

водных объектов, учитывая медленное восстановление, свойственное северным экосистемам, неизбежно скажется на здоровье населения.

В современных условиях экологическая ориентация необходима во всех сферах жизни – от экономики до общественного сознания и культуры. Именно поэтому на основе многофакторности исследований становится возможным разработать научно обоснованные подходы к оценке и прогнозированию здоровья.

Литература

1. Виттенбург П.В. Якутская экспедиция Академии наук СССР / П.В. Виттенбург. – Л., 1925. – С. 5-7.
2. Wittenburg P.V. Yakut expedition of the USSR Academy of Sciences / P.V. Wittenburg. – L., 1925. – P. 5-7.
3. Дорощев В. Н. Болезни глаз среди населения Вилюйского и Олекминского округов / В.Н. Дорощев. – Л., 1930.
4. Dorofeev V.N. Eye diseases among the population of Vilyuisk and Olekminsk districts / V. N. Dorofeev. – L., 1930.
5. Ермолаева Ю.Н. Якутская комплексная экспедиция 1925-1930 гг. Развитие науки в Якутии / Ю.Н. Ермолаева. – Новосибирск: Наука, 2001. – 164 с.
6. Ermolaev Yu.N. The Yakut complex expedition of 1925-1930. The development of science in Yakutia / S.N. Ermolaeva. – Novosibirsk: Science, 2001. – 164 p.
7. Казначеев В.П. Биосистема и адаптация / В.П. Казначеев. – Новосибирск, 1973. – 48 с.
8. Kaznacheev V.P. The biosystem and adaptation / V. P. Kaznacheev. – Novosibirsk, 1973. – 48 p.
9. Казначеев В.П. Современные проблемы адаптации человека / В.П. Казначеев // Адаптация и проблемы общей патологии. – Т.2. – Новосибирск, 1974. – С. 3-9.
10. Kaznacheev V.P. Modern problems of human adaptation / V.P. Kaznacheev // Adaptation and problems of General pathology. – Vol. 2. – Novosibirsk, 1974. – P. 3-9.
11. Колпакова Т.А. Эпидемиологическое обследование Вилюйского округа ЯАССР / Т.А. Колпакова. – Л., 1933.
12. Kolpakova T.A. Epidemiological study of Vilyui district of the Yakut ASSR / T. A. Kolpakova. – L., 1933.
13. Кривошапкин В.Г. Антропогенная деградация экосистем и формирование здоровья человека в местах проживания аборигенного населения Вилюйского района / В.Г. Кривошапкин, Г.А. Тимофеев // Экологические традиции аборигенов Севера в интересах выживания человечества: тезисы докладов международного семинара-симпозиума. – Якутск, 1993. – С. 112-113.
14. Krivoshapkin V.G. The Anthropogenic degradation of ecosystems and shaping human health in the places of residence of the indigenous population of the Vilyui region / V.G. Krivoshapkin, G.A. Timofeev // Environmental traditions of the aborigines of the North in the interest of the survival of humanity: abstracts of the international seminar-symposium. – Yakutsk, 1993. – P.112-113.
15. Никифоров В.В. Предварительный отчет по демографическому и дозиметрическому обследованию Вилюйского и Олекминского округов / В.В. Никифоров // Материалы КЯР. – Л., 1933. – Вып. 10.
16. Nikiforov V.V. Preliminary report on demographic and dosimetric survey of the Vilyui and Olyokminsk districts / V.V. Nikiforov // Proceedings of the NRC. – L., 1933. – Vol. 10.
17. Петрова П.Г. Состояние здоровья населения Республики Саха (Якутия). Фундаментальные и прикладные исследования / П.Г. Петрова, Н.В. Борисова, Л.А. Апросимов // Экономика Востока России. – 2015. – №02 (004). – С. 54-61.
18. Petrova P. G. State of health of the population of the Republic of Sakha (Yakutia). Fundamental and applied research / P.G. Petrov, N.V. Borisova, L.A. Aprosimov // Economy of The East of Russia. – 2015. – №02 (004). – P. 54-61.
19. Петрова П.Г. Эколого-физиологические аспекты адаптации человека к условиям Севера / П.Г. Петрова. – Якутск: Дани Алмас, 2011. – 272 с.
20. Petrova P. G. Ecological and physiological aspects of human adaptation to the conditions of the North / P.G. Petrova. – Yakutsk: Dani Almas, 2011. – 272 p.
21. Роль комплексных экспедиций в изучении здоровья населения Республики Саха (Якутия) / П.Г. Петрова, Н.В. Борисова, Ф.А. Платонов [и др.] // Вестник СВФУ. Серия Медицинские науки. – 2017. – №2 (07). – С. 28-36.
22. The Role of interdisciplinary expeditions to study the health of the population of the Republic of Sakha (Yakutia) / P. G. Petrova, N.V. Borisova, F.A. Platonov [and other] // Vestnik of the NEFU. Series of Medical science. – 2017. – №2 (07). – P.28-36U.
23. Саввинов Д.Д. Микроэлементы в северных экосистемах / Д.Д. Саввинов, Н.Н. Сазонов. – Новосибирск: Наука, 2008. – 208 с.
24. Savvinov D.D. Microelements in Northern ecosystems / D.D. Savvinov, N.N. Sazonov. – Novosibirsk: Science, 2008. – 208 p.
25. Хаснулин В.И. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах / В.И. Хаснулин, П.В. Хаснулин. // Экология человека. – 2012. – №1. – С. 3-11.
26. V.I. Khasnulin, P.V. Khasnulin. Modern ideas about the mechanisms of formation of Northern stress in humans at high latitudes // Human ecology. – 2012. – №1. – P. 3-11.
27. Шрейбер С.Е. Медико-санитарное обследование населения Вилюйского и Олекминского округов / С.Е. Шрейбер // Материалы КЯР. – Л., 1931. – Вып. 9. – 121 с.
28. Schreiber S.E. Health survey of the population of the Vilyui and Olekminsk districts / S.E. Schreiber // proceedings of the NRC. – L., 1931. – Vol. 9. – 121 p.

