще всего используются легкодоступные материалы, такие как алебастр (гипс строительный), цемент, мел, асбест, древесная крошка и др.

Процентное содержание (по объему) наполнителя в эпоксидной смеси может достигать 50%, фактически – пока смесь не потеряет текучесть. Для использования в отливках наполнителя желательно около 30–40%. Такое соотношение позволяет получить изделие с хорошими механическими свойствами, сохраняется достаточная текучесть эпоксидной смолы в процессе литья и снижается её расход.

Использование в качестве наполнителя цемента позволяет изготавливать композиционные материалы, получаемые методом литья. Полученный материал обладает достаточно высокими прочностными показателями. Применение мела в композите возможно только в случае его сушки и введения дополнительных добавок. Древесная и полимерная крошка позволяют получать композиционные материалы облегченного состава [4].

Характеристика компонентного состава для получения исследуемого композита

Наиболее актуальным является вопрос использования в качестве наполнителя при производстве полимерных композиционных материалов хризотила. Он

обладает комплексом полезных свойств, что позволяет использовать его при производстве различных материалов и изделий во многих отраслях промышленности. Основными свойствами являются: большая удельная поверхность распущенного волокна, высокий предел прочности на разрыв, щелочестойкость, высокие тепло- и пожаростойкость, звуко- и электроизоляция, низкая электропроводность, высокий коэффициент трения по поверхности других материалов, способность к расщеплению на тончайшие волокна, высокая эластичность и армирующая способности.

При выборе полимерного связующего приняли решение об использовании эпоксидной смолы в силу её низкой стоимости и возможности получения композита различного назначения ввиду универсальности её свойств.

Представляли интерес возможности получения эпоксидного компаунда с использованием в качестве наполнителя модифицированных волокон хризотила.

В работе были использованы тонкодисперсные частицы модифицированных волокон хризотила, подвергшихся воздействию продуктов гидратации портланд-цемента при производстве хризотилцементных листов (способ модифицирования 1) и влиянию естественных природных факторов в течение 4 лет (способ модифицирования 2). Далее волокна измельчали в электрической ступке до дисперсного состояния.

В качестве пластификатора выбрали дибутилфталат, который находит свое применение в сфере производства различных видов полимерных материалов.

В качестве отвердителя был выбран полиэтиленполиамин, так как он проще в работе и используется при комнатных температурах.

Приготовление эпоксидного композита на основе модифицированных волокон хризотила

Навеску модифицированного хризотила (способ 2) массой 50 г помещали в сушильный шкаф и высушивали при температуре $110 \pm 20^\circ\text{C}$ до постоянной массы. Затем высушенную пробу охлаждали при комнатной температуре в эксикаторе и взвешивали с погрешностью не более 0.1 г.

Массовую долю влаги (W) в процентах вычисляли по формуле [1]:

$$W = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100, \quad (1)$$

где m – масса навески хризотила до высушивания, г; m_1 – масса навески хризотила после высушивания, г.

За результат анализа принимали среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, абсолютное расхождение между которыми не превышало 0.5 %.

За окончательный результат испытания принимали среднее арифметическое результатов двух последних определений.

Для расчета количества необходимых компонентов пользовались формулами:

$$V_{\text{комп}} = \rho_{\text{комп}} / m_{\text{комп}} , \quad (2)$$

где $\rho_{\text{комп}}$ – плотность компонента, кг/м²; $m_{\text{комп}}$ – масса компонента, г.

$$\rho_{\text{смеси}} = V_{(\text{смеси})} / m_{(\text{смеси})} , \quad (3)$$

где $V_{(\text{смеси})}$ – объем смеси, мл; $m_{(\text{смеси})}$ – масса смеси, г.

$$M_{\text{комп}} = \rho_{\text{смеси}} * m_{\text{комп}} , \quad (4)$$

где $\rho_{\text{смеси}}$ – плотность смеси, кг/м²; $m_{\text{комп}}$ – масса компонента, г.

Для перевода из см³ в г. пользовались формулой:

$$V = m / \rho , \quad (5)$$

где $\rho_{\text{эпоксидной смолы}} = 1.2 \text{ г/см}^3$; $\rho_{\text{асбеста}} = 2.57 \text{ г/см}^3$.

Затем нагревали эпоксидную смолу на водяной бане до 60°C. Проводили смешение ЭД-20 с модифицированным хризотилом в фарфоровой чашке. В процессе смешения по каплям добавляли отвердитель (ПЭПА) [5]. Заполнили кубические формы приготовленной смесью и оставили высыхать композицию в течение двух дней.

Исследование свойств полученного композиционного материала.

ИК-спектроскопия

Исследование проводили на ИК-спектрометре VERTEX 70. Спектральный диапазон – от 370 до 7500 см⁻¹.

По данным ИК-спектроскопии доказан состав и строение исходной эпоксидной смолы и отвержденных продуктов.

На ИК-спектрах исходной эпоксидиановой смолы идентифицированы две полосы деформационных колебаний эпоксидного кольца в диапазонах 917–907 см⁻¹ и 864–830 см⁻¹,

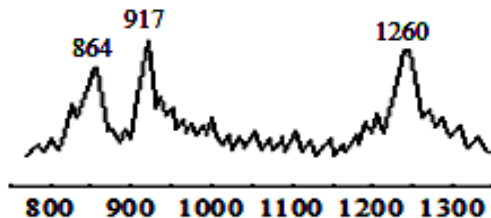


Рис. 1. ИК-спектр исходной эпоксидной смолы ЭД-20.

имеющие среднюю или высокую интенсивность, а также полоса средней или малой интенсивности в области 1260 см⁻¹, характерная валентным колебаниям эпоксидного кольца (рис. 1).

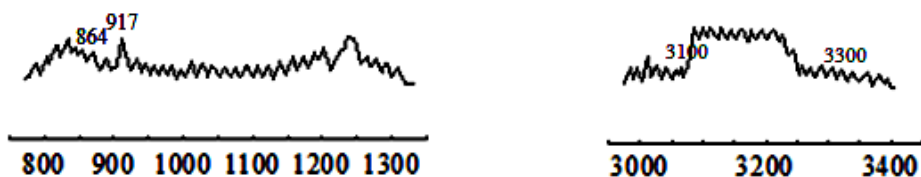


Рис. 2. ИК-спектр отвержденной смолы ЭД-20.

Вместе с тем на ИК-спектрах полученных продуктов исчезает полоса поглощения, характерная для эпоксидной группы в области 917–907 см⁻¹ и 864–830 см⁻¹ и появляется новая широкая полоса поглощения в области 3100–3300 см⁻¹, соответствующая ОН-группе (рис. 2), вследствие раскрытия эпоксидного кольца и образования гидроксильной группы.

Определение прочностных показателей

Прочностные свойства изучали с использованием пресса лабораторного испытательного ПСУ-50, предназначенного для статических испытаний стандартных образцов стройматериалов на сжатие, а также испытание кирпича на поперечный изгиб.

Суть метода заключалась в определении нагрузки, необходимой для разрушения образца при заданных условиях.

Образец устанавливали в центре нижней плиты пресса на боковую поверхность, затем медленно опускали верхнюю плиту и останавливали ее чуть выше уровня поверхности образца на 1.5–3 мм. Это было достигнуто благодаря соответствующему подъему нижней плиты пресса. После этого включали электродвигатель пресса и начинали нагружать испытуемый образец.

Обработка результатов испытания предела прочности на сжатие

Предел прочности на сжатие R_c , МПа, вычисляли по формуле:

$$R_c = P/h \cdot d/10, \quad (5)$$

где P – разрушающая нагрузка, кгс/см²; h – высота образца, см; d – диаметр образца, см; 10 – коэффициент пересчета в МПа.

Таблица 1

Предел прочности на сжатие эпоксидного композита с наполнителями из модифицированного хризотила

№ п/п	Наименование материала	Дисперсный состав частиц модифицированных волокон, %			R_c , МПа
		1–5 мкм	5–20 мкм	20–40 мкм	
1	ЭД-20+ПЭПА	-			97
2	Модификация 1	40	35	25	96
3	Модификация 2	50	30	20	63

За результат определения принимали округленное до первого десятичного знака среднеарифметическое значение испытаний 3-х образцов. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Определение водопоглощения эпоксидного композита без наполнителя и с наполнителем

Определение водопоглощения полученных композитов проводили в соответствии с ГОСТом 12730.3-78 [6]. Образцы (не менее 5 шт.) перед испытанием высушивали до постоянной массы, взвешивали и определяли размеры.

Образцы помещали в емкость с водой и укладывали на прокладки так, чтобы уровень воды в емкости был выше верхнего уровня наших образцов на 50 мм [7]. Температура воды в емкости $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

Образцы взвешивали через каждые 24 ч водопоглощения на обычных весах. Испытание проводили до тех пор, пока результаты двух последовательных взвешиваний перестали отличаться.

Образцы, испытываемые в состоянии естественной влажности, после окончания процесса водонасыщения высушивали до постоянной массы по ГОСТу 12730.2 [8]. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Водопоглощение эпоксидного композита без наполнителя и с наполнителем

<i>№ n/n</i>	<i>Наименование материала</i>	<i>Водопоглощение, %</i>
1	ЭД-20+ПЭПА	2.01
2	ЭД-20+Модификация 1+ПЭПА	1.92
3	ЭД-20+Модификация 2+ПЭПА	1.96

Анализ полученных данных по водопоглощению позволяет сказать, что наполненный эпоксидный композит обладает повышенной влагостойкостью по сравнению с ненаполненным. От величины водопоглощения зависит тепло и электропроводность, прочность и коррозионная стойкость. Таким образом, можно сказать, что полученный наполненный эпоксидный композит обладает улучшенными характеристиками, в том числе коррозионной устойчивостью.

Исследование химической стойкости образцов

Определение стойкости к действию агрессивных химических сред проводили по ГОСТу 12020-72 [9]. Сущность метода заключается в определении изменения массы, а также механических свойств стандартных образцов полимерных композитов в ненапряженном состоянии и растрескивания их в напряженно-деформированном состоянии после выдержки.

Взвешивали каждый образец в стеклянном закрытом сосуде (бюксе) и измеряли его линейные размеры (четыре стороны квадрата). Затем образцы помещали в сосуд с химическим реагентом так, чтобы они полностью были погружены в

химический реагент и выдерживали при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Продолжительность испытания 24 ч.

Оценку стойкости образцов к воздействию химического реагента определяли по табл. 3. в соответствии с ГОСТом 12020-72 [10].

Таблица 3

Химическая стойкость эпоксидных композитов

<i>№ n/n</i>	<i>Агрессивная среда</i>	<i>Наименование материала</i>	<i>Коэффициент кислотостойкости, %</i>
1	HCl 4%	ЭД-20+ПЭПА	0.978
2		ЭД-20+Модификация 1+ПЭПА	0.999
3		ЭД-20+Модификация 2+ПЭПА	0.993

Кислотостойкость ненаполненного эпоксидного композита ниже по сравнению с наполненным. Химическая стойкость в агрессивных средах напрямую зависит от способности материала впитывать воду, и с ростом водопоглощения увеличивается сорбция и диффузия агрессивных сред внутри материала [11].

Первоначально работа была посвящена отработке количественного состава наполнителя хризотил-асбеста для получения эпоксидных композитов. При содержании 5 масс. % волокон хризотил-асбеста частицы волокна были неравномерно распределены по всему объему эпоксидного композита. При содержании 30 масс. % волокон хризотил-асбеста эпоксидный композит не выдержал физико-химические показатели водопоглощения. Таким образом, оптимальный состав наполнителя в полученном композите составил 20 масс. %.

Экономические и экологические преимущества использования хризотилцементной пыли в производстве эпоксидных композиционных материалов

В настоящее время актуальна проблема утилизации отходов хризотилцементного производства и возможности их использования при производстве эпоксидных композитов [12]. Полученные результаты работы способствовали проведению аналитического и расчетного метода экологической и экономической выгоды использования хризотилцементной пыли в качестве наполнителя при производстве эпоксидных композитов [13]. Данные расчеты представлены в табл. 4.

Проведенные анализ и расчеты стоимости эпоксидных композиционных материалов с различными наполнителями показал, что использование в качестве наполнителя хризотилцементной пыли при производстве полимерных композиционных материалов решает важные экономические и экологические вопросы и способствует утилизации отходов хризотилцементной промышленности с одной технологической линии до 100 кг в год [13; 14].

**Расчетная стоимость эпоксидных композитов
с неорганическими наполнителями**

<i>Наименование наполнителя</i>	<i>Стоимость наполнителя за кг, руб.</i>	<i>Стоимость эпоксидного композита с наполнителем за кг, руб</i>
хризотил	37	321
цемент	70	935
хризотилцементная пыль	28	187

Выводы

1. Анализ прочностных данных позволяет сказать о том, что изготовленные композиты обладают улучшенными характеристиками и антикоррозионными свойствами и в полной мере могут использоваться в качестве ремонтных и защитных материалов.

2. Использование хризотилцементной пыли в качестве наполнителя при производстве эпоксидных композитов способствует решению важных экологических проблем, связанных с утилизацией отходов хризотилцементной промышленности, в частности, стоимость готового эпоксидного композита с наполнителем из хризотилцементной пыли снижается в 5 раз в сравнении со стоимостью эпоксидного композита с цементным наполнителем.

3. Установлено, что кислотостойкость наполненного полимерного композиционного материала выше по сравнению с ненаполненным на 0,47 %. Химическая стойкость в агрессивных средах напрямую зависит от способности материала впитывать воду, и с ростом водопоглощения увеличивается сорбция и диффузия агрессивных сред внутрь материала.

4. Анализ полученных данных по водопоглощению позволяет сказать, что наполненный композиционный материал обладает повышенной влагостойкостью по сравнению с ненаполненным (0,95 %). Таким образом, полученный наполненный эпоксидный композит обладает улучшенными характеристиками, в том числе коррозионной устойчивостью.

5. Методами ИК-спектроскопии представлены полосы деформационных колебаний эпоксидного кольца в диапазонах 917–907 см⁻¹ и 864–830 см⁻¹. Также на ИК-спектрах полученных продуктов исчезает полоса поглощения, характерная для эпоксидной группы в области 917–907 см⁻¹ и 864–830 см⁻¹, и появляется новая широкая полоса поглощения в области 3100–3300 см⁻¹, соответствующая ОН-группе, вследствие раскрытия эпоксидного кольца и образования гидроксильной группы.

Список литературы

1. Наумова Л. Н., Лобанова Э. Р. Волокнистые полимерные композиционные материалы // Энерго- и ресурсосберегающие экологически чистые химико-технологические

процессы защиты окружающей среды : сб. докл. II Междунар. науч.-тех. конферен. / Белгородский гос. тех. ун-т им. В. Г. Шухова. 2016. С. 27–30.

2. Берлин А. А. Современные полимерные композиционные материалы (ПКМ) // Соросовский образовательный журнал. 1995. № 1. С. 57–65.

3. ГОСТ 10587-84 Смолы эпоксидно-диановые неотвержденные. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200018022> (дата обращения: 10.05.2021).

4. Ричардсон М., Филлипс Д., Харрис Б. и др. Промышленные полимерные композиционные материалы / под ред. М. Ричардсон; пер. с англ. под ред. П. Г. Бабаевского. М.: Химия, 1980. 472 с.

5. Наполнители для полимерных композиционных материалов : справочное пособие : пер. с англ. / ред. Г. С. Кац, Д. В. Милевски. М.: Химия, 1981. 736 с.

6. ГОСТ 25984.4-83 Асбест хризотилковый. Метод определения влаги.

7. Берлин А. А., Вольфсон С. А., Ошмян В. Г., Ениколопан Н. С. Принципы создания композиционных материалов. М.: Химия, 1990. 240 с.

8. Справочник по композиционным материалам / под ред. Дж. Любин. М.: Машиностроение, 1988. 448 с.

9. ГОСТ 12801-98. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний.

10. Бондалетова Л. И., Бондалетов В. Г. Полимерные композиционные материалы : учеб. пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2013. Ч. 1. 118 с.

11. Батаев А. А., Батаев В. А. Композиционные материалы: строение, получение, применение : учебник. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. 384 с.

12. Кербер М. Л., Виноградов В. М., Головкин Г. С. и др. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология : учеб. пособие / под ред. А. А. Берлина. СПб.: Профессия, 2008. 560 с.

13. Николаев А. Ф., Крыжановский В. К., Бурлов В. В. и др. Технология полимерных материалов : учеб. пособие / под ред. В. К. Крыжановского. СПб.: ЦОП «Профессия», 2008. 544 с.

14. Михайлин Ю. А. Конструкционные полимерные композиционные материалы. СПб.: Научные основы и технологии, 2008. 822 с.

References

1. Naumova L. N., Lobanova E. R. Fibrous polymer composite materials. *Energo- i resursoberegayushchie ekologicheski chistye himiko-tekhnologicheskie processy zashchity okruzhayushchej sredy: Sb. dokl. II Mezhdunar. nauch.-tekh. konferen. Belgorodskij gos. tekhn. un-t im. V. G. SHuhova* [Energy-and resource-saving environmentally friendly chemical and technological processes of environmental protection: collection of docl. II International Scientific and Technical Journal. Conference. / Belgorod State Technical University. V. G. Shukhov Univ.]. 2016. P. 27–30.

2. Berlin A. A. Modern polymer composite materials (PCM). *Sorosovskij Obrazovatel'nyj ZHurnal* [Soros Educational Journal]. 1995. № 1. P. 57–65.

3. *GOST 10587-84 Smoly epoksidno-dianovyje neotverzhdennye* [GOST 10587-84 Non-cured epoxy-diane resins] Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200018022> (Accessed 10.05.2021).

4. Richardson M., Fillips D., Harris B. i dr. *Promyshlennye polimernye kompozicionnye materialy* [Industrial polymer composite materials] / Pod red. M. Richardson / Per. s angl. pod red. P. G. Babaevskogo. M.: Himiya, 1980. 472 p.
5. *Napolniteli dlya polimernyh kompozicionnyh materialov. Spravochnoe posobie* [Fillers for polymer composite materials: reference manual], per. s angl. / Red. G. S. Kac, D. V. Milevski. M.: Himiya, 1981. 736 p.
6. *GOST 25984.4-83 Asbest hrizotilovyj. Metod opredeleniya vlagi* [GOST 25984.4-83 Chrysotile asbestos. Method for determining moisture].
7. Berlin A. A., Volfson S. A., Oshmyan V. G., Enikolopyan N. S. *Principy sozdaniya kompozicionnyh materialov* [Principles of creating composite materials Principles of creating composite materials] M.: Himiya, 1990. 240 p.
8. *Spravochnik po kompozicionnym materialam* [Handbook of composite materials] / Pod red. Dzh. Lyubin. M.: Mashinostroenie, 1988. 448 p.
9. *GOST 12801-98. Materialy na osnove organicheskikh vyazhushchih dlya dorozhnogo i aerodromnogo stroitel'stva. Metody ispytaniy* [GOST 12801-98. Materials based on organic binders for road and airfield construction. Test methods].
10. Bondaletova L. I., Bondaletov V. G. *Polimernye kompozicionnye materialy. Uch. pos.* [Polymer composite materials: training manual]. CH. 1. Tomsk: Izd-vo TPU, 2013. 118 p.
11. Bataev A. A., Bataev V. A. *Kompozicionnye materialy: stroenie, poluchenie, primenenie. Uchebnik* [Composite materials: structure, reception, application: textbook]. Novosibirsk: Izd-vo NGTU, 2002. 384 p.
12. Kerber M. L., Vinogradov V. M., Golovkin G. S. i dr. *Polimernye kompozicionnye materialy: struktura, svojstva, tekhnologiya. Uch. pos.* [Polymer composite materials: structure, properties, technology: training manual] / Pod red. A. A. Berlina. SPb: Professiya, 2008. 560 p.
13. Nikolaev A. F., Kryzhanovskij V. K., Burlov V. V. i dr. *Tekhnologiya polimernyh materialov. Uch. pos.* [Technology of polymer materials: training manual] / Pod red. V. K. Kryzhanovskogo. SPb: Professiya, 2008. 544 p.
14. Mihajlin YU. A. *Konstrukcionnye polimernye kompozicionnye materialy* [Structural polymer composite materials]. SPb: Nauchnye osnovy i tekhnologii, 2008. 822 p.

СОЕДИНЕНИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОНА

COMPOUNDS OF BIOGENIC ELEMENTS AS A FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF PHYTOPLANKTON

Е. Г. Ильина

E. G. Ilyina

Приведены результаты исследования содержания и распределения соединений биогенных элементов и фитопланктона в воде разнотипных водных объектов (реки Обь и Чумыш, озера Красиловское и Большое Островное, Новосибирское водохранилище). Изучена динамика содержания соединений биогенных элементов и их влияние на фитопланктон в воде исследованных объектов. Исследование соединений биогенных элементов и фитопланктона в водоемах в зимний период в литературе практически не описано, поэтому полученные в данной работе результаты могут служить дополнением к имеющейся научной информации.

The results of the study of the content and distribution of compounds of biogenic elements and phytoplankton in water of different types of water bodies (the Ob and Chumysh rivers, Krasilovskoe and Bolshoye Ostrovnoe lakes, Novosibirsk reservoir) are presented. The dynamics of the content of compounds of biogenic elements and their influence on phytoplankton in the water of the studied objects have been investigated. The study of compounds of biogenic elements and phytoplankton in water bodies in winter season is practically not described in the literature. Therefore, the results obtained in this work can serve as an addition to the available scientific information.

Ключевые слова: биогенные элементы, ионы аммония, нитрат-ионы, нитрит-ионы, фосфат-ионы, хлорофилл, спектрофотометрия, фитопланктон.

Keywords: biogenic elements, ammonium ions, nitrate ions, nitrite ions, phosphate ions, chlorophyll, spectrophotometry, phytoplankton.