Т.А.Платонов, А.Н. Нюкканов, К.М.Степанов, Н.В.Кузьмина, Г.П. Протодьяконова, А.И. Горохова

ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЮ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА БИОГЕЛЬМИНТОЗОВ РЫБ ЯКУТИИ

DOI 10.25789/УМЖ.2019.65.20

УДК619:616.99 (571.56)

ФГБОУ ВО «Якутская государственная сельскохозяйственная академия»: **ПЛАТОНОВ Терентий Афанасьевич** – к.б.н., доцент, platonof74@mail.ru, **НЮККАНОВ Аян Николаевич** – д.б.н., доцент, зав. кафедрой, ayan1967@mail.ru, **СТЕПАНОВ Константин Максимович** – д.с.-х.н., проф., зам. директора ЯНЦ КМП, Stenko07@mail.ru к/тел., **КУЗЬМИНА Наталья Васильевна** – к.б.н., ст. преподаватель, lukinanatalia58@gmail.com, **ПРОТОДЪЯКОНОВА Галина Петровна** – д.вет.н., декан фак-та, fvm17@bk.ru; **ГОРОХОВА Анна Ивановна** – к.фил.н., доцент Ин-та зарубежной филологии и регионоведения СВФУ им М.К. Аммосова, anna_gorokhova@mail.ru.

Представлена сводка о фауне паразитов рыб рр. Лены и Вилюя, которые в течение длительного периода времени подвергаются многофакторной техногенной нагрузке. Данные исследования расширяют представление об адаптационных возможностях опасных для здоровья человека паразитов рыб при обитании в загрязненной внешней среде и вносят определенный вклад в дальнейшее развитие экологической токсикологии и паразитологии.

Ключевые слова: биогельминтозы, паразитофауна, паразиты, среднее течение реки Лена, водные экосистемы, рыба, щука, налим, загрязнение, антропогенное воздействие, цестоды.

A summary of the fauna of the parasites of the Lena and Vilyui rivers, which are of sanitary and hygienic interest, have been exposed to a multifactorial technogenic load over a long period of time. These studies broaden the understanding of the adaptive capabilities of fish parasites that are dangerous to human health when inhabited in a polluted environment and contribute to the further development of ecological toxicology and parasitology.

Keywords: biogelmintosis, parasitofauna, parasites, the average course of the Lena River, aquatic ecosystems, fish, pike, burbot, pollution, anthropogenic impact, cestodes.

Введение. Особую актуальность для Республики Саха (Якутия) имеет проблема заболеваемости биогельминтозами, среди которых самым распространенным является дифиллоботриоз. Заболеваемость дифиллоботриозом зарегистрирована в 29 районах республики и г. Якутске. Несмотря на умеренную тенденцию её снижения, которая наблюдается с 2009 г., уровень заболеваемости в республике остается одним из самых высоких в Российской Федерации. Средне-многолетний уровень заболеваемости дифиллоботриозом по республике составил 188,9 на 100 тыс. населения, превышая средний показатель по РФ до 30 раз. В ряде районов республики уровни заболеваемости стабильно превышают среднереспубликанский: Верхневилуйский (191,2 на 100 тыс. населения), г. Якутск (242,5), Верхнеколымский (277,4), Намский (285,1), Среднеколымский (322,8), Булунский (418,9), Хангаласский (531,7), Олекминский (627,6), Кобякский (1167,2), Жиганский (1415,8). За последние 5 лет резко выросла заболеваемость в Мирнинском районе – с 64,1 в 2010 г. до 369,1 в 2014 г. [3].

Современное экологическое состояние рек Якутии, связанное с возрастающим антропогенным воздействием, требует оценки и прогнозирования происходящих в них изменений. Необходимость такого рода исследований связана с огромной значимостью рек восточной части Ледовитоморской провинции, прежде всего, как рыбохозяйственных и транспортных водоемов. Для рассмотрения влияния антропогенного воздействия на экосистему в современных условиях нами исследован и произведен сравнительный анализ состава и структуры паразитофауны щуки и налима среднего течения р. Лена и ее левого притока р. Виллой, где расположено большое количество промышленных предприятий, связанных с добычей полезных ископаемых, объектов топливно-энергетического комплекса и крупных населенных пунктов.

Паразиты рыб являются надежными индикаторами экологического состояния водоема. В условиях напряженного техногенного давления ослабляется экологическая устойчивость системы, снижается иммунитет рыб, они становятся более подверженными инфекционным и инвазионным заболеваниям, увеличиваются показатели зараженности хозяев паразитами [11]. Паразиты, развивающиеся при участии планктонных ракообразных, являются инди-

каторами повышения уровня растворенных в воде биогенных элементов. Загрязнение бытовыми стоками способствует распространению в озерах опасного зооантропоноза – широкого лентеца (*Diphyllobothrium latum*). Соответственно данный вид будет являться индикаторным при определении уровня загрязненности водоема. Зараженность *Ligulaintestinalis* является весьма достоверным признаком при оценке трофического статуса водоема [4]. Наиболее ярко это отражено у рыб Вилуйского водохранилища, где за последние годы в результате эвтрофикации водоема и замены реофильных форм зоопланктона на лимнофильные возросла зараженность ельца ремнецами [1].

Преимущество паразитов перед другими тест-объектами заключается в том, что паразиты, особенно со сложным циклом развития, аккумулируют изменения, которые происходят во всех звеньях трофических цепей водной экосистемы, а также паразиты рыб обладают относительно коротким сроком жизни и поэтому показывают экологическое состояние водоема в настоящий момент [9]. Следовательно, паразиты рыб служат надежным экологическим индикатором процессов эвтрофикации и дистрофикации [4].

Цель исследования – изучение эколого-токсикологических факторов, способствующих распространению опасных для здоровья человека биогельминтозов рыб в условиях Якутии.

Материалы и методы исследования. Гельминтологическое вскрытие рыб проведено по методу, разработанному К.И. Скрябиным (1928) и модифицированному применительно к рыбам В.А. Догелем и Э.М. Ляйманом, а также в соответствии с МУК 3.2.988-00 «Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки» [2]. Нами было обследовано 160 экз. рыб 2 видов: 51 щука, 109 налимов.

Видовую принадлежность паразитов, обнаруженных у рыб, определяли «Определителем паразитов пресноводных рыб фауны СССР» [6-8].

Для исследования были выбраны районы с различной степенью антропогенной нагрузки: среднее течение р. Лены и ее левый приток – р. Виллой.

Результаты и обсуждение. Для выявления экологических последствий воздействия человека на природные водоемы особую ценность представляют исследования популяционной биологии паразитов рыб. Из-

учение особенностей встречаемости и распределения численности цестод, имеющих сложный цикл развития, позволяет рассматривать основные пути адаптации паразитов к изменяющимся условиям среды и устойчивости хозяев к заражению.