Введение

Для анализа качества природных вод в соответствии с современными требованиями необходим комплексный подход к мониторингу как химических, так и биологических показателей природного водного объекта. Как правило, исследование только химических показателей недостаточно. В набор показателей, позволяющих всесторонне оценивать качество вод, среди прочих, входят ионы аммония, нитрат-ионы, нитрит-ионы, фосфат-ионы, которые одновременно являются и соединениями биогенных элементов. Количество биогенных веществ и их распределение в воде оказывает существенное влияние на трофический статус водоемов. В литературе зафиксировано, что функциональные показатели фито-

планктона (одним из которых является хлорофилл «а») в природных водах отражают степень загрязнения воды и этапы ее самоочищения. В свою очередь, соотношение концентраций соединений биогенных элементов в среде влияет на таксономическую и размерную структуру фитопланктонного сообщества.

Сказанное и определяет актуальность работы, цель которой – изучение динамики содержания соединений биогенных элементов и их влияние на фитопланктон в природной воде. В данной работе проведено исследование содержания ионов биогенных элементов (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^{3-}) [1] и концентрации хлорофилла «а» [2, с. 587–600] в разнотипных водных объектах: реках Обь и Чумыш, озерах Красилковское и Большое Островное (далее Б. Островное), Бердском заливе Новосибирского водохранилища. Пробы отобраны и обработаны общепринятыми методами [1; 2, с. 587–600] в марте и феврале 2009 г. Исследование проведено в рамках госбюджетного проекта VIII.76.1.3. «Исследование внутриводоёмных процессов и динамики экосистем водных объектов Сибири, включая субарктическую зону» в лаборатории водной экологии ИВЭП СО РАН.

Биологическая продуктивность любого водного объекта тесно связана с химическим составом вод, и прежде всего с их биогенным статусом [3], который определяет качественное и количественное развитие фитопланктонных сообществ. Питание всех растений и животных, а также большей части микроорганизмов зависит от источников связанного или фиксированного азота. Связанный азот в форме аммиака, нитратов, нитритов и органических соединений относительно дефицитен и часто представляет собой фактор, ограничивающий развитие живых организмов. По этой причине круговорот азотистых соединений играет первостепенную роль в снабжении необходимыми формами азота различных организмов. В природных водах из всех имеющихся форм азота предпочтительнее потребляются азот аммиака, потом мочевины и только потом нитратов [4–6]. Режим соединений азота и фосфора в фотической (зона, где солнечного света достаточно для осуществления фотосинтеза) зоне водоема подвержен внутригодовой изменчивости, согласуется с динамикой фитопланктона. Весной и летом развитие фитопланктона уменьшает содержание биогенных элементов, осенью их количество возрастает за счет минерализации органического вещества, а также за счет конвективного перемешивания вод. Биогенный статус водоема или отдельной его части определяется не только средними значениями содержания основных биогенных веществ, но и их межгодовой и сезонной динамикой. В значительной степени он обуславливается их пространственным распределением на исследуемой акватории водного объекта [7].

Исследование содержания соединений биогенных элементов и фитопланктона в водоемах в зимний период в литературе практически не описано. Поэтому полученные в данной работе результаты могут служить дополнением к имеющейся научной информации.

Материалы и методы

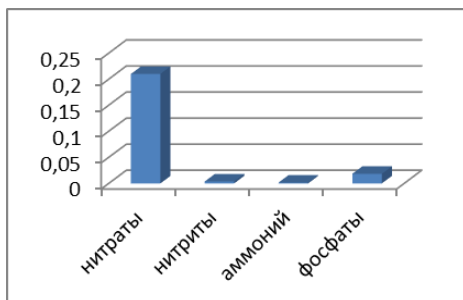
Проведен анализ 30-ти проб воды из различных водных объектов: Новосибирского водохранилища, озер Б. Островное и Красиловское, рек Обь и Чумыш.

Концентрацию хлорофилла «а» определяли спектрофотометрическим методом. В основе этого метода – спектрофотометрирование экстракта пигментов до и после его подкисления раствором соляной кислоты. Расчеты концентрации хлорофилла основаны на известных удельных спектральных показателях поглощения света хлорофиллом [2].

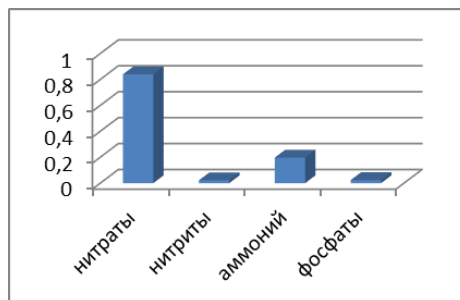
Определение концентрации нитрат-ионов проводили по методике выполнения измерений массовой концентрации нитрат-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой согласно ПНД Ф 14.1:2.4-95 [8]; нитрит-ионов – методом с реактивом Грисса (ПНД Ф 14.1:2.3-95) [9]; ионов аммония – методом с реактивом Несслера (ПНД Ф 14.1:2:3.1-95) [10]; фосфат-ионов – методом с молибдатом аммония (ПНД Ф 14.1:2:4.112-97) [11].

Результаты и обсуждение

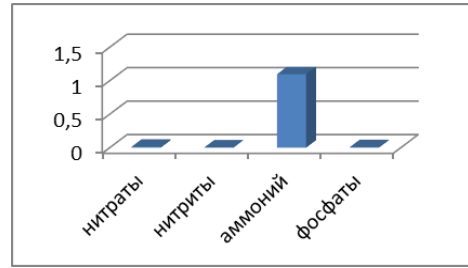
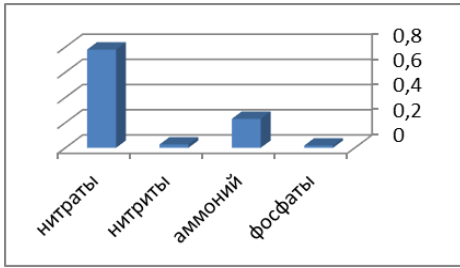
При исследовании воды Новосибирского водохранилища на наличие биогенных веществ (рис. 1а) больше всего обнаружено нитрат-ионов – $0,21 \text{ мгN/дм}^3$, а меньше всего – ионов аммония ($0,0015 \text{ мгN/дм}^3$), что согласуется с литературными данными. Согласно последним, один из основных источников поступления нитрат-ионов – это вымывание его из почв, что в сумме с другими факторами, такими как недостаток кислорода, изменение водной массы, низкое потребление азота гидробионтами в зимний период, приводит к тому, что максимум концентрации нитрат-ионов наблюдается в конце зимней сработки водоема (падение уровня воды) [12]. Схема расположения пунктов исследования на Новосибирском водохранилище приведена на рис. 2.



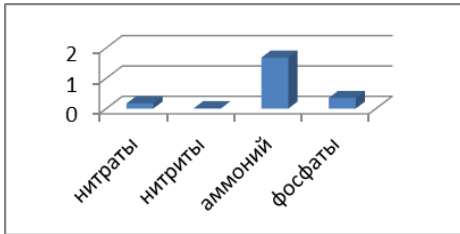
1а



1б



1в



1г

Рис. 1. Содержание минеральных форм азота и фосфора в зимний период.
а – Новосибирское водохранилище;
б – р. Обь; в – р. Чумыш;
г – оз. Красиловское; д – оз. Б. Островное.

1д

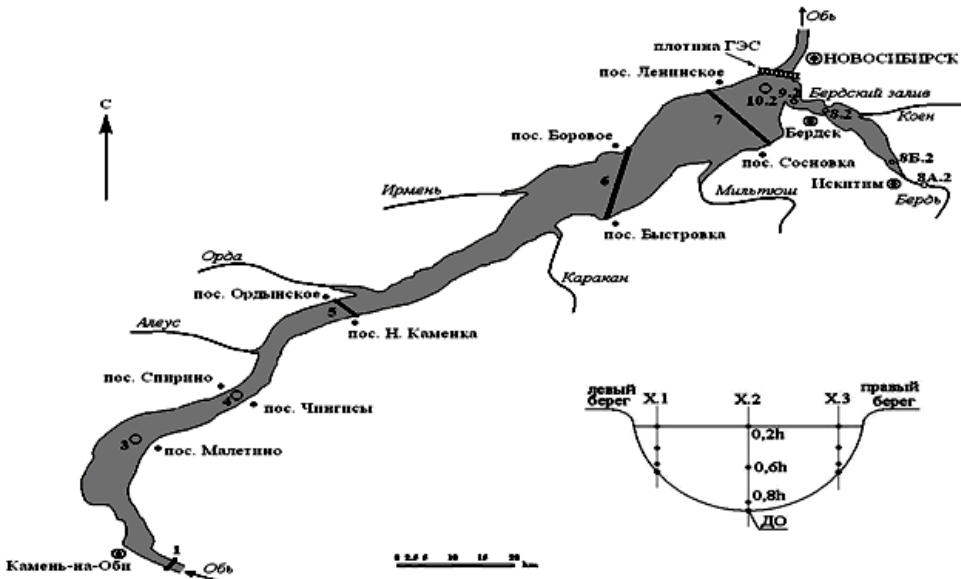


Рис. 2. Схема расположения пунктов исследования на Новосибирском водохранилище

Низкое содержание аммонийного азота в воде говорит о невысокой степени загрязненности водоема или о начавшихся процессах окисления аммиака, образующегося, главным образом, в результате распада белковых веществ.

Схема расположения пунктов исследования на р. Обь приведена на рис. 3.

В воде из р. Обь содержание нитрат-ионов составило 0.84 мгN/дм^3 , что выше концентрации остальных ионов (рис. 1б). Меньше всего обнаружено нитрит-ионов (0.022 мгN/дм^3). Нитрит-ионы являются промежуточной формой окисления аммонийного азота в нитраты. Их содержание в природных водах обычно

невелико. На концентрацию биогенных веществ в реке значительно влияет количество и качество воды, поступающей со сбросами водоочистных сооружений КОС-1 и КОС-2 (рис. 3). Также на состав воды р. Обь влияют сточные воды, содержащие отходы промышленного производства и бытовые стоки.

Известно [12], что наиболее высокие концентрации нитратного азота в реках наблюдается в холодное время года, тогда как летом, в период интенсивного потребления форм азота фотосинтетическими гидробионтами, она снижается до минимальных. ПДК нитратов (по NO_3^-) в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования составляет 4.5 мг/дм^3 , нитритов (по NO_2^-) – 3.3 мг/дм^3 [13].

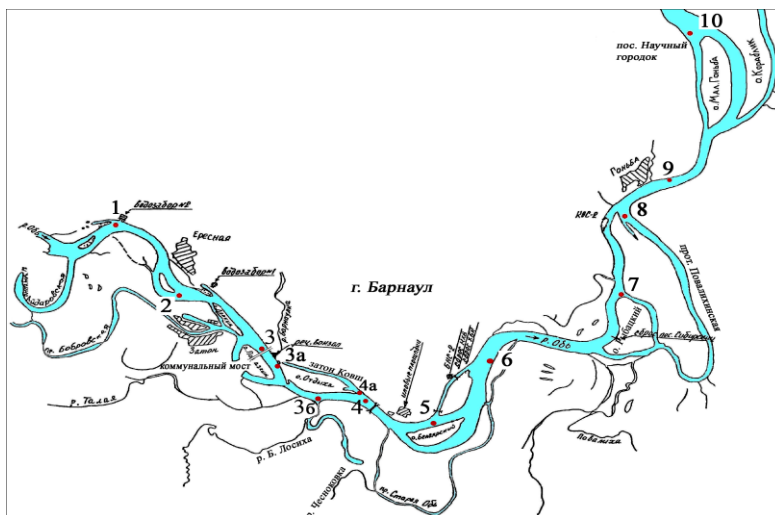


Рис. 3. Схема расположения пунктов исследования на р. Обь

В зимний период содержание фосфатов в воде р. Обь было в среднем 0.0244 мгP/дм^3 . Ниже водовыпусков КОС-1 и КОС-2 концентрация последних поднялась почти в три раза. Подобное в зимний период наблюдали и в условиях р. Надым. Так в марте 2002 г. в воде р. Надым содержание минерального фосфора находилось в пределах $0.82\text{--}1.05 \text{ мгP/дм}^3$. Выделение фосфатов из донных отложений увеличивается в бескислородных условиях, когда наряду с бактериальным распадом органического материала идут восстановительные процессы, способствующие переходу фосфора в растворенное состояние.

Концентрация нитрат-ионов в воде р. Чумыш выше по сравнению с содержанием других ионов биогенных веществ (рис. 1в) и составляет 0.78 мгN/дм^3 . Менее всего обнаружено фосфат-ионов (0.018 мгP/дм^3). Так как пробы воды из р. Чумыш брали со створов, находящихся вблизи водовыпусков с «ООО Алтай-кокс», то такие высокие концентрации нитратов вполне закономерны. Р. Чумыш по классу качества воды относится к загрязненной (в р-не г. Заринска) и очень загрязненной (в р-не пгт. Тальменка).

Одной из причин повышения концентрации азота аммонийного и нитрат-ионов, возможно, является увеличение сброса в водоемы предприятиями пищевой, легкой и медицинской отраслей неочищенных стоков [14].

В воде оз. Красиловское (рис. 1 г) содержание ионов аммония составило 1.098 мгN/дм^3 , нитрит-ионов – 0.0045 мгN/дм^3 . Так как надпойменное оз. Красиловское по биопродуктивности относится к мезотрофному типу (озеро с умеренным количеством питательных веществ для водных организмов), то количество биогенных веществ там невелико. Высокое содержание ионов аммония в незагрязненных природных водах связано, главным образом, с процессами биохимической деградации белковых веществ, дезаминирования аминокислот, разложения мочевины под действием уреазы.

Содержание в воде оз. Б. Островное ионов аммония было 1.68 мгN/дм^3 , нитрит-ионов – 0.014 мгN/дм^3 (рис. 1д).

Концентрация ионов аммония может быть использована в качестве показателя, отражающего санитарное состояние водного объекта, загрязнения поверхностных и подземных вод прежде всего бытовыми и сельскохозяйственными стоками. Концентрация ионов аммония в оз. Б. Островное не превышает ПДК рх (2 мг/дм^3 по азоту или 2.6 мг/дм^3 в виде NH_4^+). Оз. Б. Островное по значительному содержанию в его воде ионов аммония [15] может быть отнесено к гиперэвтрофным.

Содержание растительных пигментов в воде разных участков реки часто различно. От истока к устью в реках, как правило, концентрация пигментов постепенно возрастает. На характер пространственного распределения хлорофилла «а» (далее по тексту Хл «а») вдоль по руслу реки влияет комплекс гидрологических, климатических и антропогенных условий.

Концентрация Хл «а» в воде разных участков русла р. Обь различна (рис. 4). Например, в воде на 1-м створе (рис. 3) содержание Хл «а» было 0.554 мг/м^3 , на 4-м – 0.42 мг/м^3 . Сточные воды населенных пунктов способны как стимулировать развитие фитопланктона, так и угнетать. Пониженное содержание Хл «а», вероятно, вызванное токсическими веществами, регулярно наблюдали в воде р. Барнаулки (левый приток Верхней Оби) в пунктах ниже стока Завода агрегатов и устья р. Пивоварки, собирающей поверхностные стоки г. Барнаула.

В Верхней Оби в р-не г. Барнаула распределение Хл «а» в воде довольно равномерно (рис. 3). Содержание и состав пигментов здесь определяется поступлением промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод, что наблюдается ниже устья р. Барнаулки (створ 4) и у с. Гоньба (створ 9) ниже стоков очистных сооружений города. Оказывают влияние на распределение Хл «а» и воды притоков водоемов, таких как протока Повалихинская (створ 8) и загрязненный затон Ковш (створ 4а).

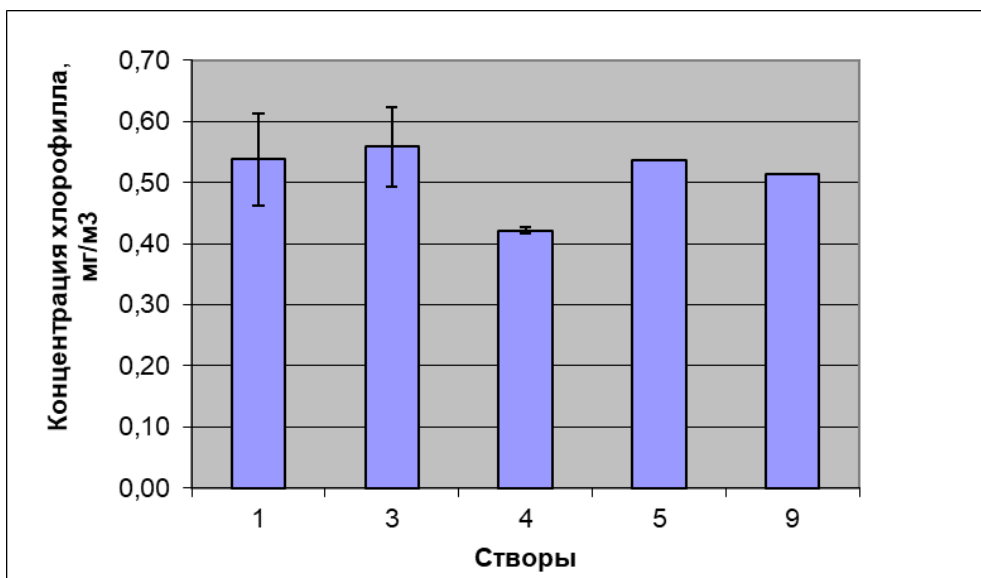


Рис. 4. Пространственное распределение хлорофилла «а» в р. Обь в зимний период года

Содержание Хл «а» в пробах воды на исследуемом участке Новосибирского водохранилища (рис. 2) изменялось от 0.47 до 1.13 мг/м³ (рис. 5). Наименьшая его концентрация наблюдалась в нижнем слое толщи воды в водохранилище. Наибольшие концентрации Хл «а» (1.13 и 0.94 мг/см³ на 1-м и 4-м створах соответственно) отмечены в точке К (канализационной коллектор) и в точке 9.1 (левый берег, пос. Речуновка).

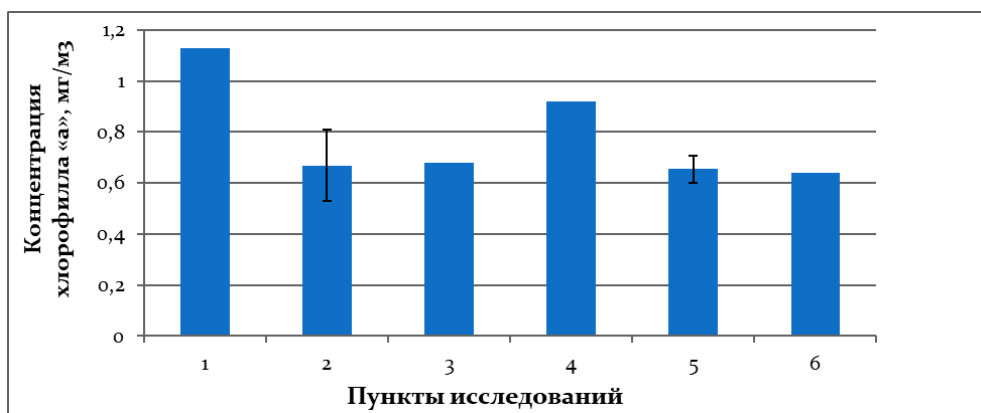


Рис. 5. Содержание хлорофилла «а» в воде из разных пунктов Новосибирского водохранилища в зимний период года

При рассмотрении вертикального распределения Хл «а» в точке 8.2 (500 м выше водозабора) (рис. 2) наблюдалось уменьшение его концентрации сверху вниз. В поверхностном слое концентрация Хл «а» составила 0.94 мг/м³, в при-

донном – 0.47 мг/м³. В точке 9.2 (рис. 2, пос. Речкуновка) отметили незначительное изменение концентрации Хл «а» от поверхности до дна в зимний период. Среднее значение содержания Хл «а» на этом створе составило 0.65 мг/м³.

В воде оз. Б. Островное концентрация Хл «а» по вертикале изменяется от 11.72 мг/м³ до 26.19 мг/м³ (рис. 6). Наибольшая его концентрация отмечена на глубине 0.5 м (26.19 мг/м³), наименьшая – на глубине 1.5 м (11.72 мг/м³). Из-за малой глубины водоема (5.6 м) процесс фотосинтеза, видимо, осуществляется во всей его водной толще.

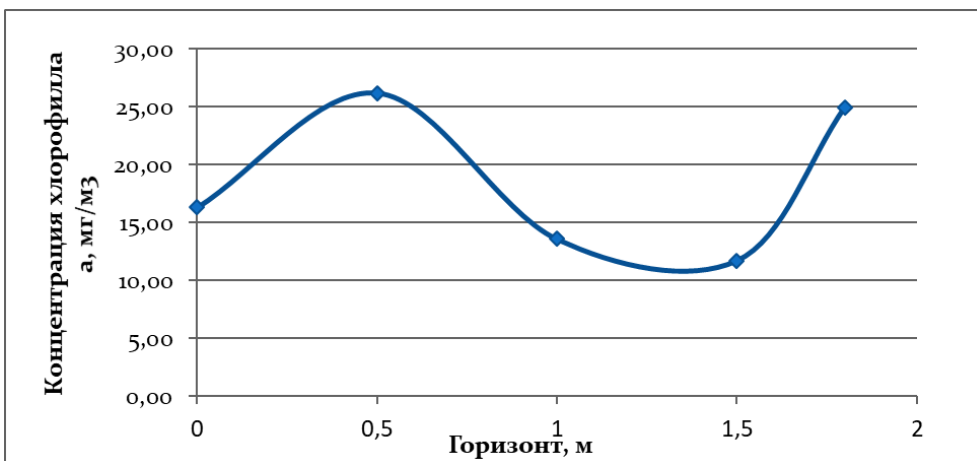


Рис. 6. Распределение хлорофилла «а» в толще воды оз. Б. Островное в зимний период года

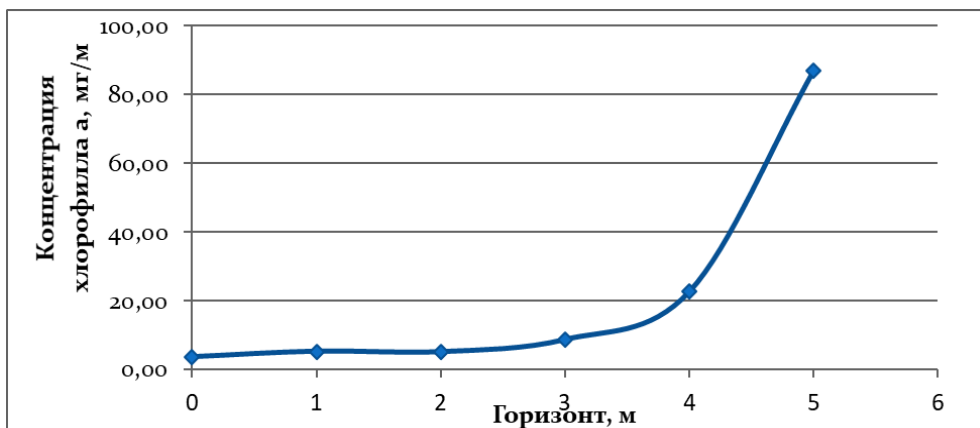


Рис. 7. Распределение хлорофилла «а» по горизонтам воды в оз. Красиловское в зимний период года

Концентрация Хл «а» в воде оз. Красиловское увеличивается с глубиной (рис. 7). Наименьшее его содержание было у поверхности (3.62 мг/м³), наибольшее – в придонном слое (87.04 мг/м³), что связано с оседанием отмирающих клеток фитопланктона.

Зависимость концентрации Хл «а» от содержания биогенных элементов в воде озер Б. Островное и Красиловское носит линейный характер (см. таблицу).

Таблица

**Оценка зависимости концентрации хлорофилла «а»
от концентрации биогенных элементов**

№	Объект и характер зависимости	Уравнение	R ²
1	Зависимость концентрации хлорофилла «а» от суммы концентраций минеральных форм азота в оз. Б. Островное	$y = 39.739x - 104.680$	0.682
2	Зависимость концентрации хлорофилла «а» от концентрации фосфат-ионов в озере Большое Островное	$y = 1931.400x - 83.449$	0.9896
3	Зависимость концентрации хлорофилла «а» от суммы минеральных форм азота в оз. Красиловское	$y = 45.829x - 37.599$	0.9862
4	Зависимость концентрации хлорофилла «а» от концентрации фосфат-ионов в оз. Красиловское	$y = 1012.000x - 2.2191$	0.9971

Максимальная концентрация Хл «а» в воде оз. Б. Островное и оз. Красиловское отмечена у дна, где возрастало содержание фосфат-ионов и нитрат-ионов (рис. 1д, 1г), что согласуется с известными данными [16; 17].

Заключение

Итак, наибольшая концентрация нитрат-ионов отмечена в воде р. Чумыш (0.78 мг N/дм³), наименьшая в воде оз. Красиловское (0.014 мг N/дм³); самое высокое содержание нитрат-ионов – в воде р. Обь (0.017 мг N/дм³), самое низкое – в воде оз. Красиловское (0.0038 мг N/дм³); наибольшая концентрация ионов аммония – в оз. Б. Островное (1.725 мгN/дм³), наименьшая – в Новосибирском водохранилище (0.0015 мгN/дм³); более всего фосфат-ионов – в оз. Б. Островное (0.052 мгP/дм³), менее всего – в оз. Красиловское (0.007 мгP/дм³).

В точках взятия проб воды из рек Обь и Чумыш возрастание концентрации ионов (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^{3-}) наблюдается от правого берега к левому, в Бердском заливе – от левого берега к правому. В воде озер Красиловское и Б. Островное увеличение содержания выше указанных ионов отмечено в направлении от поверхностного слоя толщи воды к придонному.

Видимо, подобное пространственное распределение биогенных элементов в водах рек и водохранилища связано с влиянием загрязняющих стоков с террито-

рий населенных пунктов, расположенных на их берегах. Высокие концентрации биогенных элементов в нижнем слое столба воды в озерах связано с разложением органических веществ, оседающих сюда из толщи воды.

Список литературы

1. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. В. А. Абакумова. М.: Гидрометеиздат, 1983. 87 с.
2. Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла «а». ГОСТ 17.1.4.02 – 90. Государственный контроль качества воды. М.: ИПК «Изд-во стандартов», 2003. 650 с.
3. Головатых Н. Н., Егоров С. Н. Особенности локализации основных биогенных элементов на акватории западной части северного Каспия // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер. Рыбное хозяйство. 2012. № 1. С. 22–29.
4. James J., Mc Carthy, Richrd W., Eppiy A. Comparision of chemical, isotopic and enzymatic methods for measuring nitrogen assimilation of marine phytoplankton // *Limnol. and Oceanogr.* 1972. Vol. 17. № 3. P. 371–382.
5. James J., Mc Carthy. The uptake of urea by natural population of marine phytoplankton // *Limnol. and Oceanogr.* 1972. Vol. 17. № 5. P. 738–748.
6. Trifonova I., Pavlova O., Rusanov A. Phytoplankton as an indicator of water quality in the rivers of the Lake Ladoga basin and its relation to environmental factors // *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 2007. Bd. 167. № 3–4. P. 527–549.
7. Grant B. R., Madzwick J. Pont. Growth of *Cylindrotheca Closterium* var. / *California (Mereschr.) Rieman Lewin* of nitrate, ammonia, and urea // *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.* 1967. Vol. 18. № 2. P. 129–136.
8. ПНД Ф 14.1:2.4-95 Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрат-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой. Введ. 20.03.1995. М.: 2004. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293850/4293850669.htm> (дата обращения: 03.04.2019).
9. ПНД Ф 14.1:2.3-95 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрит-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Грисса. Введ. 20.03.1995. М.: 2004. URL: <https://docplan.ru/Data2/1/4293850/4293850907.htm> (дата обращения: 03.04.2019).
10. ПНД Ф 14.1:2.3.1-95 Методика измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера. Введ. 20.03.1995. М.: 2004. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293850/4293850892.htm> (дата обращения: 03.04.2019).
11. ПНД Ф 14.1:2.4.112-97 Определение концентрации фосфат-ионов по ГОСТу (методика выполнения измерений массовой концентрации фосфат-ионов а в природных и сточных водах фотометрическим методом с молибдатом аммония. Введ. 23.03.1997. М.: 2011. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293808/4293808593.htm> (дата обращения: 03.04.2019).
12. Рождественская Т. А., Пузанов А. В., Горбачев И В. Нитраты и нитриты в поверхностных и подземных водах Алтая // *Мир науки, культуры, образования.* 2008. № 2. С. 19–22.

13. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03. М.: Изд-во стандартов, 2003. 56 с.

14. Охрана окружающей среды в Алтайском крае : стат. сб. / Росстат. Территор. орган Федеральной службы гос. статистики по Алтайскому краю. Барнаул, 2008. 110 с.

15. Кириллов В. В., Зарубина Е. Ю., Безматерных Д. М. и др. Сравнительный анализ экосистем разнотипных озёр Касмалинской и Кулундинской долин древнего стока // Наука – Алтайскому Краю : сб. науч. статей. Барнаул: Изд-во Алтайского гос. технического ун-та им. И. И. Ползунова, 2009. Вып. 3. С. 311–333.

16. Катунин Д. Н., Хрипунов И. А. Влияние волжского стока на гидролого-гидрохимический режим Каспийского моря // Каспийский плавучий университет. Научный бюллетень. Астрахань, 2000. № 1. С. 111–118.

17. Тулохонов А. К., Грачев М. А., Пронин В. Н., Головина О. И. и др. Экологический мониторинг // Байкал: природа и люди : энциклопедический справочник / Байкальский институт природопользования СО РАН [отв. ред. чл.-корр. РАН А. К. Тулохонов]. Улан-Удэ: Издательский дом «Экос»; Изд-во БНЦ СО РАН, 1998. С. 518–527.

References

1. *Rukovodstvo po metodam gidrobiologicheskogo analiza poverhnostnyh vod i donnyh otlozhenij* [Guide to methods of hydrobiological analysis of surface waters and bottom sediments] / Ed. V. A. Abakumova. Moscow: Gidrometeoizdat, 1983. 87 p. (In Russian).

2. *Voda. Metodika spektrofotometricheskogo opredeleniya hlorofilla «a»*. GOST 17.1.4.02 – 90. *Gosudarstvennyj kontrol' kachestva vody* [Water. Method of spectrophotometric determination of chlorophyll "a". GOST 17.1.4.02 - 90. State control of water quality]. Moscow: IPK Publishing house of standards, 2003. 650 p. (In Russian).

3. Golovatykh N. N., Egorov S.N. Features of the localization of the main biogenic elements in the water area of the western part of the northern Caspian. *Vestnik AGTU. Ser: Fisheries* [Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Ser.: Fishing Industry] 2012. № 1. P. 22–29. (In Russian).

4. James J., Mc Carthy, Richrd W., Eppiy. A Comparison of chemical, isotopic and enzymatic methods for measuring nitrogen assimilation of marine phytoplankton. *Limnol and Oceanogr.* 1972. Vol. 17. № 3. P. 371–382.

5. James J. Mc Carthv The uptake of urea by natural population of marine phytoplankton. *Limnol. and Oceanogr.* 1972. Vol. 17. № 5. P. 738–748.

6. Trifonova I., Pavlova O., Rusanov A. Phytoplankton as an indicator of water quality in the rivers of the Lake Ladoga basin and its relation to environmental factors. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 2007. Bd. 167. № 3–4. P. 527–549.

7. Grant B. R., Madzwick J. Pont. Growth of *Cylindrotheca Closterium* var / *Californica* (Mereschr.) Rieman Lewin of nitrate, ammonia, and urea. *Aust. J. Mar. Freshwat Res.* 1967. Vol. 18. № 2. P. 129–136.

8. *HDPE F 14.1:2.4-95 Metodika vypolneniya izmerenij massovoj koncentracii nitrat-ionov v prirodnyh i stochnyh vodah fotometricheskim metodom s salicilovoj kislotoj* [PND F 14.1: 2.4-95 Methods for measuring the mass concentration of nitrate ions in natural and wastewaters by the photometric method with salicylic acid]. URL: Enter. 03/20/1995. М.: 2004. Available at: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293850/4293850669.htm> (Accessed 04/03/2019). (In Russian).

9. PND F 14.1:2.3-95 *Kolichestvennyj himicheskij analiz vod. Metodika vypolneniya izmerenij massovoj koncentracii nitrit-ionov v prirodnyh i stochnyh vodah fotometričeskim metodom s reaktivom Grissa. Vved. 20.03.1995* [PND F 14.1: 2.3-95 Quantitative chemical analysis of waters. Technique for measuring the mass concentration of nitrite ions in natural and wastewaters by the photometric method with the Griss reagent. Enter. 03/20/1995]. M.: 2004. Available at: <https://docplan.ru/Data2/1/4293850/4293850907.htm> (Accessed 03.04.2019). (In Russian).

10. PND F 14.1:2.3.1-95 *Metodika izmerenij massovoj koncentracii ionov ammoniya v prirodnyh i stochnyh vodah fotometričeskim metodom s reaktivom Nesslerera. Vved. 20.03.1995* [PND F 14.1: 2: 3.1-95 Methods for measuring the mass concentration of ammonium ions in natural and waste waters by the photometric method with Nessler's reagent. Enter. 03/20/1995]. M.: 2004. Available at: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293850/4293850892.htm> (Accessed 03.04.2019).

11. PND F 14.1:2.4.112-97 *Opređenje koncentracii fosfat-ionov po GOSTu (metodika vypolneniya izmerenij massovoj koncentracii fosfat-ionov a v prirodnyh i stochnyh vodah fotometričeskim metodom s molibdatom ammoniya. Vved. 23.03.1997* [PND F 14.1: 2: 4.112-97 Determination of the concentration of phosphate ions according to GOST (method of measuring the mass concentration of phosphate ions in natural and waste waters by the photometric method with ammonium molybdate. Introduced 23.03.1997]. M.: 2011. Available at: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293808/4293808593.htm> (Accessed 04/03/2019). (In Russian).

12. Rozhdestvenskaya T. A., Puzanov A. V., Gorbachev I. V. Nitrates and nitrites in surface and underground waters of Altai. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya* [World of science, culture, education]. 2008. № 2. P. 19–22. (In Russian).

13. *Predel'no dopustimye koncentracii (PDK) himicheskix veshchestv v vode vodnyh ob'ektov hozjajstvenno-pit'evogo i kul'turno-bytovogo vodoispol'zovaniya. Gigienicheskie normativy GN 2.1.5.1315-03* [Maximum permissible concentration (MPC) of chemical substances in the water of water bodies of household, drinking and cultural and household water use. Hygienic standards GN 2.1.5.1315-03]. M.: Iz-vo standards, 2003. 56 p. (In Russian).

14. *Ohrana okružhayushchej sredy v Altajskom krae : stat. sb. / Rosstat. Territor. organ Federal'noj sluzhby gos. statistiki po Altajskomu krayu* [Environmental protection in the Altai Territory: stat. Sat. / Rosstat. Territor. body of the Federal State Service statistics for the Altai Territory]. Barnaul: 2008. 110 p. (In Russian).

15. Kirillov V.V., Zarubina E.Yu., Bezmaternykh D.M. et al. Comparative analysis of ecosystems of different types of lakes in the Kasmalinskaya and Kulundinskaya valleys of ancient runoff. *Nauka – Altajskomu Krayu* [Nauka Altai Krai]. Collection of scientific articles. Issue 3. Barnaul: AltSTU Publishing House, 2009. P. 311–333. (In Russian).

16. Katunin D. N., Khripunov I. A. Influence of the Volga runoff on the hydrological and hydrochemical regime of the Caspian Sea. *Kaspijskij plavuchij universitet. Nauchnyj byulleten* [Caspian Floating University. Scientific Bulletin]. 2000. № 1. P. 111–117. (In Russian).

17. Tulokhonov A. K., Grachev M. A., Pronin V. N., Golovina O. I. et al. Chapter Environmental monitoring. *Bajkal: priroda i lyudi : enciklopedičeskij spravočnik* [Baikal: nature and people. Encyclopedic reference book] / Baikal Institute of Nature Management SB RAS; [resp. ed. Corresponding Member RAS A. K. Tulokhonov]. Ulan-Ude: Ekos Publishing House; Publishing house of BNTs SB RAS. 1998. P. 518–527. (In Russian).

ДАННЫЕ О ПАРАЗИТОФАУНЕ РЫБ ИЗ ВОДОЕМОВ СЕВЕРО-ВОСТОКА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ И ВОДОЕМОВ П-ВА ЯМАЛ. ОКОНЧАНИЕ. ЧАСТЬ 3

DATA ON FISH PARASITOFUNA FROM RESERVOIRS IN THE NORTH-EAST OF THE EUROPEAN PART OF RUSSIA AND RESERVOIRS OF THE YAMAL PENINSULA. ENDING. PART 3

Г. Н. Доровских, В. Г. Степанов
G. N. Dorovskikh, V. G. Stepanov

В работе приведены материалы о паразитофауне пяти видов рыб из бассейнов рек С. Двина, Мезень, Печора, Кара и ряда водоемов на п-ве Ямал.

The paper presents materials on the parasitofauna of five species of fish from the river basins with N. Dvina, Mezen, Pechora, Kara and a number of reservoirs on the Yamal Peninsula.

Ключевые слова: рыба, паразитофауна.
Key words: fish, parasitofauna.

Введение

Это заключительная часть работы, содержащей сведения об ихтиопаразитофауне северо-востока европейской части России, включая ряд рек, впадающих в Баренцево море, бассейна р. Кары и ряда водоемов полуострова Ямал.

В этой статье приведены новые данные о паразитофауне хариуса *Thymallus thymallus* (Linnaeus, 1758), окуня *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758), ерша *Gymnocephalus cernua* (Linnaeus, 1758) и колюшки 9-иглой *Pungitius pungitius* Linnaeus, 1758. Кроме того, представлены результаты изучения на наличие паразитов бестера, сига *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin, 1788), пеляди *C. peled* (Gmelin, 1788) и форели *Parasalmo mykiss* (Walbaum, 1792) из Сосногорского рыбобоводческого хозяйства (табл. 1). У первых трех видов рыб из этого хозяйства паразиты не обнаружены.

Таблица 1

Количество исследованных рыб и их характеристика

Водоем	Дата лова рыб	Количество вскрытых рыб	Возраст рыб	Размер рыб (АД), мм	Вес рыб, г	Количество самок	Количество самцов	Количество мальков
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сем. Acipenseridae Bonaparte, 1831 – Осетровые								
Бестер								
Сосногорское рыбоводческое хозяйство	1.07.2005 г.	1	-	292.0	-	-	-	-
	3.11.2005 г.	1	-	285.0	117.9	-	1	-
Сем. Salmonidae G. Cuvier, 1816 – Лососевые								
<i>Parasalmo mykiss</i> (Walbaum, 1792) – Микижа или камчатская семга (форель)								
Сосногорское рыбоводческое хозяйство	1.07.2005 г.	2	0+	56.0-145.0	-	-	-	-
	3.11.2005 г.	3	0+	159.0 – 232.0	64.3 – 225.0	-	3	-
Сем. Coregonidae Lacépède, 1804 – Сиговые								
<i>Coregonus lavaretus pidschian</i> (Gmelin, 1788) – Сиг ледовитоморский								
Сосногорское рыбоводческое хозяйство	20.04.2006 г.	25	0+	1.3-1.6	-	-	-	25
	7.06.2008 г.	11	0+	19.0-24.0	0.12-0.19	-	-	11
	7.06.2008 г.	5	0+	11.0-15.0	0.04-0.06	-	-	5
<i>Coregonus peled</i> (Gmelin, 1788) – Песядь								
Сосногорское рыбоводческое хозяйство	20.04.2006 г.	25	0+	0.8-1.2	-	-	-	25

Продолжение табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сем. Thymallidae (Gill, 1884) – Хариусовые								
<i>Thymallus thymallus</i> (Linnaeus, 1758) – Хариус европейский								
Бассейн р. С. Двины								
Р. Вычегда, ниже с. Пузла	23.07.2011 г.	11	-	115.0-201.0	19.5-110.8	5	6	-
Р. Елга (приток р. Вычегды), 60 км выше с. Мещура	26.03.2011 г.	11	-	124.0-202.0	18.9-97.0	8	3	-
Р. Луженьга (приток р. Сухоны), р-он д. Пеганово	28.05.2011	15	1+-2+	119.0-244.0	26.2-173.2	8	7	-
	18.06.2011	15	1+-2+	127.0-214.0	29.2-165.7	5	10	-
	03.06.2012	15	1+-2+	141.0-210.0	39.7-142.4	6	9	-
	23.06.2012	15	1+-2+	139.0-201.0	28.7-137.2	8	7	-
	08.07.2012	15	1+-2+	121.0-191.0	25.2-113.2	7	8	-
	22-29. 07.2012	15	1+-2+	118.0-226.0	22.7-176.8	4	11	-
	19.08.2012	15	1+-2+	143.0-202.0	39.9-260.7	4	11	-
	04.09.2013	15	1+-2+	117.0-192.0	21.3-97.9	6	9	-
18.09.2013	15	1+-2+	135.0-182.0	34.6-86.6	7	8	-	
05.10.2013	15	1+-2+	109.0-223.0	16.9-139.9	6	9	-	
Р. Пинега (приток р. С. Двины), р-он д. Солдатово	11.07.2011 г.	13		152.0-213.0	49.3-142.4	8	5	-
Бассейн р. Мезень								
Р. Чим (приток р. Мезень)	14.07.2011 г.	10	1+-2+	94.0-177.0	11.6-78.7	3	7	-

Продолжение табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Бассейн р. Печоры								
Р. Кожимью (приток р. Илыч)	14-15.08.2005 г.	13	-	-	-	-	-	-
Р. Пырсью (приток р. Илыч)	18.08.2005 г.	12	-	-	-	-	-	-
Сосногорское рыбоводческое хозяйство	1.07.2005 г.	19	0+	16.0-19.0	-	-	-	19
Сем. Percidae Cuvier, 1816 – Окуневые								
<i>Perca fluviatilis (Linnaeus, 1758)</i> – Окунь речной								
Бассейн р. С. Двины								
Р. Сысола (приток р. Вычегды), р-он м. Лесозавод	11-19.06.2013 г.	14		72.0-100.0	7.1-10.1	5	9	-
Р. Б. Визинга (приток р. Сысолы), выше с. Визинга	30.06.2012 г.	15	2+-4+	110.0-155.0	25.0-84.0	5	10	-
	30.06.2013 г.	15	2+-4+	109.0-158.0	23.0-87.0	11	4	-
Р. С. Двина, выше г. Котлас	20-25.07.2011 г.	8		65.0-88.0	5.0-12.6	5	3	-
	18-24.07. 2012 г.	7		72.0-105.0	6.8-20.1	5	2	-
<i>Gymnocephalus cernua (Linnaeus, 1758)</i> – Ерш обыкновенный								
Бассейн р. С. Двины								
Нювчимское водохранилище (бас. р. Сысолы)	17.03.2012 г.	15		64.0-99.0	5.4-20.1	10	5	-