Одними из объектов для изучения вопросов популяционной биологии паразитов могут служить цестоды родов – *Diphyllobothrium* и *Triaenophorus* широко распространенные паразиты рыб Голарктики. В пресноводных водоемах Северо-Востока Азии обитают три вида рода *Diphyllobothrium* – *D. latum*, *D. dendritikum*, *D. ditremum* и два вида рода *Triaenophorus* – *T. nodulosus* и *T. crassus*. Цикл развития рода *Diphyllobothrium* имеет два промежуточных хозяина. Первым промежуточным хозяином служат планктонные рачки отряда *Copepoda* – 7 видов. Состав вторых промежуточных хозяев *D. latum* в условиях Якутии включает 5 видов рыб, *D. dendritikum* – 2 вида, *D. ditremum* – 4 вида [10]. Основными окончательными хозяевами являются плотоядные животные и человек.

Цикл развития рода *Triaenophorus* имеет двух промежуточных хозяев. Первым промежуточным хозяином для обоих видов – *T. nodulosus* и *T. crassus* служат планктонные рачки отряда *Copepoda*. Состав вторых промежуточных хозяев включает для *T. nodulosus* – 6 видов (таймень, хариус, щука, ерш, налим, окунь, елец, плотва), для *T. crassus* – сиговые виды рыб. Основным окончательным хозяином для обоих видов является щука *Esox lucius* L., в кишечнике которой паразиты достигают половой зрелости [11].

Как гельминты со сложным циклом развития данные виды цестод родов *Diphyllobothrium* и *Triaenophorus* несут большую информацию о составе и численности рыбного населения и зоопланктона в водоеме. Зараженность потенциальных хозяев цестодами родов *Diphyllobothrium* и *Triaenophorus* позволяет также определить антропогенное воздействие поллютантов на гидробионты пресноводных водоемов.

За 2011-2015 гг. наблюдается незначительное увеличение экстенсивности инвазии (ЭИ) щук плероцеркоидами широкого лентеца. ЭИ щук 4, 5, 6 лет равна 28,5, 33,3 и 36,3%, интенсивность инвазии (ИИ) – от 1 до 5 экз., индекс обселения (ИО) – 0,64, 0,55 и 1,09 экз. соответственно. Зараженность щук 7, 9, 10 лет равна 62,5, 60,0 и 100%, с ЭИ 1-8 экз., ИО – 2,0, 3,4 и 4,25 экз. соответственно. Общая зараженность щук плероцеркоидами ди-

Таблица 1

Распределение плероцеркоидов *D. latum* у щук в среднем течении р. Лена (2011-2015 гг.)

Возраст	Число исследованных рыб, экз.	ЭИ, %	ИИ, экз.	ИО, экз.
3+	-	-	-	-
4+	14	28,5	1-4	0,64
5+	9	33,3	1-2	0,55
6+	11	36,3	2-5	1,09
7+	8	62,5	1-5	2
9+	5	60,0	4-8	3,4
10+	4	100	2-7	4,25
	51	45,0	1-8	1,4

филлоботриоза равна 45,0%, ИО – 1,4 (табл.1).

За 2011-2015 гг. инвазированность налима плероцеркоидами широкого лентеца составила 66,6%, с ИИ от 2 до 11 экз. Так, зараженность 5-6-7-летних налимов равна 25,0, 37,5 и 71,4%, с ИИ 2-9 экз., ИО до 3,71 экз. Инвазированность старших возрастных групп 8, 9, 10 и 11 лет равна 100%, ИИ 4-12 экз., ИО достигает 10 экз. (табл.2).

Общая зараженность налимов в р. Вилюй плероцеркоидами *T. nodulosus* составляет 36,8%. Экстенсивность инвазии у налимов 4, 5, 6, 7 лет составляет 16,6, 25,0, 44,4 и 36,3% соответственно, ИИ равна от 1 до 3 экз., ИО достигает 2,0 экз. (табл.3).

За 2011-2015 гг. экстенсивность инвазии налимов в р. Лене плероцеркоидами *T. nodulosus* 3-, 4-, 5-, 6-, 7-летнего возраста равна 16,6, 25,0, 44,4, 36,3, 37,5 % соответственно, с ИИ 1-3 экз., ИО до 0,75 экз. К 9-летнему возрасту у налимов зараженность плероцеркоидами *T. nodulosus* достигает 100%, с ИИ 1-3 экз., ИО выше 2 экз. Общая зараженность налимов личинками триэнофорид на р. Лене равна 36,7%, ИО – 0,67 экз. (табл. 4).