Продолжение табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Р. Сысола (приток р. Вычегды), р-он м. Лесозавод	11.06.2013 г.	6		72.0-85.0	7.4-11.5	5	1	-
Оз. Выль-ты (бас. р. Сысо-лы)	24.01.2008 г.	15		57.0-81.0	3.8-10.4	8	7	-
Р. С. Двина, выше г. Котлас	21.06.2010 г.	15		65.0-95.0	4.9-14.7	10	5	-
	18.07.2010 г.	15		75.0-97.0	7.0-14.8	10	5	-
	20-27.06.2012 г.	15		61.0-100.0	4.1-18.5	9	6	-
	18-24.07.2012 г.	15		63.0-90.0	4.6-14.2	10	5	-
	09-13.08.2012 г.	15		53.0-95.0	5.0-12.9	9	6	-
Бассейн р. Печоры								
Карьер «Пожня» (бас. р. Ижмы)	7.07.2012 г.	15		70.0-112.0	5.9-20.4	8	7	-
Оз. Молотовей-Ямботы (бас. р. Воркуты)	3.08.2013 г.	15		80.0-118.0	8.1-20.3	9	6	-
Бассейн р. Кары								
Оз. Никэрэматы	6.08.2013 г.	10		93.0-14.0	12.2-43.6	5	5	-
Сем. Gasterosteidae Bonaparte, 1831 – Колюшковые								
<i>Pungitius pungitius</i> Linnaeus, 1758 – Колюшка девятииглая								
Карьер «Пожня» (бас. р. Ижмы)	7.07.2012 г.	15		33.0-50.0	0.6-1.9	11	3	1

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Водоёмы п-ва Ямал								
Бассейн р. Ендоряха, пойменное озеро	13.08.1988 г.	15		38.0-50.0	0.6-1.4	12	3	1
Бассейн р. Еркутаяха, оз. Мерцемпер- тято	28.06.2002 г.	15		34.0-56.0	0.5-2.0	9	6	-
Бассейн р. Юрибей, оз. Понтейто	5.07.1990 г.	15		36.0-53.0	0.6-1.7	13	2	-

**Паразитофауна форели
из Сосногорского рыбоводческого хозяйства и хариуса из бассейна р. С. Двины**

Вид паразита	Форель	Хариус		
	Сосногорское рыбоводческое хозяйство 3.11.2005 n=3	Р. Вычегда ниже с. Пузла 20.6.2011 n=11	Р. Елва 26.03.2011 n=11	Р. Пинега 04.07.2011 n=15
<i>Myxobolus neurobius</i> Schuberg et Schröder, 1905	-	2(10.2)	5(35.8)	-
<i>Apiosoma</i> sp.	-	-	1(16.6)	-
<i>Tetraonchys borealis</i> f. <i>typical</i> (Olsson, 1893)	-	11(4.5)	11(42.5)	4(0.5)
<i>Gyrodactylus thymalli</i> Žitňan, 1960	-	-	?(1.0)	-
<i>Proteocephalus thymalli</i> (Annenkova-Chlopina, 1923)	-	2(0.2)	5(0.8)	-
<i>Triaenophorus nodu- losus</i> (Pallas, 1781) pl.	-	2(0.2)	1(0.1)	-
<i>Crepidostomum farionis</i> (Mueller, 1780)	-	3(0.45)	7(1.0)	-
<i>Phyllodistomum simile</i> Nybelin, 1926	-	1(0.09)	1(0.5)	2(0.4)
<i>Diplostomum spathaceum</i> (Rudolphi, 1819) larvae	-	3(0.27)	3(0.3)	3(0.5)
<i>Diplostomum volvens</i> Nordmann, 1832 larvae	1(14.33)	-	-	-
<i>Cystidicoloides ephemeridarum</i> (Zeder, 1800)	-	11(19.3)	1(2.2)	15(12.2)
<i>Raphidascaris acus</i> (Bloch, 1778) larvae	-	6(2.9)	8(0.9)	3(0.3)
<i>Salmincola thymalli</i> (Kessler, 1868)	-	1(0.09)	2(0.2)	-

Примечание. Здесь и далее n – количество исследованных на наличие паразитов рыб; 2(2.4) – перед скобкой указано число рыб, зараженных данным видом паразита, в скобках приведен индекс обилия, т. е. число найденных экземпляров данного вида паразита, деленное на количество исследованных рыб (n).

Таблица 3

Паразитофауна хариуса из р. Луженьга (бассейн р. Сухоны)

Вид паразита	Даты отлова рыбы			
	28.05.2011 n=15	03.06.2012 n=15	18.06.2011 n=15	23.06.2012 n=15
<i>Myxobolus neourobis</i> Schuberg et Schröder, 1905	7(388.5)	5(181.9)	7(210.6)	7(482.06)
<i>Dermocystidium sp.</i>	-	-	2(6.7)	-
<i>Tetraonchys borealis f. typical</i> (Olsson, 1893)	13(23.0)	14(27.7)	6(14.4)	10(9.8)
<i>Gyrodactylus thymalli</i> Žitňan, 1960	?(0.73)	-	?(0.47)	-
<i>Triaenophorus nodulosus</i> (Pallas, 1781) pl.	1(0.07)	-	-	-
<i>Proteocephalus thimalli</i> (Annenkova-Chlopina, 1923)	4(0.33)	2(0.13)	1(0.2)	6(2.2)
<i>Crepidostomum farionis</i> (Mueller, 1780)	4(0.6)	2(0.2)	2(0.73)	3(0.53)
<i>Phyllodistomum simile</i> Nybelin, 1926	6(0.8)	4(0.7)	-	6(0.4)
<i>Diplostomum spathaceum</i> (Rudolphi, 1819) larvae	12(2.9)	9(2.3)	12(1.53)	9(2.0)
<i>Cystidicoloides ephemera- idarum</i> (Zeder, 1800)	14(157.7)	12(74.9)	15(153.0)	11(180.6)
<i>Rhabdochona denudata</i> (Dujardin, 1845)	5(2.8)	2(0.93)	-	-
<i>Raphidascaris acus</i> (Bloch, 1778) larvae	9(3.5)	-	4(2.1)	4(1.0)
<i>Neoechinorhynchus rutili</i> (Müller, 1780)	-	2(0.13)	5(0.7)	5(0.46)
<i>Piscicola geometra</i> (Linnaeus, 1761)	-	-	-	-
<i>Ergasilus briani</i> Markewitsch, 1932	-	-	-	-
<i>Argulus coregoni</i> Thorell, 1864	1(0.07)	-	1(0.07)	?(0.06)

Таблица 4

Паразитофауна хариуса из р. Луженьга (бассейн р. Сухоны)

Вид паразита	Даты отлова рыбы		
	08.07.2012 n=15	22–29.07.2012 n=15	19.08.2012 n=15
<i>I</i>	2	3	4
<i>Myxobolus neourobis</i> Schuberg et Schröder, 1905	4(18.3)	10(89.3)	9(84.46)
<i>Dermocystidium sp.</i>	-	-	1(50.0)
<i>Tetraonchys borealis f. typi- cal</i> (Olsson, 1893)	14(10.9)	8(3.06)	5(5.53)

1	2	3	4
<i>Gyrodactylus thymalli</i> Žitňan, 1960	?(0.26)	-	-
<i>Triaenophorus nodulosus</i> (Pallas, 1781) pl.	-	2(1.2)	1(0.06)
<i>Proteocephalus thymalli</i> (Annenkova-Chlopina, 1923)	6(1.2)	1(0.06)	5(1.13)
<i>Crepidostomum farionis</i> (Mueller, 1780)	5(0.53)	3(0.46)	7(1.8)
<i>Phyllodistomum simile</i> Nybelin, 1926	11(3.93)	5(1.3)	4(0.4)
<i>Diplostomum spathaceum</i> (Rudolphi, 1819) larvae	12(3.73)	13(4.13)	11(3.2)
<i>Cystidicola ephemerida-</i> <i>rum</i> (Zeder, 1800)	15(136.5)	13(78.27)	13(58.53)
<i>Rhabdochona denudata</i> (Dujardin, 1845)	-	3(0.73)	-
<i>Raphidascaris acus</i> (Bloch, 1778) larvae	8(1.46)	7(4.3)	4(4.2)
<i>Neoechinorhynchus rutili</i> (Müller, 1780)	1(0.06)	-	4(0.4)
<i>Piscicola geometra</i> (Linnaeus, 1761)	-	1(0.06)	-
<i>Ergasilus briani</i> Markewitsch, 1932	-	-	-
<i>Argulus coregoni</i> Thorell, 1864	?(0.13)	-	-

Таблица 5

Паразитофауна хариуса из р. Луженьга (бассейн р. Сухоны)

Вид паразита	Даты отлова рыбы		
	04.09.2013 n=15	18.09.2013 n=15	05.10.2013 n=15
1	2	3	4
<i>Myxobolus neourobis</i> Schu- berg et Schröder, 1905	12(207.2)	7(235.53)	14(208.4)
<i>Dermocystidium</i> sp.	-	-	-
<i>Tetraonchys borealis</i> f. <i>typi-</i> <i>cal</i> (Olsson, 1893)	5(3.13)	5(1.86)	8(1.93)
<i>Gyrodactylus thymalli</i> Žitňan, 1960	?(0.06)	-	?(0.66)
<i>Triaenophorus nodulosus</i> (Pallas, 1781) pl.	-	-	2(0.20)

1	2	3	4
<i>Proteocephalus thimalli</i> (Annenkova-Chlopina, 1923)	1(0.06)	3(1.33)	5(1.06)
<i>Crepidostomum farionis</i> (Mueller, 1780)	5(0.66)	2(0.26)	9(1.33)
<i>Phyllodistomum simile</i> Nybelin, 1926	6(2.0)	4(0.33)	5(0.4)
<i>Diplostomum spathaceum</i> (Rudolphi, 1819) larvae	10(1.2)	9(1.2)	6(1.6)
<i>Cystidicoloides ephemeridarum</i> (Zeder, 1800)	15(43.66)	12(40.33)	15(55.8)
<i>Rhabdochona denudata</i> (Dujardin, 1845)	-	-	4(1.93)
<i>Raphidascaris acus</i> (Bloch, 1778) larvae	6(7.86)	5(7.6)	7(10.13)
<i>Neoechinorhynchus rutili</i> (Müller, 1780)	2(0.13)	1(0.06)	4(0.26)
<i>Piscicola geometra</i> (Linnaeus, 1761)	-	-	-
<i>Ergasilus briani</i> Markewitsch, 1932	-	1(0.06)	1(0.06)
<i>Argulus coregoni</i> Thorell, 1864	-	-	-

Таблица 6

Паразитофауна хариуса из бассейнов рр. Печора и Мезень

Вид паразита	Бассейн р. Печоры		Бассейн р. Мезень
	Р. Пырсью 18.08. 2005 г. n=15	Р. Кожимью 14.08.2005 г. n=15	Р. Чим 14.07. 2011 г. n=10
<i>Myxobolus neurobius</i> Schuberg et Schröder, 1905	1(5.0)	2(5.87)	5(49.8)
<i>Tetraonchys borealis f. typica</i> (Olsson, 1893)	4(0.4)	4(0.67)	-
<i>Triaenophorus nodulosus</i> (Pallas, 1781)	1(0.07)	2(0.13)	-
<i>Proteocephalus thymalli</i> (Annenkova-Chlopina, 1923)	12(7.47)	14(43.8)	-
<i>Crepidostomum farionis</i> (Mueller, 1780)	13(4.8)	8(1.33)	-
<i>Phyllodistomum simile</i> (Nybelin, 1926)			2(0.2)
<i>Diplostomum spathaceum</i> (Rudolphi, 1819) larvae	12(3.47)	12(2.13)	9(9.5)

1	2	3	4
<i>D. helveticum</i> Dubois, 1929 larvae		13(7.73)	-
<i>Cystidicoloides ephemeridarum</i> (Zeder, 1800)	12(10.13)	14(52.67)	4(5.3)
<i>Raphidascaris acus</i> (Bloch, 1778) larvae	3(0.73)	3(5.93)	6(1.6)
<i>Neoechinorhynchus rutili</i> (Müller, 1780)		2(0.13)	4(2.4)
<i>Salmincola thymalli</i> (Kessler, 1868)	2(1.2)	3(1.33)	-

Таблица 7

Паразитофауна окуня из бассейна р. Сысолы

Вид паразита	Р. Сысола р-он м. Лесозавод	Р. Б. Визинга выше с. Визинга	
	11-19.06.2013 n=14	30.06. 2012 n=15	30.06. 2013 n=15
<i>Myxobolus muelleri</i> Bütschli, 1882	-	-	1(0.07)
<i>Dermocystidium percae</i> Reichenbach-Klinke, 1950	4(1.71)	3(2.9)	5(7.3)
<i>Bunodera luciopercae</i> (Müller, 1776)	-	2(0.33)	1(0.07)
<i>Diplostomum spathaceum</i> (Rudolphi, 1819) larvae	-	2(0.2)	3(0.33)
<i>Ichthyocotylurus variegatus</i> (Creplin, 1825) larvae	4(9.14)	1(0.07)	-
<i>Camallanus lacustris</i> (Zoega, 1776)	-	1(0.07)	-
Unionidae gen. sp. larvae	3(2.57)	-	-
<i>Ergasilus briani</i> Markewitsch, 1932	1(0.07)	-	-
<i>Ergasilus</i> sp.	-	1(0.07)	-
<i>Achtheres percarum</i> Nordmann, 1832	1(0.07)	-	-

Таблица 8

Паразитофауна окуня из р. С. Двины

Вид паразита	Р. С. Двина выше г. Котлас	
	17-20.07.2011 n=8	18-24.07.2012 n=7
<i>Myxobolus muelleri</i> Bütschli, 1882	5(5.87)	2(0.5)
<i>Apiosoma</i> sp.	4(30.8)	7(41.6)
<i>Dermocystidium percae</i> Reichenbach-Klinke, 1950	3(0.75)	5(16.8)
<i>Gyrodactylus cernuae</i> Malmberg, 1957	7(135.7)	-
<i>Diplostomum spathaceum</i> (Rudolphi, 1819) larvae	-	-
<i>Ichthyocotylurus variegatus</i> (Creplin, 1825) larvae	-	4(4.57)
<i>Camallanus lacustris</i> (Zoega, 1776)	1(0.13)	1(0.14)
Unionidae gen. sp. larvae	6(3.8)	4(2.85)
<i>Achtheres percarum</i> Nordmann, 1832	1(0.13)	-

Таблица 9

Паразитофауна ерша из бассейна р. Сысолы

Вид паразита	Оз. Вьельты 24.01.2008	Нювчимское водохрани- лище 17.03.2012	Р. Сысола р-он м. Лесозавод 11.06.2013
	n=15	n=15	n=6
<i>Myxobolus muelleri</i> Bütschli, 1882	2(0.21)	-	-
<i>Trichodina</i> sp.	+	-	-
<i>Apiosoma</i> sp.	2(173.33)	-	-
<i>Dermocystidium</i> sp.	-	-	2(21.83)
<i>Dactylogyrus amphibotrium</i> Wagener, 1857	11(1.6)	15(3.93)	4(1.5)
<i>D. hemiamphibotrium</i> Ergens, 1956	-	1(0.07)	-
<i>Gyrodactylus longiradix</i> Malmberg, 1957	?(0.73)	?(0.8)	-
<i>Proteocephalus cernuae</i> (Gmelin, 1790)	1(0.07)	1(0.07)	-
<i>Bunodera luciopercae</i> (Müller, 1776)	7(0.67)	-	-
<i>Phyllodistomum folium</i> (Faust, 1918)	2(0.33)	1(0.13)	-
<i>Diplostomum spathaceum</i> (Rudolphi, 1819) larvae	9(1.33)	15(34.47)	-
<i>Ichthyocotylurus variegatus</i> (Creplin, 1825) larvae	15(68.73)	15(103.93)	6(16)
Unionidae gen. sp. larvae	3(0.21)	-	3(7)
<i>Ergasilus briani</i> Markewitsch, 1932	7(4.07)	-	2(0.67)

Таблица 10

Паразитофауна ерша из р. С. Двины

Вид паразита	Р. С. Двина выше г. Котлас		
	20-25.06.2011 n=15	15-20.07.2011 n=15	20-27.06.2012 n=15
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>Myxobolus muelleri</i> Bütschli, 1882	3(0.6)	2(0.53)	8(3.6)
<i>Apiosoma</i> sp.	13(46.4)	12(15.3)	13(40.4)
<i>Dactylogyrus amphibotrium</i> Wagener, 1857	13(5.2)	13(6.93)	11(6.93)
<i>D. hemiamphibotrium</i> Ergens, 1956	-	3(0.33)	?(0.2)
<i>Gyrodactylus cernuae</i> Malmberg, 1957	3(0.2)	4(0.6)	7(1.8)
<i>Bunodera luciopercae</i> (Müller, 1776)	-	4(0.27)	2(0.27)
<i>Diplostomum spathaceum</i> (Rudolphi, 1819) larvae	3(0.27)	1(0.07)	8(0.73)
<i>Ichthyocotylurus variegatus</i> (Creplin, 1825) larvae	9(4.87)	12(25.0)	12(36.0)

1	2	3	4
<i>Rhabdochona denudata</i> (Dujardin, 1845)	3(0.27)	-	-
Unionidae gen. sp. larvae	8(1.93)	5(7.07)	10(9.87)
<i>Ergasilus briani</i> Markewitsch, 1932	-	-	1(0.4)
<i>E. sieboldi</i> Nordmann, 1832	1(0.07)	1(0.07)	3(0.8)

Таблица 11

Паразитофауна ерша из р. С. Двины

Вид паразита	Р. С. Двина выше г. Котлас	
	18-24.07.2012 n=15	9-13.08.2012 n=15
<i>Myxobolus muelleri</i> Bütschli, 1882	3(1.13)	7(3.2)
<i>Apiosoma</i> sp.	14(54.1)	15(153.4)
<i>Dactylogyrus amphibotrium</i> Wagener, 1857	13(3.53)	14(8.93)
<i>D. hemiamphibotrium</i> Ergens, 1956	-	-
<i>Gyrodactylus cernuae</i> Malmberg, 1957	3(0.33)	6(1.47)
<i>Bunodera luciopercae</i> (Müller, 1776)	1(0.13)	2(0.13)
<i>Diplostomum spathaceum</i> (Rudolphi, 1819) larvae	6(1.27)	7(1.67)
<i>Ichthyocotylurus variegatus</i> (Creplin, 1825) larvae	12(18.53)	12(13.8)
<i>Rhabdochona denudata</i> (Dujardin, 1845)	-	4(1.0)
Unionidae gen. sp. larvae	6(4.4)	8(4.67)
<i>Ergasilus briani</i> Markewitsch, 1932	2(0.13)	2(0.33)
<i>E. sieboldi</i> Nordmann, 1832	1(0.07)	3(0.47)

Таблица 12

Паразитофауна ерша из бассейнов рр. Печора и Кара

Вид паразита	Бассейн р. Печоры		Бассейн р. Кары
	Карьер «Пожня» 7.07.2012 n=15	Оз. Молотовей-Ямботы 3.08.2013 n=15	Оз. Никэрэ-маты 6.08.2013 n=10
1	2	3	4
<i>Myxobolus muelleri</i> Bütschli, 1882	1(0.07)	-	-
<i>Apiosoma</i> sp.	2(206.67)	-	-
<i>Dactylogyrus amphibotrium</i> Wagener, 1857	6(1.33)	1(0.33)	1(0.27)
<i>D. hemiamphibotrium</i> Ergens, 1956	1(0.07)	-	-
<i>Eubothrium crissum</i> (Bloch, 1779) pl.		-	2(0.13)

1	2	3	4
<i>Diplostomum spathaceum</i> (Rudolphi, 1819) larvae	15(34.8)	-	-
<i>D. helveticum</i> (Dubois, 1929) larvae	-	15(104.2)	10(41.13)
<i>Ichthyocotylurus variegatus</i> (Creplin, 1825) larvae	8(3.6)	15(32.8)	10(6.0)
<i>Raphidascaris acus</i> (Bloch, 1779) larvae	-	3(0.21)	1(0.07)
<i>Contracaecum sp.</i> larvae	-	-	1(0.07)

Таблица 13

**Паразитофауна колюшки девятиглазой из бассейна р. Печоры
и водоемов п-ва Ямал**

Вид паразита	Бассейн р. Печоры	Водоемы п-ва Ямал		
	Бассейн р. Ижмы, карьер «Пожня» 7.07.2012 n=15	Бассейны рек		
		Эндоряха	Еркутаяха	Юрибей
		Пойменное озеро 13.08.1988 n=15	оз. Мерцем- пертято 28.06.2002 n=15	оз. Пон- тейто 5.07.1990 n=15
1	2	3	4	5
<i>Apiosoma sp.</i>	-	2(16.33)	-	5(39.73)
<i>Trichodina sp.</i>	+	-	-	-
<i>Gyrodactylus pungitii</i> Malmberg, 1964	?(4.6)	?(1.73)	?(0.4)	3(0.33)
<i>Triaenophorus nodu- losus</i> (Pallas, 1781) pl.	-	-	3(0.33)	2(0.21)
<i>Schistocephalus pungitii</i> Dubinina, 1959 pl.	15(1.67)	4(0.27)	9(1.0)	6(0.73)
<i>Proteocephalus filicollis</i> (Rudolphi, 1810)	-	-	3(0.21)	5(0.47)
<i>Bunodera luciopercae</i> (Mueller, 1776)	-	-	1(0.13)	-

Работы с описанием видового состава паразитов рыб и их паразитофауны из водоемов указанного района выходят с 1986 г. Эта публикация, завершающая в серии работ последних лет [1–12].

Заключение

Итак, работы по выявлению видового состава паразитов рыб и описанию паразитофауны последних в указанном географическом районе прекращены, но не закончены. Это связано не с тем, что не осталось неясных моментов, изучено все

досконально, и делать здесь больше нечего. Нет. Это обусловлено, прежде всего, исчезновением интереса со стороны исследователей к подобного рода работам. Работам, требующим времени, тщательности, даже скрупулезности, в сборе и анализе материала, огромных разносторонних знаний.

Надеемся, что со временем появятся люди, которым будут интересны проблемы ихтиопаразитологии. Это должно произойти. В республике идет, пусть и медленно, становление рыбной отрасли. Ее развитие без сведений о возбудителях возможных заболеваний рыб невозможно. Следовательно, придется возобновлять прерванные исследования.

Список литературы

1. Степанов В. Г., Доровских Г. Н. Паразитофауна хариуса из бассейна р. Вычегды (бассейн р. С. Двины) // Формирование и реализация экологической политики на региональном уровне : материалы V Всероссийской научно-практической конференции (8–9 декабря 2011 г.). / научн. ред. А. Г. Гущин. Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2011. Ч. 1 С. 244–246.
2. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Паразитофауна хариуса из бассейна реки Северной Двины // Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря : материалы XII Международной конференции с элементами школы для молодых ученых и аспирантов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2013. С. 110–112.
3. Степанов В. Г., Доровских Г. Н. Фауна паразитов хариуса *Thymallus thymallus* (L.) из бассейна реки Вычегды (бассейн С. Двины) // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. Сыктывкар: Сыктывкарский госуниверситет, 2013. Вып. 3. С. 30–37.
4. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Компонентные сообщества паразитов рыб из водоемов северо-востока европейской части России. Часть 2. Хариус // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. Сыктывкар: Сыктывкарский госуниверситет, 2018. Вып. 8. С. 37–73.
5. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Компонентные сообщества паразитов рыб из водоемов северо-востока европейской части России. Часть 3. Хариус // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. Сыктывкар: Сыктывкарский госуниверситет, 2018. Вып. 8. С. 74–112.
6. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Компонентные сообщества паразитов рыб из водоемов северо-востока европейской части России. Часть 4. Ерш // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. Сыктывкар: Сыктывкарский госуниверситет, 2018. Вып. 8. С. 113–162.
7. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Компонентные сообщества паразитов рыб из водоемов северо-востока европейской части России. Часть 5. Ерш // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. Сыктывкар: Сыктывкарский госуниверситет, 2018. Вып. 8. С. 163–180.
8. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Сезонная динамика паразитофауны и структуры компонентного сообщества паразитов хариуса *Thymallus thymallus* (Linnaeus, 1758) из реки Луженьги (бассейн реки Северной Двины) // Аграрная Россия. 2019. № 8. С. 43–49.

9. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Систематический обзор паразитов рыб Печоро-Ильчского заповедника // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. Сыктывкар: Сыктывкарский госуниверситет, 2019. Вып. 1(9). С. 52–107.

10. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Систематический обзор паразитов рыб и рыбообразных из водоемов окрестностей биологической базы Сыктывкарского государственного университета (бассейн среднего течения реки Вычегды) // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. Сыктывкар: Сыктывкарский госуниверситет, 2020. Вып. 3(15). С. 43–111.

11. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Данные о паразитофауне рыб из водоемов северо-востока европейской части России. Окончание. Часть 1 // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. Сыктывкар: Сыктывкарский госуниверситет, 2020. Вып. 4(16). С. 77–97.

12. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Данные о паразитофауне рыб из водоемов северо-востока европейской части России, водоемов п-ва Ямал и реки Енисей. Окончание. Ч. 2 // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. Сыктывкар: Сыктывкарский госуниверситет, 2021. Вып. 1(17). С. 36–45. DOI: 10.34130/2306-6229-2021-1-36

References

1. Stepanov V. G., Dorovskih G. N. Parasitofauna of the grayling from the Vychegda River basin (North Dvina River basin). *Formirovanie i realizaciya ekologicheskoy politiki na regional'nom urovne: materialy V Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii (8-9 dekabrja 2011)* [Formation and implementation of environmental policy at the regional level: proceedings of the V All-Russian Scientific and Practical Conference (December 8-9, 2011)]. Part 1 / Nauchn. red. A.G. Gushchin. YArosavl': Izd-vo YAGPU, 2011. P. 244–246 (In Russian).

2. Dorovskih G. N., Stepanov V. G. Parasitofauna of the grayling from the North Dvina River basin. *Problemy izucheniya, racional'nogo ispol'zovaniya i ohrany prirodnyh resursov Belogo morya. (Materialy XII mezhdunarodnoj konferencii s elementami shkoly dlya molodyh uchennyh i aspirantov)* [Problems of studying, rational use and protection of natural resources of the White Sea: materials of the XII International Conference with elements of a school for young scientists and postgraduates]. Petrozavodsk: Karel'skij nauchnyj centr RAN, 2013. P. 110–112 (In Russian).

3. Stepanov V. G., Dorovskih G. N. Parasitofauna of the grayling *Thymallus thymallus* (L.) from the Vychegda River. *Vestnik Syktyvkar'skogo universiteta. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology]. Syktyvkar: Publishing house of the Syktyvkar State University, 2013. 3. P. 30–37 (In Russian).

4. Dorovskih G. N., Stepanov V. G. The component communities of the fish parasites from reservoirs in the North-East of the european part of Russia. Part 2. Grayling. *Vestnik Syktyvkar'skogo universiteta. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology] Syktyvkar: Publishing house of the Syktyvkar State University, 2018. 8. P. 37–73 (In Russian).

5. Dorovskih G. N., Stepanov V. G. The component communities of the fish parasites from reservoirs in the North-East of the european part of Russia. Part 3. Grayling. *Vestnik Syktyvkar'skogo universiteta. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Syktyvkar Univer-

sity Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology]. Syktyvkar: Publishing house of the Syktyvkar State University, 2018. 8. P. 74–112 (In Russian).

6. Dorovskih G. N., Stepanov V. G. The component communities of the fish parasites from reservoirs in the North-East of the European part of Russia. Part 4. Ruff. *Vestnik Syktyvkar'skogo universiteta. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology]. Syktyvkar: Publishing house of the Syktyvkar State University, 2018. 8. P. 113–162 (In Russian).

7. Dorovskih G. N., Stepanov V. G. The component communities of the fish parasites from reservoirs in the North-East of the European part of Russia. Part 5. Ruff. *Vestnik Syktyvkar'skogo universiteta. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology]. Syktyvkar: Publishing house of the Syktyvkar State University, 2018. 8. P. 163–180 (In Russian).

8. Dorovskih G. N., Stepanov V. G. Seasonal dynamics of the parasite fauna and of the component community structure of parasites of the grayling *Thymallus thymallus* (Linnaeus, 1758) from the Luga River (North Dvina River basin). *Agrarnaya Rossiya* [Agrarian Russia]. 2019. № 8. P. 43–49 (In Russian).

9. Dorovskih G. N., Stepanov V. G. A systematic review of the parasites of fishes of the Pechora-Ilyh reserve. *Vestnik Syktyvkar'skogo universiteta. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology]. Syktyvkar: Publishing house of the Syktyvkar State University, 2019. 1 (9). P. 52–107 (In Russian).

10. Dorovskih G. N., Stepanov V. G. A systematic survey of the parasites of fishes and fish-like from reservoirs near the biological base of Syktyvkar State University (middle-flow basin of the Vychegda River). *Vestnik Syktyvkar'skogo universiteta. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology]. Syktyvkar: Publishing house of the Syktyvkar State University, 2020. 3 (15). P. 43–111 (In Russian).

11. Dorovskih G. N., Stepanov V. G. Data on fish parasitofauna from reservoirs in the North-East of the European part of Russia. Ending. Part 1. *Vestnik Syktyvkar'skogo universiteta. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology]. Syktyvkar: Publishing house of the Syktyvkar State University, 2020. 4 (16). P. 77–97 (In Russian).

12. Dorovskih G. N., Stepanov V. G. Data on the parasitofauna of fish from the reservoirs of the North-East of the European part of Russia, and reservoirs of the Yamal peninsula and the Yenisei River. Ending. Part 2. *Vestnik Syktyvkar'skogo universiteta. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology]. Syktyvkar: Publishing house of the Syktyvkar State University, 2021. 1 (17). P. 36–45. DOI: 10.34130/2306-6229-2021-1-36 (In Russian).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ И НАПРАВЛЕННОСТИ НЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ ЦИЛЕМСКО-ЧЕТЛАССКОГО МЕГАВАЛА МОРФОМЕТРИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

DETERMINATION OF RELATIVE INTENSITY AND ORIENTATION OF NEOTECTONIC MOVEMENTS UNDER THE TSILEM-CHETLASS MEGAVAL BY MORPHOMETRIC METHODS

В. Ф. Лысова

V. F. Lysova

Приведены результаты морфометрического анализа рельефа тектонической структуры I-го порядка с использованием топографических карт масштаба 1:100 000. Морфометрический анализ был произведен по квадратам, соответствующим на местности 36 км². Для каждого квадрата вычислены абсолютная средняя арифметическая высота, амплитуда абсолютных высот и коэффициент развития рельефа. По результатам исследований составлены три карты: усредненного рельефа, вертикальной расчлененности рельефа и развития рельефа. Определена относительная интенсивность неотектонических движений, выделены области с нисходящим и восходящим типом развития рельефа. Выявлены изменения интенсивности и направленности неотектонических движений в позднечетвертичное время.

The results of morphometric analysis of the relief of the 1st order tectonic structure using topographic maps at a scale of 1: 100,000 are presented. Morphometric analysis on squares corresponding to the terrain of 36 km² was performed. For each square, absolute average height and the relief development coefficient are calculated. Based on the research results, three maps were compiled: the averaged relief, the vertical dissection of the relief, and the relief development. Certain relative intensity of inherent moving forces. Changes in the intensity and direction of emergency movements in the late Quaternary were revealed.

Ключевые слова: морфометрический анализ рельефа, усредненный рельеф, вертикальная расчлененность рельефа, развитие рельефа, неотектонические движения.

Key words: morphometric analysis of the relief, average relief, vertical subdivision of the relief, relief development, neotectonic movements.

Введение

Морфометрический анализ рельефа проведен в центральной и южной частях Цилемско-Четласского мегавала, который расположен на северо-западе Южного Тимана. Границы мегавала соответствуют границе тектонической структуры, показанной на «Структурно-тектонической карте Тимано-Печорской нефтегазодной провинции» [1; 2]. Цилемско-Четласский мегавал является тектонической структурой I-го порядка. Его длина достигает 430 км, а ширина – около 80 км. Мегавал имеет асимметричное строение: с запада его ограничивает Западно-Тиманский взбросо-надвиг, для восточной части характерно пологое погружение горных пород. Центральную часть мегавала слагают рифейские отложения, а крылья – средне- и верхнедевонские. Каменноугольные и пермские породы распространены незначительно [2].

К юго-западу от Цилемско-Четласского мегавала находится Синдорский вал (структура II-го порядка), к югу – Верхненившерская депрессия (структура II-го порядка), к востоку и юго-востоку – Вымская депрессия (структура II-го порядка). Самой крупной рекой, пересекающей мегавал, является река Вымь.

Цель работы – определение относительной интенсивности и направленности неотектонических движений в пределах Цилемско-Четласского мегавала с использованием морфометрического анализа рельефа.

Материал и методика

В основу исследований положены идеи Вальтера Пенка, В. Д. Голодовкина, В. П. Философова и др. [3–5], методика Н. А. Шумилова и автора [6–7]. Для достижения поставленной цели были изучены абсолютные средние арифметические высоты, вертикальная расчлененность рельефа и форма склонов, выделены участки с нисходящим и восходящим типом развития рельефа и разной глубиной его расчленения.

Картографическим источником послужили топографические карты масштаба 1: 100 000. Территория была разделена на квадраты, площадь которых на местности составляла 36 км². В каждом квадрате произведено снятие абсолютных отметок по 36 точкам и вычислены абсолютная средняя арифметическая высота, амплитуда абсолютных высот и коэффициент развития рельефа. По результатам исследований составлены три карты масштаба 1:500 000: усредненного рельефа, вертикальной расчлененности рельефа и развития рельефа (рис. 1–3).

Результаты и обсуждение

В пределах Цилемско-Четласского мегавала максимальная высотная отметка составляет 252 м. Наибольшие абсолютные высоты рельефа приурочены к бассейну верхнего течения р. Нивью. Минимальные высотные отметки отмечены в долине р. Вымь, в районе пересечения этой рекой западной границы исследуемой

тектонической структуры. Наименьшее значение абсолютных высот рельефа достигает 94 м.

В обобщенном и наглядном виде рельеф территории Цилемско-Четласского мегавала представлен на карте усредненного рельефа [8] (рис. 1), при составлении которой были использованы абсолютные средние арифметические высоты. По наибольшим значениям средних арифметических высот выделяется крупный участок в северо-западной части рассматриваемой территории. Максимальные значения средних арифметических высот (201–206 м) обнаружены на водораздельном пространстве в верховьях р. Нивью и правых притоков верхнего течения р. Чисва. Небольшие значения средних арифметических высот характерны для центральной части изучаемой территории и приурочены к долине р. Вымь. Наименьшее значение средней арифметической высоты установлено на той же территории, где и минимальные высотные отметки, и составляет 119 м. До 170 м поднимаются средние арифметические высоты в юго-восточной части структуры. Наибольшую площадь на исследуемой территории занимают участки со средними арифметическими высотами от 130 до 140 метров, а наименьшую – более 200 м.

Для определения относительной интенсивности неотектонических движений исследована вертикальная расчлененность рельефа, вычислены и проанализированы амплитуды абсолютных высот, составлена карта вертикальной расчлененности рельефа (рис. 2). Выявлено, что амплитуды абсолютных высот в пределах Цилемско-Четласского мегавала варьируют от 7 м на крайнем юге структуры до 102 м в бассейне верхнего течения р. Нивью. Территория с наибольшей амплитудой высот соответствует участку с максимальной высотной отметкой. Амплитуды абсолютных высот рельефа со значениями менее 20 м установлены для бассейнов верхних течений рек Чэв, Помрас и Седью, междуречья Тойю, Коина и верхнего течения Лунвожа, верховьев рек Войвож и Шер-Вож, территории в районе оз. Тойюты, участка на крайнем юго-западе тектонической структуры и др. Около половины площади Цилемско-Четласского мегавала характеризуется амплитудами высот от 20 до 40 м. Это бассейны Малой и Большой Седью и Содмес-Ворыквы (кроме верховья), средних и нижних течений рек Чэв, Помрас и Седью, бассейн р. Нюлэс, бассейны средних течений Войвожа и Шер-Вожа, почти весь бассейн р. Коин (в пределах Цилемско-Четласского мегавала), территория вдоль долины р. Ропчи и др. Наименьшую площадь занимает участок с амплитудами высот более 80 м.

Следует отметить, что территория Цилемско-Четласского мегавала выделяется меньшей расчлененностью рельефа, чем территории Очпарминского, Вымского и, особенно, Джеджимпарминского валов [6–7].

Карта вертикальной расчлененности рельефа хорошо коррелирует с картой усредненных высот. На обеих картах выделяется крупный морфоструктурный блок в северо-западной части исследуемой территории.