Заключение. Таким образом, по результатам исследований, на р. Лене наблюдается интенсивное заражение плероцеркоидами *Diphyllbothrium latum* у рыб, потенциальных дополнительных хозяев дифиллоботриид, что указывает на интенсивное загрязнение данного участка реки коммунальными отходами. Инвазированность рыб личинками *Triaenophorus nodulosus* остается на высоком уровне. Это свидетельствует о благоприятных условиях для полноценного развития сообществ гидробионтов, что не препятствует биологическому циклу данных цестод.

На р. Вилюй наблюдается более низкая, по сравнению с р. Ленной, экстенсивность инвазии личиночной стадией *T. nodulosus*. В данной реке у рыб плероцеркоидов *D. latum* нами не обнаружено. Это, на наш взгляд, связано

Таблица 2

Распределение плероцеркоидов *D. latum* у налима в среднем течении р. Лена (2011-2015 гг.)

Возраст	Число исследованных рыб, экз.	ЭИ, %	ИИ, экз.	ИО, экз.
5+	4	25,0	1-2	0,5
6+	8	35,5	2-5	1,3
7+	7	71,4	2-9	3,7
8+	4	100	5-11	7,7
9+	3	100	4-11	8,0
10+	3	100	8-12	10
11+	1	100	8	8
	30	66,6	2-12	4,3

с малой долей загрязнения р. Вилюй коммунальными отходами, отсутствием интенсивной, как на Лене, судходной навигации. Но по сравнению с р. Ленной низкая инвазированность рыб триэнофоридами указывает на существенные изменения структуры гидробионтов в результате воздействия техногенного загрязнения, что приводит к сокращению или полному выпадению отдельных компонентов жизненного цикла гельминтов, в результате чего уменьшается численность популяции паразита и, как следствие этого, сокращаются показатели инвазии хозяев.

Данные исследования расширяют представление об адаптационных возможностях различных паразитов рыб при обитании в загрязненной внешней среде и вносят определенный вклад в дальнейшее развитие учения экологической токсикологии и паразитологии.

Литература

- Апсолохова О.Д. Паразиты рыб Якутии и их влияние на заболеваемость населения гельминтами / О.Д. Апсолохова, В.А. Одинокурцев // Якутский медицинский журнал. – 2009. – №4(28). – С.103-105.
- Апсолохова О.Д. Parasites of fishes of Yakutia and their influence on the incidence of helminths / O.D. Apsoikhova, V.A. Odnokurtsev // Yakut medical journal. – Yakutsk. – 2009. – №4 (28). – P. 103-105.
- МУК 3.2.988-00 Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки // Противоэпидемические мероприятия. Т. 1. Санитарные правила и методические документы. – М.: «ИНТЕРСЭН», 2006.
- МУК 3.2.988-00 Methods of sanitary-parasitological examination of fish, shellfish, crustaceans, amphibians, reptiles and products of their processing // Anti-epidemic measures. Vol. 1. – Sanitary rules and methodological documents: «INTERSEN», 2006.
- Николаева Г.Г. Эпидемиологическая ситуация по дифиллоботриозу в Республике Саха (Якутия) / Г.Г. Николаева, И.Ю. Самойлова // Дальневосточный журнал инфекционной патологии. – 2015. – №29. – С.99-100.
- Nikolaeva G.G. The epidemiological situation in the Republic of Sakha (Yakutia) / G.G. Nikolaeva, I.Yu. Samoylova / Far Eastern journal of infec-

Таблица 3

Распределение плероцеркоидов *Triaenophorus nodulosus* у налима на р. Вилюй (2011-2015 гг.)

Возраст	Длина рыбы, мм	Число исследованных рыб, экз.	ЭИ, %	ИИ, экз.	ИО, экз.
3+	359	6	16,6	1	0,3
4+	375	8	25,0	1-2	0,3
5+	468	9	44,4	1-3	0,6
6+	481	11	36,3	1-3	0,6
7+	559	8	37,5	1-3	0,7
8+	579	5	40,0	2-3	1
9+	748	2	100	1-4	2
		49	36,7	1-3	0,6

Таблица 4

Распределение плероцеркоидов *Triaenophorus nodulosus* у налима в среднем течении р. Лена (2011-2015 гг.)