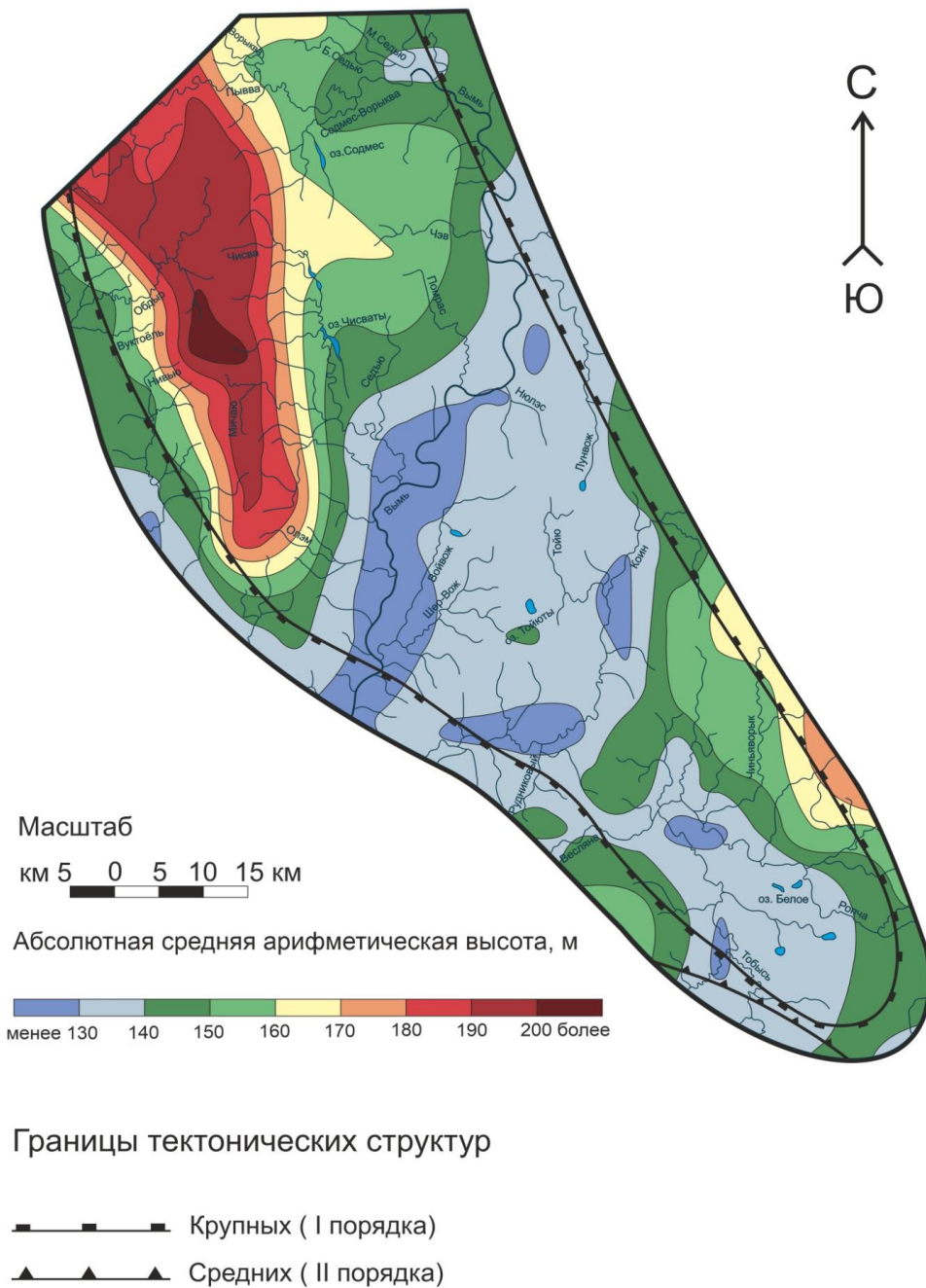


Рис. 1. Карта усредненного рельефа Цилемско-Четласского мегавала

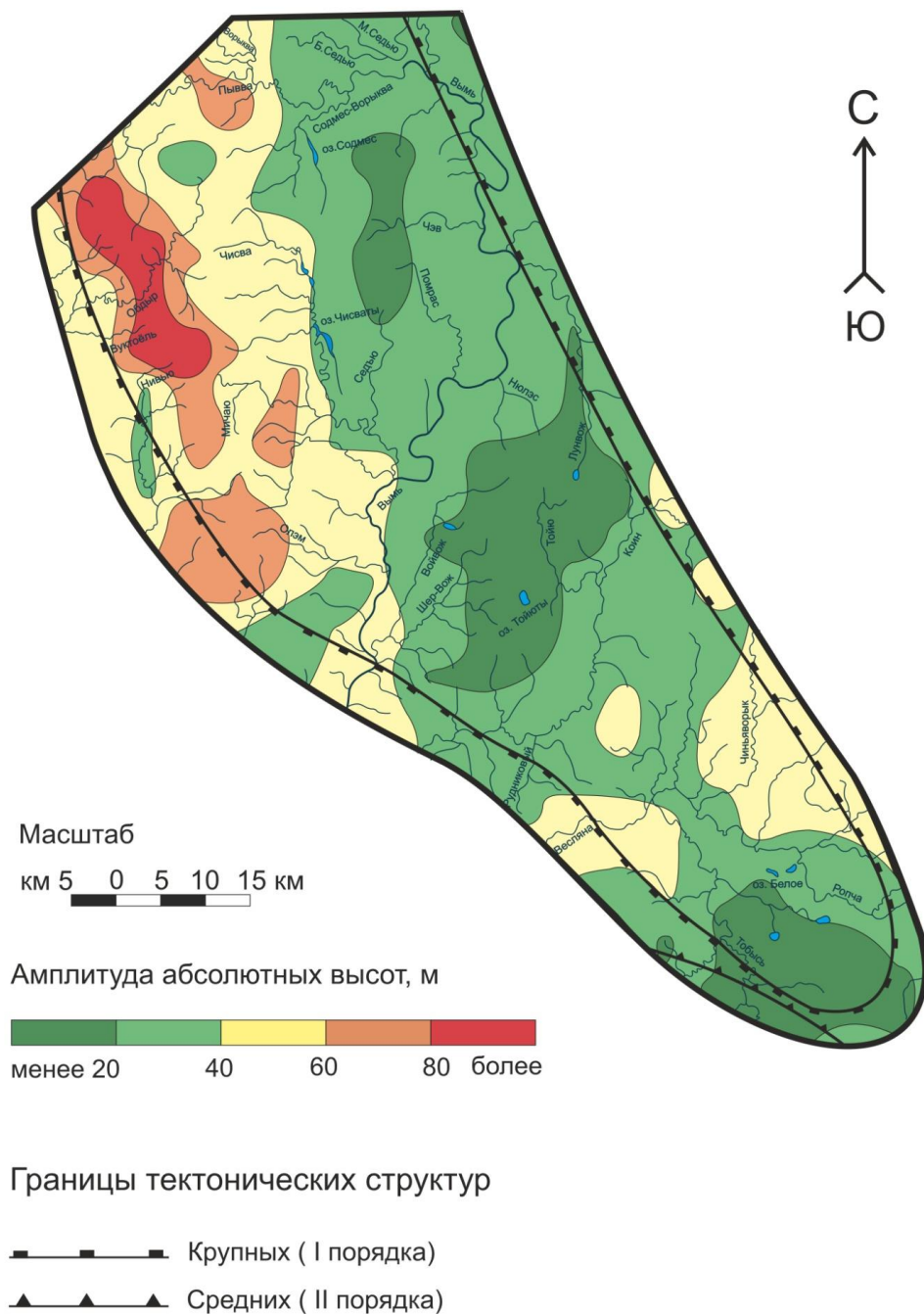


Рис. 2. Карта вертикальной расчлененности рельефа Цилемско-Четласского мегавала

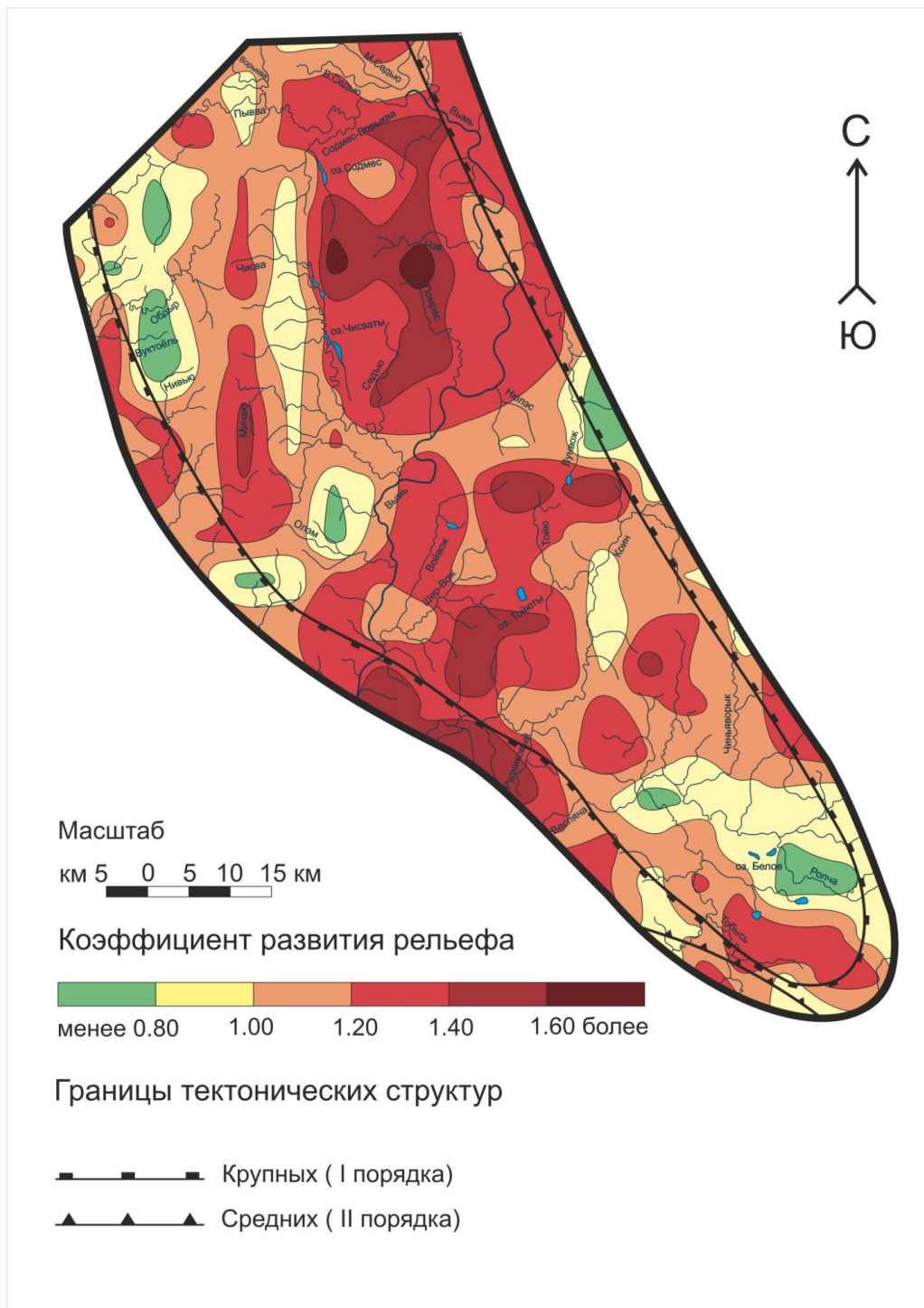


Рис. 3. Карта развития рельефа Цилемско-Четласского мегавала

Относительная интенсивность и направленность вертикальных позднечетвертичных тектонических движений установлена по карте развития рельефа (рис. 3). Значения коэффициента развития рельефа в пределах Цилемско-Четласского мегавала изменяются от 0.51 в междуречье верхнего течения Вуктоёля и Нивью до 1.71 на водораздельном пространстве среднего течения р. Чэв и верхнего течения Помраса. Более $\frac{3}{4}$ территории структуры выделяются явно восходящим типом развития рельефа (коэффициент развития рельефа свыше 1.4). Данный тип развития рельефа характерен для бассейнов верхних и средних течений рек Чэв и Помрас, междуречья среднего течения Седью и Помраса, бассейна среднего течения р. Гердзель, территории к западу от оз. Тойюты, небольших участков в верховьях рек Мичаю, Войвож, Тойю и Лунвож и др. Наиболее крупная область с коэффициентом развития рельефа более 1.2 расположена в северо-восточной части Цилемско-Четласского мегавала, в междуречье Чисвы и Выми. Также крупный участок с восходящим типом развития рельефа находится в центральной части рассматриваемой структуры, в междуречье Выми и Коина. Склоны вогнутой формы преобладают на небольших участках, в основном на северо-западе и юго-востоке мегавала. Наибольшую площадь в пределах мегавала занимает территория с коэффициентом развития рельефа от 1.0 до 1.2 и от 1.2 до 1.4, а наименьшую – с коэффициентом более 1.6 и менее 0.8.

Морфографический анализ речной сети выявил, что для р. Вымь в пределах Цилемско-Четласского мегавала характерны крупные меандры. В данном случае они не являются аналогами свободных меандр в широкой речной долине, потому что при свободном меандрировании реки образуются многочисленные старичные озера. Вероятно, описываемая территория испытывает положительные вертикальные движения небольшой интенсивности, так как старичные озера практически отсутствуют, а эрозионный врез реки небольшой.

По цепочке озер вдоль р. Чисва можно выделить предполагаемые разрывные нарушения, располагающиеся примерно на одной линии. Линейно вытянутая форма озер Сев. Содмес и Юж. Содмес и оз. Чисваты также указывает на наследование ими разломов [9].

Заключение

Сравнительный анализ карты вертикальной расчлененности и карты развития рельефа позволил определить изменения в направленности и интенсивности новейших движений в позднечетвертичное время и выявить их гляциоизостатическую составляющую. На большей части рассматриваемой территории интенсивность неотектонических движений после отступления последнего ледникового покрова усилилась. Так как над возвышенными участками мощность ледникового покрова была меньше, чем над понижениями, следовательно, гляциоизостатическое поднятие над понижениями было больше, чем над возвышенными участками. Данный факт подтверждается при сравнении карты усредненного рельефа и карты развития рельефа: участки с меньшими средними арифметически-

ми высотами характеризуются восходящим типом развития рельефа, а участки с более значительными высотами – нисходящим. Особенно ярко эта закономерность проявилась в северо-восточной, центральной и юго-западной части исследуемой структуры.

Значительно увеличилась интенсивность положительных тектонических движений в междуречье Чисвы, Содмес-Ворыквы и Выми, в междуречье Выми и Коина, на водоразделе рек Ропча и Тобысь.

В бассейне среднего течения р. Обдыр, верхнего течения р. Вуктоэль и в верховье р. Нивью поднятия сменились опусканиями или скорость поднятий намного меньше, чем на прилегающей территории. Так как выводы о направленности новейших движений сделаны по преобладающей форме склонов, то следует учесть, что нисходящий тип развития рельефа может наблюдаться не только в случае опускания территории. Если между интенсивно поднимающимися блоками располагается блок, поднимающийся с меньшей скоростью, то склоны в его пределах будут иметь вогнутую форму, так как относительно этих блоков последний выглядит как область опускания. Следовательно, можно сделать вывод, что Цилемско-Четлаский мегавал состоит из блоков, испытывающих дифференцированные движения разной интенсивности друг относительно друга.

Список литературы

1. Структурно-тектоническая карта Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции: 1985 / гл. ред.: В. И. Богацкий и др. М.: Центргеология, 1988. 4 л.
2. Дедеев В. А., Юдин В. В., Богацкий В. И., Шарданов А. Н. Тектоника Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (объяснительная записка к «Структурно-тектонической карте Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции», масштаба 1:1000000). Сыктывкар: Коми научный центр УрО АН СССР, 1989. 28 с.
3. Пенк В. Морфологический анализ. М.: Географиз, 1961. 359 с.
4. Голодовкин В. Д. Опыт применения карты расчлененности рельефа для прогноза тектонического строения южной части Куйбышевской области // Геоморфологические методы при нефтегазопоисковых работах. М.: Наука, 1966. С. 126–128.
5. Философов В. П. Методика вычисления и геолого-геоморфологическая интерпретация коэффициента расчлененности рельефа // Вопросы морфометрии. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та. 1967. Вып. 2. Т. 1. С. 112–146.
6. Лысова В. Ф. Морфометрия и неотектоника Южного Тимана : дис. ... канд. геол.-мин. наук. Сыктывкар, 2004. 228 с.
7. Лысова В. Ф. Определение относительной интенсивности и направленности неотектонических движений в пределах Очпарминского вала морфометрическими методами // Вестник Сыктывкарского университета. Сер. 2. Биология, геология, химия, экология. Сыктывкар: Изд-во СГУ им. Питирима Сорокина, 2018. Вып. 8. С. 187–193.
8. Бронгулеев Вад. В., Бронгулеев В. В. Карта усредненного рельефа Русской равнины // Геоморфология. 1987. № 1. С. 22–29.
9. Лысова В. Ф. Морфографический анализ гидрографической сети Южного Тимана // Вестник КГПИ. 2006. Вып. 3. С. 84–89.

References

1. *Strukturno-tektonicheskaya karta Timano-Pechorskoi neftegazonosnoi provintsii* [Structural-tectonic map of the Timan-Pechora oil and gas province]: 1985 / Gl. red.: V. I. Bogatskii i dr. Moscow: Tsentrgeologiya, 1988. 4 L. (In Russian).
2. Dedeev V. A., Yudin V. V., Bogatskii V. I., Shardanov A. N. *Tektonika Timano-Pechorskoi neftegazonosnoi provintsii* [Tectonics of the Timan-Pechora oil and gas province] (ob'yasnitel'naya zapiska k «Strukturno-tektonicheskoi karte Timano-Pechorskoi neftegazonosnoi provintsii», masshtaba 1:1000000) . Syktyvkar: Komi Scientific Center of the Ural Branch of the USSR Academy of Sciences, 1989. 28 p. (In Russian).
3. Penk V. *Morfologicheskii analiz* [Morphological analysis]. Moscow: Geografiz, 1961. 359 p. (In Russian).
4. Golodovkin V. D. Experience of using the map of the rugged relief for predicting the tectonic structure of the southern part of the Kuibyshev region. *Geomorfologicheskie metody pri neftegazopiskovykh rabotakh* [Geomorphological methods for oil and gas exploration]. Moscow: Nauka, 1966. pp. 126–128 (In Russian).
5. Filosofov V. P. Calculation method and geological and geomorphological interpretation of the relief dissection coefficient. *Voprosy morfometrii* [Morphometric problems]. Saratov: Izd-vo Sarat. un-ta. 1967. Vol. 2. T. 1. P 112–146 (In Russian).
6. Lysova V. F. *Morfometriya i neotektonika Yuzhnogo Timana: Dis. ... kand. geol.-min. nauk* [Morphometry and neotectonics of South Timan. Cand. diss.]. Syktyvkar, 2004. 228 p. (In Russian).
7. Lysova V. F. Determination of relative intensity and orientation of nonotectonic movements under the ochparminskiy shaft by morphometric methods. *Vestnik Syktyvkar'skogo universiteta. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology]. Syktyvkar: Publishing house of the Syktyvkar State University, 2018. Vol. 8. P. 187–193 (In Russian).
8. Bronguleev Vad. V., Bronguleev V. V. Map of the averaged relief of the Russian Plain. *Geomorfologiya* [Geomorphology]. 1987. № 1. P. 22–29 (In Russian).
9. Lysova V. F. Morphographic analysis of the hydrographic network of South Timan. *Vestnik KGPI* [KGPI Bulletin]. Syktyvkar: Publishing house of the Komi State Pedagogical Institute (KGPI), 2006. Vol. 3. P. 84–89 (In Russian).

ПРОЛАПС ТАЗОВЫХ ОРГАНОВ У ЖЕНЩИН – СКРЫТАЯ УГРОЗА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

PELVIC ORGAN PROLAPSE IN WOMEN – HIDDEN THREAT (LITERATURE REVIEW)

В. В. Быченко

V. V. Bychenko

Дисфункция мышц тазового дна – серьезная патология, которая встречается у 47 % женщин репродуктивного возраста. Она проявляется различными вариациями клинических манифестаций, таких как расстройство мочеиспускания и дефекации, пролапс тазовых органов, расстройства в сексуальной сфере. Упражнения, направленные на укрепление мышц тазового дна, рекомендуются всем пациенткам, имеющим минимальные клинические проявления. Одновременно возможно применение электромиостимуляции мышц тазового дна. Применение Er:YAG-лазера для лечения дисфункции тазового дна является быстрой, простой и хорошо переносимой процедурой. В настоящее время примерно 30–40 % из всех женщин, кто сталкивается с дисфункцией мышц тазового дна, прибегают к хирургическому методу коррекции данной патологии.

Pelvic floor muscle dysfunction is a serious pathology that occurs in 47% of women of reproductive age. It manifests itself in various variations of clinical manifestations, such as: disorders of urination and defecation, pelvic organ prolapse, disorders in the sexual sphere. Exercises aimed at strengthening the pelvic floor muscles are recommended for all patients with minimal clinical manifestations. At the same time, it is possible to use electromyostimulation of the pelvic floor muscles. The use of Er:YAG laser for the treatment of pelvic floor dysfunction is a quick, simple and well-tolerated procedure. Currently, approximately 30–40% of all those who face pelvic floor muscle dysfunction in the future resort to the surgical method of correction of this pathology.

Ключевые слова: дисфункция мышц, тазовое дно, пролапс у женщин.

Keywords: muscle dysfunction, pelvic floor, prolapse in women.

Введение

Дисфункция мышц тазового дна – серьезная патология, которая встречается у 47 % женщин репродуктивного возраста. Риск возникновения данной проблемы возрастает с возрастом. Крайней степенью ее выраженности является пролапс тазовых органов. Это состояние серьезно нарушает качество жизни пациенток,

что в конечном счете и привело к необходимости тщательного исследования вышеуказанной патологии: изучение ее этиологии и патогенеза, профилактики, диагностики, консервативных и хирургических методов ее коррекции, лечения послеоперационных осложнений.

В настоящее время целью большинства исследований является поиск лучшего способа лечения пролапса тазовых органов [1].

Обзор

Распространенность и этиология пролапса тазовых органов у женщин.

Пролапс тазовых органов является довольно распространенным состоянием, негативно влияющим на качество жизни миллионов женщин по всему миру. От 3 до 6 % пациенток обращаются к врачу с жалобами на появление симптомов данного состояния, но при влагалищном обследовании на гинекологическом кресле они выявляются у 50 % обследуемых [2].

С 1950 по 2009 г. доля женщин старшего возраста (60 лет и более) в обществе увеличилась с 8 % до 11 % и к 2050 г. ожидается рост до 22 %, что составит 44 миллиона из 2 миллиардов всех женщин в мире. При этом известно, что продолжительность жизни у женщин выше, чем у мужчин. В возрастной категории 20–39 лет около 10 % пациенток страдают дисфункцией мышц тазового дна; у доживших до 80 лет таковых уже около 50 % [3]. Ввиду прогнозируемого прогрессивного роста патологии с возрастом пациенток количество женщин с разной степенью развития пролапса органов малого таза к 2030 г. будет вдвое больше, чем в 2005 г. [2]. Следовательно, у женщин старшей возрастной группы в условиях развитых систем медицинского обеспечения всё чаще будут выявлять случаи данного заболевания.

Предикторы, симптомы и методы выявления пролапса органов малого таза. Дисфункция мышц тазового дна проявляется различными вариациями клинических манифестаций, таких как: расстройство мочеиспускания и дефекации, включающие недержание мочи и кала, гиперактивный мочевой пузырь, пролапс тазовых органов, расстройства в сексуальной сфере [4].

Вышеуказанная патология имеет различные патофизиологические механизмы, и, как следствие, существует обширное количество предрасполагающих факторов: возраст, ожирение, паритет, влагалищные роды, вес новорождённого, инструментальное родовспоможение, стремительные роды, повышение внутрибрюшного давления (вследствие хронического бронхита, хронических запоров), курение. Также существуют риски, обусловленные условиями окружающей среды, и генетическая предрасположенность, играющая не последнюю роль в прогрессировании пролапса тазовых органов [5].

Дисфункция мышц тазового дна проявляется симптомами, которые редко появляются изолированно, чаще манифестирует симптомокомплекс, а именно стрессовая инконтиненция, недержание кала и газов, диссинергия мышц тазового дна и, в конце концов, пролапс тазовых органов [6].

Пациентки обследованы на гинекологическом кресле при помощи зеркала Куско. Оценка дисфункции мышц тазового дна проведена в соответствии со шкалой, предложенной международным сообществом по проблемам удержания мочи [3]. Для определения степени пролапса используется шкала POP-Q [7]. Вспомогательными субъективными методами описания выраженности симптомов дисфункции мышц тазового дна, их влияния на качество жизни пациенток служат опросники, а именно перечень заболеваний тазового дна – 20 шт., опросник воздействия на тазовое дно – 7 шт., опросник пролапса тазовых органов / недержания мочи [8]. Хорошей неинвазивной альтернативой относительно прочих методик является магнитно-резонансная томография (МРТ). Несомненными преимуществами МРТ являются отсутствие необходимости специальной подготовки пациентки к процедуре, отсутствие облучения, послойное представление всех тканей на нескольких изображениях. Единственным его минусом можно считать стоимость обследования [9].

Методы коррекции пролапса органов малого таза.

Упражнения Кегеля. Упражнения, направленные на укрепление мышц тазового дна рекомендуются всем пациенткам, имеющим даже минимальные клинические проявления в виде стрессовой инконтиненции, недержания газов или нарушений в сексуальной сфере. Эффективность упражнений достигается регулярностью их выполнений. Гимнастика Кегеля, развивающая лобково-копчиковые и влагалищные мышцы, состоит из трех частей:

- *Медленные сжатия.* Мышцы влагалища сократить, как будто необходимо остановить струю при мочеиспускании. Медленно сосчитать до трёх, затем расслабить мышцы. В усложненном варианте рекомендуется удерживать их в фазе сокращения от пяти до двадцати секунд, потом так же плавно расслаблять.

- *Сокращения.* Поскольку важным аспектом профилактики дисфункции мышц тазового дна является мышечная выносливость, то рекомендовано упражнение на ритмичное сокращение и расслабление мышц влагалища, выполняемое в быстром темпе в течение определённого периода времени.

- *Выталкивания.* При выполнении данного упражнения необходимо представить, что влагалище является шахтой лифта, по которой медленно поднимается кабина вверх, а затем так же медленно опускается вниз. Начинать тренировки надо с десяти медленных сжатий, десяти сокращений и десяти выталкиваний «кабины». Упражнения следует выполнять по пять раз в день. Затем через каждую неделю добавлять по пять повторов к каждому упражнению, продолжая выполнять их по пять раз в день. Число повторов каждого упражнения следует довести до тридцати и для поддержания тонуса мышц продолжать их делать по пять подходов в день [10].

Для достижения большего эффекта совместно с упражнениями Кегеля возможно применение и электромиостимуляции мышц тазового дна. Электростимуляция мышц способствует восстановлению нервной и мышечной ткани, улучше-

нию нервно-мышечной передачи импульса. В сочетании с методом биологической обратной связи электростимуляция позволяет добиться укрепления мышц таза и восстановления их работы.

Выполнение упражнений Кегеля и электростимуляция мышц дна таза позволяют женщине восстановиться после родов, забыть о родовых травмах и причиненных ими страданиях. Помогут эти мероприятия избавиться и от недержания мочи или предотвратить появление этого недуга в будущем, а также справиться с прогрессирующим опущением стенок влагалища и матки. Успех лечения возвращает гармонию в себе самой и в семье, утерянные ощущения и радость полноценного секса [11].

Лазерная коррекция пролапса органов малого таза. Процедура лечения при помощи Er:YAG-лазера проста в освоении и не требует специальных хирургических навыков. Благодаря фототермическому воздействию лазера сокращаются соединительные ткани влагалища, париетальной фасции и запускается процесс реконструкции их коллагена, создается подъемный эффект (сужение влагалища ощущается сразу после процедуры), стимулируется синтез неоколлагена (длительный эффект, повышается эластичность, упругость влагалища, укрепляется опора для опускающейся матки). Благодаря перечисленным видам воздействия создается более надежная опора для опускающейся матки, уменьшается диаметр влагалища [12]. Лечение переносится хорошо, кровотечение отсутствует, не требуется анестезия, нет необходимости в госпитализации. После лазерной терапии пациентам рекомендуется в течение трёх дней избегать повышенного внутрибрюшного давления и ведения активной половой жизни. При этом способе лечения нет серьезных побочных эффектов. При наличии легкой степени выраженности опущения стенок влагалища и дисфункции мышц тазового дна вагинальный Er:YAG-лазер предлагает минимально инвазивную альтернативу, что является отличной перспективой в случае пациенток, которые не хотят проходить инвазивную процедуру, или при наличии противопоказаний к оперативному методу коррекции.

Применение Er:YAG-лазера в неаблятивном режиме для лечения таких состояний, как стрессовая инконтиненция, опущение и дисфункции тазового дна, является быстрой, простой и хорошо переносимой процедурой. Она отлично помогает при вышеупомянутых патологиях, тем самым улучшая качество жизни женщин, и решению их проблем в сексуальной сфере. Это многообещающее минимально-инвазивное лечение, которое может значительно снизить необходимость в хирургических способах лечения [13].

Хирургическая коррекция пролапса органов малого таза. В настоящее время примерно 30–40 % пациентов, кто сталкивается с дисфункцией мышц тазового дна, в дальнейшем прибегают к хирургическому методу коррекции данной патологии. Для этого существует много различных оперативных техник. При этом 80–90 % всех коррекций выполняется влагалищным доступом. В 40 % случаев используют синтетические имплантаты [14].

Широкое распространение реконструктивной хирургии с целью восстановления анатомического взаимоотношения тазовых структур привело к возникновению различных способов хирургической коррекции:

- Кольпоперинеолеваторопластика – путем ушивания проводят укрепление тазового дна собственными тканями и уменьшают размер влагалища.
- Кольпорафия – укорочение и укрепление связок матки (выделяют круглую связку и крестцово-маточные), сшивая их друг с другом или пришивая матку за дно к брюшной стенке.
- Фиксация выпавших органов к стенкам таза (лобковые кости, крестец и др.) при помощи синтетических материалов.
- Экстирпация – полное удаление репродуктивных органов, что подходит для пожилых женщин, которые не заинтересованы в сохранении детородной функции [15].

Заключение

Проблема дисфункции тазового дна продолжает оставаться крайне актуальной, что связано с увеличением доли возрастного контингента в общей структуре населения и «омоложением» данной патологии. Пропалс тазовых органов влияет на самочувствие и качество жизни женщин, их физическую активность, сон, наличие / отсутствие у них болей, эмоциональное состояние, социальную активность. Многоликость симптоматики заболевания, большое количество предрасполагающих к нему факторов приводит к тому, что женщина теряется в догадках по поводу своего состояния, непониманию к какому специалисту обратиться. В итоге пациенты, переходя от одного специалиста к другому, лечат симптомы, а не синдром в целом.

Несмотря на многообразие методов коррекции опущения и выпадения внутренних половых органов, ни один из них не даёт гарантии полной излечимости. Все методы имеют свои плюсы и минусы, что, безусловно, даёт стимул продолжать исследования данной проблемы и искать лучшие способы её решения.

Список литературы

1. Huang F., Zhou Q., Leng B. J., Mao Q. L., Zheng L. M., Zuo. M. Z. A bibliometric and social network analysis of pelvic organ prolapse during 2007–2016 // *Journal of the Chinese Medical Association*. 2018. Vol. 81. Iss. 5. P. 450–457. DOI:10.1016/j.jcma.2017.08.012.
2. Krissi H., Aviram A., Eitan R., From A., Wiznitzer A., Peled Y. Risk factors for recurrence after Le Fort colpocleisis for severe pelvic organ prolapse in elderly women // *International Journal of Surgery*. 2015. Vol. 20. P. 75–79. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2015.06.026> (дата обращения: 17.05.2021).
3. Tan Y. L., Lo T. S., Khanuengkitkong S., Taiwanese A. K. D. Comparison of outcomes after vaginal reconstruction surgery between elderly and younger women // *Taiwanese Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2014. Vol. 53. Iss. 3. P. 348–354. DOI: 10.1016/j.tjog.2013.08.004.

4. Ayse M. B., Yumru E., Sahin L. Pelvic floor dysfunction, and effects of pregnancy and mode of delivery on pelvic floor // *Taiwanese Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2014. Vol. 53. Iss. 4. P. 452–458. DOI:10.1016/j.tjog.2014.08.001.
5. Nakad B., Fares F., Azzam N., Feiner B., Zilberlicht A., Abramov Y. Estrogen receptor and laminin genetic polymorphism among women with pelvic organ prolapsed // *Taiwanese Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2017. Vol. 56. Iss. 6. P. 750–754. DOI: 10.1016/j.tjog.2017.10.008.
6. Ibrahim I. K., Hameed M. M. A., Taher E. M., Shaheen E. M., Sheta M., Elsayy A. G. Efficacy of biofeedback-assisted pelvic floor muscle training in females with pelvic floor dysfunction // *Alexandria Journal of Medicine*. 2015. Vol. 51. Iss. 2. P. 137–142. DOI: 10.1016/j.ajme.2014.06.001.
7. Hagen S., Stark D., Glazener C., Dickson S., Barry S., Elders A., Frawley H., Galea M. P., Logan J., McDonald A., McPherson G., Moore K. H., Norrie J., Walker A., Wilson D. Individualised pelvic floor muscle training in women with pelvic organ prolapse (POPPY): a multi-centre randomised controlled trial // *The Lancet*. 2014. Vol. 383. № 9919. P. 796–806. URL: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61977-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61977-7) (дата обращения: 17.05.2021).
8. Liang C. C., Tseng L. H., Chang Y. L., Chang S. D. Predictors of persistence of pre-operative urgency incontinence in women following pelvic organ prolapse repair // *Taiwanese Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2015. Vol. 54. Iss. 6. P. 682–685. DOI: 10.1016/j.tjog.2014.08.012.
9. Darwish H. S., Zaytoun H. A., Kamel H. A., Qamar S. R. Assessment of pelvic floor dysfunctions using dynamic magnetic resonance imaging // *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2014. Vol. 45. Iss. 1. P. 225–229. DOI:10.1016/j.ejrnm.2013.12.006.
10. Sacomori C., Berghmans B., Mesters I., Bie R., Cardoso F. L. Strategies to enhance self-efficacy and adherence to home-based pelvic floor muscle exercises did not improve adherence in women with urinary incontinence: a randomised trial // *Journal of Physiotherapy*. 2015. Vol. 61. Iss. 4. P. 190–198. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2015.08.005> (Дата обращения: 17.05.2021).
11. Ong T. A., Khong S. Y., Ng K. L., Ting J. R. S., Kamal N., Yeoh W. S., Yap N. Y., Razack A. H. Using the Vibrance Kegel Device With Pelvic Floor Muscle Exercise for Stress Urinary Incontinence: A Randomized Controlled Pilot Study // *Female Urology*. 2015. Vol. 86. Iss. 3. P. 487–491. DOI:10.1016/j.urology.2015.06.022.
12. Henriques J., Brandão P., Almeida A., Rama P. Female urinary incontinence: is laser treatment effective? a systematic review // *Obstetrics & Gynecology International Journal*. 2018. Vol. 9. № 4. P. 227–232. DOI:10.15406/ogij.2018.09.00337.
13. Blaganje M., Scepanovic D., Zgur L., Verdenik I., Pajk F., Lukanovic A. Non-ablative Er:YAG laser therapy effect on stress urinary incontinence related to quality of life and sexual function: A randomized controlled trial // *European journal of obstetrics, gynecology, and reproductive biology*. 2018. Vol. 224. P. 153–158. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2018.03.038.
14. Hüscher T., Mager R., Ober F., Bentler R., Ulm K., Haferkamp A. Quality of life in women of non-reproductive age with transvaginal mesh repair for pelvic organ prolapse: A cohort study // *International Journal of Surgery (London, England)*. 2016. Vol. 33. Part A. P. 36–41. DOI:10.1016/j.ijso.2016.07.062.
15. Guan Z., Li H. F., Yang X., Guo L. L. Pelvic reconstruction improves pelvic floor strength in pelvic organ prolapse patients // *Taiwanese Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2015. Vol. 54. P. 519–521. DOI: 10.1016/j.tjog.2014.07.009.

References

1. Huang F., Zhou Q., Leng B. J., Mao Q. L., Zheng L. M., Zuo. M. Z. A bibliometric and social network analysis of pelvic organ prolapse during 2007–2016. *Journal of the Chinese Medical Association*. 2018. Vol. 81. Iss. 5. P. 450–457. DOI:10.1016/j.jcma.2017.08.012.
2. Krissi H., Aviram A., Eitan R., From A., Wiznitzer A., Peled Y. Risk factors for recurrence after Le Fort colpocleisis for severe pelvic organ prolapse in elderly women. *International Journal of Surgery*. 2015. Vol. 20. P. 75–79. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2015.06.026> (Accessed 17.05.2021).
3. Tan Y. L., Lo T. S., Khanuengkitkong S., Taiwanese A. K. D. Comparison of outcomes after vaginal reconstruction surgery between elderly and younger women. *Taiwanese Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2014. Vol. 53. Iss. 3. P. 348–354. DOI: 10.1016/j.tjog.2013.08.004.
4. Ayse M. B., Yumru E., Sahin L. Pelvic floor dysfunction, and effects of pregnancy and mode of delivery on pelvic floor. *Taiwanese Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2014. Vol. 53. Iss. 4. P. 452–458. DOI:10.1016/j.tjog.2014.08.001.
5. Nakad B., Fares F., Azzam N., Feiner B., Zilberlicht A., Abramov Y. Estrogen receptor and laminin genetic polymorphism among women with pelvic organ prolapsed. *Taiwanese Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2017. Vol. 56. Iss. 6. P. 750–754. DOI: 10.1016/j.tjog.2017.10.008.
6. Ibrahim I. K., Hameed M. M. A., Taher E. M., Shaheen E. M., Sheta M., Elsayy A. G. Efficacy of biofeedback-assisted pelvic floor muscle training in females with pelvic floor dysfunction. *Alexandria Journal of Medicine*. 2015. Vol. 51. Iss. 2. P. 137–142. DOI: 10.1016/j.ajme.2014.06.001.
7. Hagen S., Stark D., Glazener C., Dickson S., Barry S., Elders A., Frawley H., Galea M. P., Logan J., McDonald A., McPherson G., Moore K. H., Norrie J., Walker A., Wilson D. Individualised pelvic floor muscle training in women with pelvic organ prolapse (POPPY): a multi-centre randomised controlled trial. *The Lancet*. 2014. Vol. 383. № 9919. P. 796–806. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61977-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61977-7) (Accessed 17.05.2021).
8. Liang C. C., Tseng L. H., Chang Y. L., Chang S. D. Predictors of persistence of pre-operative urgency incontinence in women following pelvic organ prolapse repair. *Taiwanese Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2015. Vol. 54. Iss. 6. P. 682–685. DOI: 10.1016/j.tjog.2014.08.012.
9. Darwish H. S., Zaytoun H. A., Kamel H. A., Qamar S. R. Assessment of pelvic floor dysfunctions using dynamic magnetic resonance imaging. *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2014. Vol. 45. Iss. 1. P. 225–229. DOI:10.1016/j.ejrnm.2013.12.006.
10. Sacomori C., Berghmans B., Mesters I., Bie R., Cardoso F. L. Strategies to enhance self-efficacy and adherence to home-based pelvic floor muscle exercises did not improve adherence in women with urinary incontinence: a randomised trial. *Journal of Physiotherapy*. 2015. Vol. 61. Iss. 4. P. 190–198. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2015.08.005> (Accessed 17.05.2021).
11. Ong T. A., Khong S. Y., Ng K. L., Ting J. R. S., Kamal N., Yeoh W. S., Yap N. Y., Razack A. H. Using the Vibrance Kegel Device With Pelvic Floor Muscle Exercise for Stress Urinary Incontinence: A Randomized Controlled Pilot Study. *Female Urology*. 2015. Vol. 86. Iss. 3. P. 487–491. DOI:10.1016/j.urology.2015.06.022.

12. Henriques J., Brandão P., Almeida A., Rama P. Female urinary incontinence: is laser treatment effective? a systematic review. *Obstetrics & Gynecology International Journal*. 2018. Vol. 9. № 4. P. 227–232. DOI:10.15406/ogij.2018.09.00337.
13. Blaganje M., Scepanovic D., Zgur L., Verdenik I., Pajk F., Lukanovic A. Non-ablative Er:YAG laser therapy effect on stress urinary incontinence related to quality of life and sexual function: A randomized controlled trial. *European journal of obstetrics, gynecology, and reproductive biology*. 2018. Vol. 224. P. 153–158. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2018.03.038.
14. Hüsç T., Mager R., Ober F., Bentler R., Ulm K., Haferkamp A. Quality of life in women of non-reproductive age with transvaginal mesh repair for pelvic organ prolapse: A cohort study. *International Journal of Surgery (London, England)*. 2016. Vol. 33. Part A. P. 36–41. DOI:10.1016/j.ijso.2016.07.062.
15. Guan Z., Li H. F., Yang X., Guo L. L. Pelvic reconstruction improves pelvic floor strength in pelvic organ prolapse patients. *Taiwanese Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2015. Vol. 54. P. 519–521. DOI: 10.1016/j.tjog.2014.07.009.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ БИОГАЗА ИЗ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА

ALTERNATIVE METHOD OF OBTAINING BIOGAS THROUGH THE WASTE PRODUCTS OF THE STOCKBREEDING

К. А. Сарыев, М. Р. Оразбердиева, А. А. Матьякубов
K. A. Saryyev, M. R. Orazberdiyeva, A. A. Matyakubov

В работе приводятся результаты исследования авторов научно-производственного центра «Возобновляемые источники энергии» Государственного энергетического института Туркменистана по получению биогаза из отходов животноводства с применением анаэробного метода. Данный вид биогаза получен с помощью специально сконструированной биогазовой установки с объёмом 0.5 м³. Качество полученного биогаза указывает, что на его химический состав существенно влияет состав отходов, а на скорость гниения отходов значительно влияет температура окружающей среды. Состав полученного биогаза был протестирован в лаборатории центра.

The given scientific work reflects the results of the authors' research of the "Renewable Energy Sources" Scientific-productional Center of the State Energy Institute of Turkmenistan on obtaining biogas through the waste products of the stockbreeding using anaerobic method. This type of biogas was obtained by means of the specially designed biogas installation with the capacity 0.5 m³. The quality of the obtained biogas indicates that the composition of the waste products essentially influences on its chemical composition, and the ambient temperature considerably influences on the speed of the waste products decomposition. The composition of the biogas was tested in the laboratory.

Ключевые слова: отходы животноводства, биомасса, биогаз, биоудобрение.

Keywords: stockbreeding waste products, biomass, biogas, bio fertilizer.

Введение

Экологически безопасным и экономически выгодным решением проблемы снижения выбросов парниковых газов в атмосферу является получение биогаза путем переработки анаэробным методом отходов растениеводства, животноводства, навоза и других отходов сельскохозяйственных предприятий на биогазовой установке. Биогаз образуется в результате окисления органических отходов без доступа воздуха (анаэробный метод) [1].

Цель работы – разработка технологии получения биогаза на биогазовой установке путем переработки сельскохозяйственных отходов анаэробным методом.

Материалы и методы

Биогаз – это комплекс газов, состоящий в основном из смеси метана (CH_4) – 55–70 %, углекислого газа (CO_2) – 28–43 %, сероводорода (H_2S) и других газов. В среднем при распаде 70 % 1 кг биологического вещества образуется 0.18 кг метана, 0.32 кг углекислого газа, 0.2 кг воды и 0.3 кг нерастворимых остатков. Для устойчивого горения газа необходимо, чтобы в его составе концентрация метана была от 55 до 85 %.

С экономической точки зрения очень выгодно получать топливо из биогаза путем использования дешевого сырья. Так как почвы быстро впитывают свежий навоз, то по этой причине загрязняются грунтовые воды и воздух. Это создает оптимальные условия для поражения почвы вредными микроорганизмами. В навозе животных болезнетворные бактерии не теряют жизнеспособности, сохраняются семена сорняков.

При переработке сельскохозяйственных отходов и промышленных органических отходов на современных биогазовых установках существенно снижается загрязнение почвы, воды и воздуха. В ходе названного процесса уничтожаются опасные бактерии, вирусы, уменьшается выделение неприятных запахов. Работающая установка становится местным источником энергии. Основной задачей этой технологии является профилактика вредного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду.

Переработка отходов – это, в первую очередь, быстро окупающаяся и приносящая прибыль форма деятельности. При переработке отходов образуются: биогаз, электроэнергия, тепловая энергия и биоудобрение. Биогазовые установки имеют короткий срок самоокупаемости, так как используемое сырье бесплатно, потребление электроэнергии незначительно, а при полной автоматизации устройства и заработная плата обслуживающего персонала будет составлять незначительную долю в стоимости конечного продукта [2].

При внесении биоудобрений в почву улучшаются ее физические и физико-механические свойства, повышается биологическая активность. В повышении продуктивности растений роль биоудобрений значительна. Например, урожайность озимой пшеницы повышается на 15–20 %; сахарной свеклы – до 20 %; кукурузы – до 20–30 %; картофеля – до 30 % [2]. Химический состав биоудобрений разной влажности показан в табл. 1, 2.

Таблица 1

Химический состав биоудобрений после обработки в биогазовой установке
(влажность твердой части биоудобрений 75 %)

№ n/n	Биоудобрение (масса после подкисления)	Химический состав биоудобрений, кг/т				
		N	NH ₄ -N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
1	Свиной навоз	5.9–6.5	1.4–2.0	5.3–5.8	6.1–6.3	1.5–1.8
2	Навоз крупнорогатого скота	4.3–5.0	1.0–1.2	2.7–2.9	7.5–7.8	1.3–1.5
3	Куриный помет	17–18	3.0–3.5	10.0– 10.9	8.0–8.8	3.5–4.2
4	Трава	3.2–3.5	0.7–1.0	1.3–1.4	4.2–4.5	0.5–0.6
5	Кукурузный силос	3.7–4.0	1.2–1.3	1.3–1.4	4.2–4.5	0.8–1.0
6	Остатки сахарной свеклы	5.0–6.2	–	3.3–3.5	4.2–4.5	1.2–1.6

Таблица 2

Химический состав биоудобрений после обработки в биогазовой установке
(влажность жидкой части биоудобрений 95 %)

№ n/n	Биоудобрение (масса после подкисления)	Химический состав биоудобрений, кг/т				
		N	NH ₄ -N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
1	Свиной навоз	3.1–3.8	1.4–2.0	2.3–2.4	2.1–2.4	0.5–0.8
2	Навоз крупного рогатого скота	1.8–2.2	1.0–1.2	0.8–1.6	2.2–2.8	0.4–0.5
3	Куриный помет	7.1–8.2	3.0–3.5	6.8–7.9	5.0–5.6	1.5–2.2
4	Трава	2.2–2.8	0.9–1.5	1.9–2.3	2.0–2.5	0.5–0.7

Минеральные удобрения, в отличие от биоудобрений:

- Усваиваются растениями только 30–35 % внесенных в почву минеральных удобрений, остальная их часть в виде нитратов накапливается в почве и продукции.
- Нитраты, попадающие с пищей в организм, способствуют росту опухолей пищеварительного тракта. Длительное употребление небольших количеств нитратов приводит к увеличению щитовидной железы. Нитраты вызывают снижение содержания белка в крови человека и животных, и повышение содержания холестерина в ней.

Биоудобрения, в отличие от минеральных, перерабатываются растениями практически полностью, благодаря этому концентрация азота в получаемых продуктах на много ниже, чем в таковых выращенных с использованием минеральных удобрений [3].

Результаты и обсуждение

На экспериментальной площадке научно-производственного центра «Возобновляемые источники энергии» Государственного энергетического института Туркменистана проведены эксперименты по производству биогаза анаэробным способом в специально подготовленной малой биогазовой установке (рис. 1).

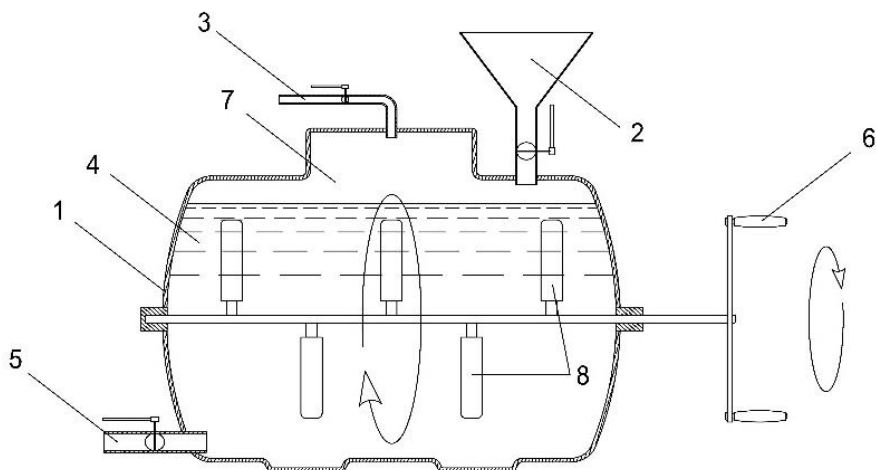


Рис. 1. Установка для получения биогаза.