Возраст	Длина рыбы, мм	Число исследованных рыб, экз.	ЭИ, %	ИИ, экз.	ИО, экз.
5+	475	4	100	3-5	3,5
6+	497	8	75,0	2-6	3
7+	563	7	85,7	3-4	2,7
8+	590	4	100	2-5	3,2
9+	732	3	100	2-4	3,0
10+	792	3	100	4-6	5,0
11+	807	1	100	5	5,0
		30	90,0	2-6	3,3

tious pathology. – Khabarovsk. – 2015. – №29 – P.99-100.

4. Новак А.И. Паразитозы водных экосистем Волжского бассейна: монография / А.И. Новак, М.Д. Новак. – Рязань: Изд-во РГАТУ, 2011. – 241 с.

Novak A.I. Parasitocenosis water ecosystems of the Volga basin / A.I. Novak, M.D. Novak // Parasitocenosis of aquatic ecosystems: monograph – Ryazan: publishing house of RGATU – 2011. – 241 p.

5. Одинокурцев В.А. Паразитофауна рыб пресноводных водоемов Якутии / В.А. Одинокурцев. – Новосибирск: Наука, 2010. – 148 с.

Odnokurtsev V.A. Parasite fauna of fish of freshwater bodies of Yakutia / V.A. Odnokurtsev – Novosibirsk: Nauka. – 2010. – 148 p.

6. Определитель паразитов пресноводных рыб СССР: [В 3 т.] / под ред. О.Н. Бауэра. – Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1984. – Т. 1. – 428 с.

The determinant of freshwater fish parasites of the USSR / ed. O.N. Bauer. – L.: Science. 1984. – Vol. 1. – 428 p.

7. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР / Под ред. О.Н. Бауэра. – Т.2. Паразитические многоклеточные. – Л.: Наука, 1985. – 425 с.

The determinant of parasites of freshwater fish fauna of the USSR / ed. O.N. Bauer. – Vol. 2. Parasitic multicellular. – L.: Science, 1985. – 425 p.

8. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР / Под ред. О.Н. Бауэра. – Т.3. Паразитические многоклеточные. – Л.: Наука, 1987. – 425 с.

The determinant of parasites of freshwater fish fauna of the USSR / ed. O.N. Bauer. – Vol. 3. Parasitic multicellular. – L: Science, 1987. – 425 p.

9. Петрова В.В. Изменение паразитофауны некоторых промысловых рыб Финского залива за длительный промежуток времени в условиях антропогенного воздействия: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В.В. Петрова. – СПб., 2000. – 25 с.

Petrova V.V. Change of parasitofauna of some commercial fish of the Gulf of Finland for a long period of time in the conditions of anthropogenic impact: author. dis. ... PhD (Biol.) / V.V. Petrova Sciences. – SPb. – 2000. – 25 p.

10. Платонов Т.А. Дифиллоботрииды (Diphyllobothriidae) среднего течения реки Лены (фауна, экология и меры борьбы): автореф. дисс. ... канд. биол. наук / Т.А. Платонов. – Тюмень, 2002. – 23 с.

Platonov T.A. Diphyllobothriids (Diphyllobo-

thriidae) of the middle course of the Lena river (fauna, ecology and control measures): author. diss. ... PhD (Biol.) / T.A. Platonov – Tyumen, 2002. – 23 p.

11. Проскурина В.В. Изменения паразитоценозов рыб Волго-Каспийского региона как следствие нестабильности экосистемы / В.В. Проскурина, В.В. Володина // Труды 11-й международной конференции «Актуальные проблемы современной науки». Естественные науки. Ч. 14. Экология. – Самара: СамГТУ, СГОА (Н), 2010. – С. 70-75.

Proskurina V.V. Changes of parasitocenosis fish of the Volga-Caspian region as a consequence of the instability of ecosystems / V.V. Proskurina, V.V. Volodin // Proceedings of 11-th international conference «Actual problems of modern science». Natural science. – Part 14. Ecology. – Samara, 2010. – P.70-75.

12. Пугачев О. Н. Каталог паразитов пре-

сновных рыб Северной Азии / О.Н. Пугачев // Книдарии, моногенеи и цестоды. – СПб., 2003. – 224 с.

Pugachev O.N. A catalogue of the parasites of freshwater fishes of North Asia / O.N. Pugachev // Cnidarians, monogenea and cestodes. – SPb. – 2003. – 224 p.

13. Пугачев О.Н. Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии / О.Н. Пугачев // Книдарии, моногенеи и цестоды. – СПб., 2002. – 245 с.

Pugachev O.N. A catalogue of the parasites of freshwater fishes of North Asia / O.N. Pugachev // Cnidarians, monogenea and cestodes. – SPb., 2002. – 245 p.

14. Пугачев О.Н. Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии / О.Н. Пугачев // Простейшие. – СПб., 2001. – 240 с.

Pugachev O.N. A catalogue of the parasites of freshwater fishes of North Asia / O. N. Pugachev // Protozoa. – SPb. – 2001. – 240 p.

В.Н. Макаров

ОЦЕНКА САНИТАРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НЕБЛАГОПОЛУЧИЯ ПО РЕДОКС-ПОТЕНЦИАЛУ СНЕЖНОГО ПОКРОВА

DOI 10.25789/YMJ.2019.65.21

УДК 551.578.46: 614.7 (571.56)

В статье рассматривается возможность получить качественное представление о концентрации кислорода в зимнем атмосферном воздухе северных городов по величине редокс-потенциала снежного покрова. Понижение редокс-потенциала снега может свидетельствовать об уменьшении содержания кислорода в атмосфере. Определение техногенной загрязненности по отрицательным аномалиям редокс-потенциала в снежном покрове даёт дополнительную возможность комплексной оценки санитарного состояния зимней атмосферы городских районов.

Ключевые слова: Север, города, снежный покров, редокс-потенциал, кислородная недостаточность, здоровье населения.

The article considers the opportunity to get a qualitative picture of the oxygen concentration in the winter atmospheric air of northern cities in terms of the redox potential of snow cover. Lower snowcover Eh values within the city suggest oxygen depletion in the air. Estimation of anthropogenic pollution based on negative redox potential anomalies in snowcover provides an additional means of assessing the winter air quality in the urban areas.

Keywords: North, cities, snowcover, redox potential, oxygen depletion, public health.

Введение. В городской атмосфере существуют многочисленные факторы, затрудняющие дыхание человека: более высокая (относительно окружающей территории) температура воздуха, загрязненность атмосферы газами (диоксидами углерода и азота) и взвешенными частицами. Одним из важнейших факторов самочувствия и здоровья горожан является содержание кислорода в атмосферном воздухе. В обычной обстановке содержание кислорода в атмосфере около 21%. Животные и человек чутко реагируют даже на незначительное уменьшение в атмосфере кислорода, в их поведенческих реакциях наблюдается ослабление жизненных функций. Длительное пребывание организма в среде с пониженным парциальным давлением кислорода вызывает ряд

приспособленческих сдвигов функций дыхания связанных с ним систем: происходят компенсаторные перестройки организма [10, 11]. Существует даже специфика кислородного режима атмосферы приполярных районов Сибири и Дальнего Востока, известная как синдром «полярного напряжения» [5] или «полярная гипоксия» [1]. Поэтому очень важно иметь представление о концентрации кислорода в атмосфере северных городов, когда ослабление жизненных функций организма, связанное с природной спецификой кислородного режима атмосферы, часто возрастает из-за «кислородного голодания» вызванного техногенным воздействием. Качественное знание о концентрации кислорода в зимнем атмосферном воздухе селитебных и промышленных зон в северных районах, а, следовательно, и санитарного состояния атмосферы, можно получить, оценивая величину редокс-потенциала (Eh) снежного покрова.

Снежный покров как естественный

накопитель дает действительную величину сухих и влажных выпадений в холодный сезон и может служить индикатором атмосферного загрязнения [9, 2, 7]. В снежном покрове вокруг источников загрязнения воздуха формируются комплексные геохимические аномалии [3].

Предполагается, что в твердых атмосферных осадках растворено лишь незначительное количество воздуха. Однако известно, что сросшиеся кристаллы снега могут содержать довольно высокие концентрации газообразных составляющих [16].

По мнению С. Мацуо и Я. Мияки [15], атмосферный воздух, растворенный в переохлажденных водяных каплях, на контакте с ледяной поверхностью обогащен более других газов CO₂ и Ag и полностью заключен в ледяных кристаллах, поскольку переохлажденные капли образуют их ядра [18]. В то же время соотношение кислорода с азотом в снеге и атмосферном газе остается близким. Этот вывод под-