- 1 – биогазовая установка; 2 – воронка для заливания отходов;
3 – выходная труба для биогаза; 4 – биомасса; 5 – выходная труба для биоудобрения;
6 – ручка мешалки; 7 – пространство для накопления биогаза;
8 – лопатки для перемешивания содержимого установки

Биогазовая установка в полной сборке показана на рис. 2. Это установка для получения биогаза и биоудобрения путем окисления без доступа воздуха биологических отходов сельскохозяйственной и пищевой промышленности. Биогаз – это продукт, полученный путем жизнедеятельности полезных метанобразующих бактерий.

Измельченные биоотходы через специальную воронку закладываются в биогазовое устройство. В агрегате установлены специальные лопаточки, с помощью которых раствор перемешивают несколько раз в день. В установке имеются два выходных отверстия, одно из них предназначено для выхода биогаза, другое – для выхода биоудобрений (рис. 1).

Таблица 3

Состав (в %) полученного биогаза

Метан	Водород	Азот	Аргон
86.4	10.3	3.0	0.1

Для получения биогаза были использованы разные отходы животноводства и растениеводства. В итоге выяснено, что самым эффективным является использование смесей разных отходов, например, комбинация навоза крупного рогатого скота и куриного помета (табл. 3).

Принятие биогазовой технологии очень значимо для охраны окружающей среды. В результате переработки в безвоздушной сфере пищевых и животноводческих отходов предотвращается выделение в атмосферу больших объемов парниковых газов. В итоге переработки отходов получается полноценное удобрение, которое ускоряет рост растений и восстанавливает плодородие почвы.

В качестве сырья при производстве биогаза и биоудобрений используются отходы сельскохозяйственного производства, такие как навоз животных, птиц, солома, остатки деревьев, сорные травы, органические бытовые отходы и т. п.

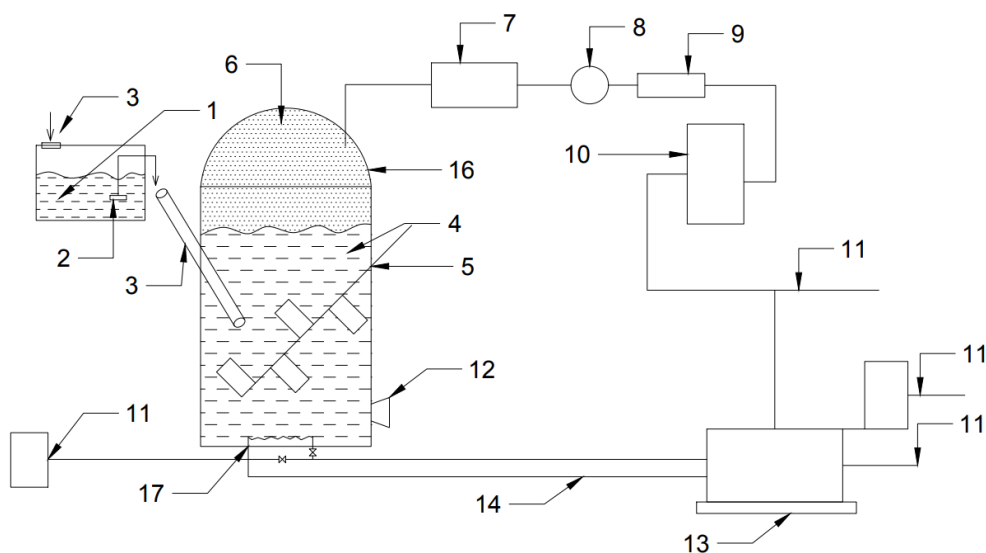


Рис. 2. Принципиальная схема биогазовой установки с когенерационной установкой и аккумуляторной системой в животноводческих комплексах.

- 1 – органические отходы; 2 – насос; 3 – воронка для заливания смеси; 4 – биотопливо; 5 – смесительный шнек; 6 – биогаз; 7 – коллектор газа низкого давления; 8 – фильтр; 9 – компрессор; 10 – коллектор газа высокого давления; 11 – потребители; 12 – биоудобрение; 13 – когенерационная установка; 14 – теплоноситель для нагрева биомассы; 15 – аккумуляторная система; 16 – метантенк; 17 – нагреватель

В биогазовой установке соединения азота, фосфора и калия, содержащиеся в перерабатываемых отходах, трансформируются в соединения, пригодные для использования растениями. Кроме того, в ходе указанного процесса уничтожаются болезнетворные бактерии и семена сорняков, находящиеся в навозе [4].

На предприятии на специальном дробильно-смесительном оборудовании органические отходы преобразуются в однородную смесь. В ходе ее подготовки

происходит биохимический процесс подкисления массы, основанный на активности метанобразующих бактерий. Температура воздуха на протяжении описываемого процесса должна поддерживаться в районе 35⁰С. В результате образуется горючий биогаз (СН₄ – 55–70 %; СО₂ – 28–43 %), поступающий в газосборник низкого давления. Далее газ пропускается через фильтр газоочистителя и накапливается в газосборнике высокого давления. Из последнего газ как топливо поставляется потребителям. Часть биогаза используется для производства электроэнергии и получения горячей воды.

Использование биогазовой технологии может обеспечить предприятие электрической и тепловой энергией. Полученные от выработки биогаза дополнительные доходы можно использовать для развития производства. Попутно снижается выброс парниковых газов и неприятных запахов в атмосферу, загрязнение окружающей среды отходами сельскохозяйственного производства.

Выводы

1. Получение биогаза из отходов животноводства и растениеводства имеет очень большое экологическое значение, так как позволяет снизить загрязнение окружающей среды и выбросы парниковых газов.

2. Существующую проблему утилизации навоза и других отходов животноводства и растениеводства могут помочь решить биогазовые установки. При этом животноводческие фермы могут быть обеспечены собственной дешевой электрической и тепловой энергией.

3. Органическая масса, полученная после переработки сельскохозяйственных отходов, служит высококачественным экологически безвредным удобрением для растениеводческой отрасли. При использовании биоудобрения улучшаются физические и физико-механические свойства почвы, повышается ее биологическая активность, значительно возрастает урожайность сельскохозяйственных культур.

Список литературы

1. Северилов П. В. Биогаз для чайников. URL: https://bookscafe.net/book/severilov_pavel-biogaz_dlya_chaunikov-224727.html (дата обращения: 10.05.2021).

2. Чернин С. Я., Парубец Ю. С. Российский опыт внедрения биогазовых технологий для производства электрической и тепловой энергии (Пилотный проект НП «Энергоэффективный город» № 7.3-1/40, www.energsovet.ru) // Новости теплоснабжения. 2011. № 08 (132). URL: https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=3922 (дата обращения: 10.05.2021).

3. Эфендиев А. М., Николаев Ю. Е., Евстафьев Д. П. Возможности энергообеспечения фермерских хозяйств на базе малых возобновляемых источников энергии // Теплоэнергетика. 2016. № 2. С. 38–45. URL: [https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KAZAKOV/UR/Tab2/Проект%20\(Пример\).pdf](https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KAZAKOV/UR/Tab2/Проект%20(Пример).pdf) (дата обращения: 10.05.2021).

4. Чернова Н. И., Коробкова Т. П., Киселева С. В. Использование биомассы для производства жидкого топлива: современное состояние и инновации // Теплоэнергетика. 2010. №11. С. 28–35.

5. Мамадалиева З., Каюмов Т., Султонов М., Савриев Ф. Сравнительный анализ применения биогазовых технологий и других источников энергии // НП «Энергоэффективный город» представляет портал «Энергосовет» – всё об энергосбережении в Интернете. URL: <http://www.energsovet.ru/stat913.html> (дата обращения: 11.05.2021).

References

1. Severilov P. V. *Biogaz dlya chaynikov* [Biogas for dummies]. Available at: https://booksafe.net/book/severilov_pavel-biogaz_dlya_chaynikov-224727.html (Accessed 10.05.2021). (In Russian).

2. CHernin S. YA., Parubec YU. S. Russian experience in the implementation of biogas technologies for the production of electric and thermal energy (Pilot project of NP "Energy Efficient City» № 7.3-1/40, www.energsovet.ru). *Novosti teplosnabzheniya* [Heat supply news]. 2011. № 08 (132). Available at: https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=3922 (Accessed 10.05.2021) (In Russian).

3. Efendiev A. M., Nikolaev YU. E., Evstaf'ev D. P. Opportunities for energy supply of farms based on small renewable energy sources. *Teploenergetika* [Thermal Engineering]. 2016. № 2. P. 38–45. Available at: [https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KAZAKOV/UR/Tab2/Proekt%20\(Primer\).pdf](https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KAZAKOV/UR/Tab2/Proekt%20(Primer).pdf) (Accessed 10.05.2021). (In Russian).

4. CHernova N. I., Korobkova T. P., Kiseleva S. V. Use of biomass for liquid fuel production: state-of-the-art and innovation. *Teploenergetika* [Thermal Engineering]. 2010. №11. P. 28–35. (In Russian).

5. Mamadalieva Z., Kayumov T., Sulonov M., Savriev F. Comparative analysis of the use of biogas technologies and other energy sources. *NP "Energoeffektivnyj gorod" predstavlyaet portal "Energsovet" – vsyo ob energosberezhenii v internete* [NP "Energy Efficient City" presents the portal "Energsovet" – all about energy saving on the Internet]. Available at: <http://www.energsovet.ru/stat913.html> (Accessed 11.05.2021) (In Russian).

Экспедиционная жизнь

ШАПКИНА-ЮНКА

Г. Н. Доровских

Нас высадили на берегу озера Большое Шапкино недалеко от балка. В нем нам предстояло провести почти две недели.

Было прохладно, часто моросил дождь. Стоял полярный день. Мы ставили сети, ловили и вскрывали на наличие паразитов рыбу. В основном шла щука. Так проходил день за днем. Выполнив программу, мы, я и два студента, собрались прогуляться на речку Шапкина-Юнка, впадающую в озеро.

Около шести часов утра, выйдя из лагеря, решили срезать, и пройти через сопки сразу в среднюю часть этой небольшой речушки. Цель – поимка хариуса. Ничего не предвещало неожиданного.

Пройдя пару километров по пружинящей тундре, забрались на первую возвышенность. Присели передохнуть. Выглянуло солнце. Перекур закончился. Мы стали спускаться в низину. Через некоторое время замечаю что-то необычное. Исчезают сапоги. Опускаю руку, исчезает ладонь. Даже интересно. Мы немного побаловались, посмеялись и отправились дальше. Однако минут через пятнадцать уже не было видно тела по пояс. «Дымка» превратилась в копошащуюся массу. Отдельные насекомые стали достигать открытых частей рук и лица.

Мы достигли вершины следующей сопки. Дул приятный ветерок, солнце уже припекало. Перекурили. Двинулись вниз, уже видны очертания реки.

Не успели достичь низины, как почувствовал жжение на коже лица. Насекомые атаковали все открытые части тела. Отмахиваться от такой массы насекомых было невозможно. Уже жгло шею, уши, кожу головы, тыльную часть ладоней. При проведении ладонью по лицу было ощущение, что рука скользит по бархату.

Продвигались к речке уже бегом.

Подбежав к воде, сразу обмыл лицо ... С ладоней стекала розовая вода. Жжение было нестерпимым. Ни о какой рыбалке речь уже не шла.

На наше счастье набежали тучи, заморосил дождь, стало прохладно. Активность кровососов резко снизилась, и мы относительно спокойно вернулись в лагерь. Однако еще несколько дней залечивали следы нападения насекомых.

МОРСКОЕ КУПАНИЕ

Г. Н. Доровских

На остров Колгуев, в село Бугрино – самое северное постоянное поселение в нашей стране, мы прибыли вертолетом из Нарьян-Мара в начале июля 1990 г. Нас разместили в доме для приезжих в двух комнатах. Стоял полярный день. Было солнечно и тепло. Окна в комнатах сразу закрыли одеялами, чтобы солнце не мешало спать.

Разместив груз и устроившись сами, отправились осматривать окрестности. Первым делом направились к берегу моря, к которому шла тропинка от нашего временного пристанища. Подойдя к крутому спуску, увидели, что навстречу подымается компания ненецкой молодежи в купальниках с пляжными полотенцами, плавательными кругами и автомобильными камерами. Они весело галдели, подталкивая друг друга. Проходя мимо нас, затихли, но через некоторое время их веселая трескотня возобновилась.

Мы вышли на берег, покрытый довольно крупной галькой. Море выглядело сурово. Дул несильный, но холодный ветер, шла небольшая волна. Вода была темно-свинцового цвета. Обстановка к купанию не располагала. Мы несколько удивились тому, как ненцы могли в этих условиях загорать и принимать морские ванны. Однако решили, что они народ северный и к этим условиям привычный. И если они, будучи людьми, хоть и привычными, но людьми, могут здесь купаться и загорать, то, наверное, и мы можем, хоть чуть-чуть, покупаться, ополоснуться с дороги.

Я быстро разделся, разогнался и сиганул в воду. Оказавшись под водой, которая обожгла тело, я ощутил – сердце остановилось. Сделав пару гребков, собрав всю волю в кулак, вынырнул и попытался показать, что доволен купанием, что все здорово. Не знаю, насколько у меня это получилось, но один из студентов последовал моему примеру и прыгнул в воду. Вылетел из нее торпедой, да еще с визгом. Остальные, начав уже раздеваться, замерли. Студентка посообразительней сунула в воду градусник. Плюс шесть, объявила она.

Мы со студентом вытерлись захваченными полотенцами и стали быстро одеваться. Замерзли, хорошо замерзли. Камни были не менее холодными, чем вода, и топтаться босиком по ним не доставляло удовольствия.

Быстрым шагом направились к гостинице. Борис Иванович Груздев, начальник нашего экспедиционного отряда, уже вскипятил чай и приготовил кашу с тушенкой. Посмотрел на нас, усмехнулся, как бывалый человек, и предложил по пятьдесят за начало работы и открытие «пляжного сезона».

Некоторое время еще порассуждали о холодоустойчивости северных народов, но усталость взяла свое, и мы разошлись спать.

Наутро, умывшись и позавтракав, отправились по делам. Мне со студентом предстояло выйти к началу среднего течения реки Бугринки. Оттуда, спускаясь к устью, разведать места, удобные для сбора научного материала. Стоял тихий солнечный день. Дул легкий ветерок.

Не дойдя с километр до устья реки, искупались. Вода была довольно теплой, и мы решили, что купаться будем ходить на речку, до которой от нашего дома менее километра.

Одевшись и пройдя еще несколько сот метров, наткнулись на избушку и часть рыболовной сети, торчащей из песка. Стало понятно, что о ловле рыбы в реке не может быть и речи. Рисуем остаться без работы.

Пройдя еще немного, обнаружили ламбы с солоноватой водой. В этих образованиях, испуганные нашим появлением, забегали девятииглые колюшки и молдь камбалы.

В этот раз взяли пробу колюшек и отловили несколько экземпляров мальков камбалы.

Довольные двинулись вниз по течению реки с намерением выйти на берег моря и там уже свернуть в сторону гостиницы.

Перед тем как вылиться в море, Бугринка делает резкий изгиб. Левый берег остается пологим, а правый обрывистый, высокий, подступает к самой кромке ее русла. За поворотом, прислонившись к этому высокому берегу, стояли несколько местных девчонок и мальчишек в купальниках. Было видно, что они только недавно вышли из воды.

Как и прошлый раз, при нашем появлении они замолчали.

Мы прошли мимо провожаемые любопытными взглядами.

Вышли в устье и остолбенели от увиденного. В море купались, баловались, весело кричали и визжали десятка полтора молодых людей.

Мы подошли к кромке воды и сунули градусник ... Плюс двадцать четыре! Что за чертовщина?

Солнечно! Слабый ветерок. Плещущаяся молодежь!

Мы разделись и залезли в воду. Вода соленая, морская. Вода зелено-голубая. Тепло. Мы вдоволь наплескались. Поплавали.

Смотрим, ненцы выходят из воды, собирают вещи и направляются к тропинке, ведущей вверх к поселку.

Вначале решили, что помешали им веселиться, потому они и ушли. Мы продолжили плескаться, благо до условленного для возвращения времени было еще далеко.

Через короткое время стали замечать перемены в поведении моря. Вода начала быстро остывать и из зелено-голубой превращаться в свинцовую, а чуть подальше от берега в темно-свинцовую. Ветер стал холодным. Набежали тучи.

Картина становилась похожей на вчерашнюю.

Мы оделись и пошли к гостинице. Там рассказали об увиденном коллегам. Борис Иванович объяснил в чем дело, почему так менялось море.

Оказалось, что в море недалеко от берега острова есть песчаные косы, так называемые кошки. Во время отлива морская вода задерживается в своеобразном корыте между берегом и этими кошками и за полярный день прогревается до температуры, достаточной для купания.

Местные жители прекрасно это знают, знают они время прилива и отлива и благодаря этим своим знаниям используют блага северной природы.

Информация об авторах

Быченко Валерия Вячеславовна, аспирант кафедры акушерства и гинекологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Минздрава России», Санкт-Петербург, Россия, 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2; Тел. +7(909)122-00-80; e-mail: bychenko.valeria@yandex.ru

Bychenko Valeria Vyacheslavovna, Post-graduate student of the Department of Obstetrics and Gynecology of the St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia, 194100, St. Petersburg, Litovskaya str., 2; Phone +7(909)122-00-80; e-mail: bychenko.valeria@yandex.ru

Доровских Геннадий Николаевич, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и физической культуры, доктор биологических наук, профессор, институт социальных технологий, ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина», 167001, г. Сыктывкар, Октябрьский пр., 55; Тел.: (8212)255-180, e-mail dorovskg@mail.ru

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

Ильина Елена Георгиевна, доцент кафедры физической и неорганической химии, кандидат химических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», 656049, г. Барнаул, пр. Ленина, 61; Тел.: (83852) 369-495, e-mail ilina@chem.asu.ru

Ilina Elena Georgievna, docent of the department of physical and inorganic chemistry, Altai State University, 656049, Barnaul, pr. Lenina 61; Phone: (83852) 369-495, e-mail ilina@chem.asu.ru

Лысова Валентина Фёдоровна, доцент кафедры естественно-научного образования, кандидат геолого-минералогических наук, ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина», институт естественных наук, 167005, г. Сыктывкар, Петрозаводская, 12; тел.: 8(965)860-26-41, e-mail: valentina271162@rambler.ru

Lysova Valentina Fedorovna, associated professor of Science Education, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Syktyvkar State University of Pitirim Sorokin, Institut of Natural Sciences, 167005, Syktyvkar, Petrozavodska Street, 12; phone 8(965)860-26-41, e-mail: valentina271162@rambler.ru

Марушевская Ирина Сергеевна, магистрант, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова», кафедра теоретической механики и сопротивления материалов, 308012, г. Белгород, Костюкова 46, Тел. 89507174343, e-mail: irin-shalnev@yandex.ru

Marushevskaya Irina Sergeevna, Master's student, Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov, Department of Theoretical Mechanics and Resistance of Materials, 308012, Belgorod, Kostyukova 46, Tel. 89507174343, e-mail: irin-shalnev@yandex.ru

Матьякубов Амирхан Аллабергенович, научный сотрудник, магистр технических наук, научно-производственный центр «Возобновляемые источники энергии» Государственного энергетического института Туркменистана, Туркменистан, 745400 город Мары, ул.Байрамхана 62, тел. (8522) 51328 e-mail: amirhan31071989@mail.ru

Matyakubov Amirhan Allabergenovich, “Renewable Energy Sources” Scientific-productional Center of the State Energy Institute of Turkmenistan, Turkmenistan, 745400, 62, Bayramhan str. Mary city, tel тел. (8522) 51328, e-mail: amirhan31071989@mail.ru

Наумова Людмила Николаевна, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова», кафедра теоретической механики и сопротивления материалов, 308012, г. Белгород, Костюкова 46, e-mail: naumova_ln@mail.ru

Naumova Lyudmila Nikolaevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov, Department of Theoretical Mechanics and Resistance of Materials, 308012, Belgorod, Kostyukova 46, e-mail: naumova_ln@mail.ru

Оразбердиева Мяхрибан Реджепмыражовна, научный сотрудник, научно-производственный центр «Возобновляемые источники энергии» Государственного энергетического института Туркменистана, Туркменистан, 745400 город Мары, ул. Байрамхана 62, тел. (8522) 51328 e-mail: mahriban.ozazberdiyeva@gmail.com

Orazberdiyeva Mahriban Rejepmyradovna, “Renewable Energy Sources” Scientific-productional Center of the State Energy Institute of Turkmenistan, Turkmenistan, 745400, 62, Bayramhan str. Mary city, tel тел. (8522) 51328, e-mail: mahriban.ozazberdiyeva@gmail.com

Сарыев Какагелди Атаджанович, директор, кандидат технических наук, научно-производственный центр «Возобновляемые источники энергии» Государственного энергетического института Туркменистана, Туркменистан, 745400 город Мары, ул.Байрамхана 62, тел. (8522) 50615 e-mail: kakageldisaryyev@gmail.com

Saryyev Kakageldi Atajanivich, “Renewable Energy Sources” Scientific-productional Center of the State Energy Institute of Turkmenistan, PhD, Director, Turkmenistan, 745400, 62, Bayramhan str. Mary sity, tel тел. (8522) 50615, e-mail: kakageldisaryyev@gmail.com

Степанов Владимир Григорьевич, кандидат биологических наук, доцент по кафедре биологии, ООО «Страхование рядом», г. Санкт-Петербург, пр. Малый П.С., 3; Тел. (8812) 620-82-79; e-mail: vgstepanov@rambler.ru

Stepanov Vladimir, associated professor of biology, ООО «Insurance nearby», St. Petersburg, Maly Prospekt P.S., 3; Phone (8812) 620-82-79 ; e-mail: vgstepanov@rambler.ru

