

Вестник Сыктывкарского университета (научный журнал)	Серия 2 Естествознание Медицина	Выпуск 1 2024
--	--	------------------------------------

СОДЕРЖАНИЕ

СТАТЬИ

Паразитология / Parasitology

Доровских Г. Н. Паразитофауна карася <i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) на северо-востоке европейской части России	5
<i>Dorovskikh G. N.</i> Parasite fauna of the crucian carp <i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) in the northeast European part of Russia	5
Доровских Г. Н. Паразитофауна карася <i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) разного возраста из водоемов бассейна реки Вычегды	19
<i>Dorovskikh G. N.</i> Parasite fauna of crucian carp <i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) of different ages from water bodies of the Vychehda River basin	19

Медицина / Medicine

Репина Е. Н., Рогачевская О. В., Юркин А. С. Направления стратегии профилактики нарушений опорно-двигательного аппарата и сохранения здоровья студенческой молодежи	29
<i>Repina E. N., Rogachevskaya O. V., Yurkin A. S.</i> Directions of the strategy for the prevention of disorders of the musculoskeletal system and the preservation of the health of students	29
Ильиных Е. И., Корелина А. И. Проблемы кислород-индуцированной гиперкапнии у пациентов с дыхательной недостаточностью	37
<i>Ilinykh E. I., Korelina A. I.</i> Problems of oxygen-induced hypercapnia in patients with respiratory failure	37

Физиология / Physiology

Русских Н. Г., Игнатова А. Н., Паришуква Е. А., Оскаленко А. М. Исследование действия прон-позиции на показатели электрокардиограммы человека	45
<i>Russkikh N. G., Ignatova A. N., Parshukova E. A., Oskalenko A. M.</i> Results of heart rate and electrocardiogram in pron position in a healthy person	45

Экология / Ecology

Мележ Т. А. Инженерное освоение природно-урбанизированной системы Гомеля в историческом аспекте и ее районирование по проявлению процессов экогеодинамики	50
<i>Melezh T. A.</i> Engineering development of a naturally urbanized system Gomel in the historical aspect and its zoning by the manifestation of the processes of ecogeodynamics	50
Сарыев В. Б. Возможность производства «зеленого» водорода за счет осадков в климатических условиях Туркменистана	64
<i>Saryyev V. B.</i> Possibility of producing “green” hydrogen from precipitation in the climatic conditions of Turkmenistan	64
Сарыев К. А., Джораев Г., Сарыев В. Б. Сотрудничество Туркменистана с международными организациями в сфере охраны окружающей среды	68
<i>Saryyev K. A., Jorayev G., Saryyev W. B.</i> Cooperation of Turkmenistan with international organizations in the field of environmental protection	68
Чарыев Я. Изучение влияния температуры окружающей среды на энергетические параметры солнечных панелей в климатических условиях города Ашхабада	72
<i>Charuyev YA.</i> Study of the influence of ambient temperature on the energy parameters of solar panels in the climatic conditions of the city of Ashgabat	72
Гурбанова Г. А., Джумадурдыева Г. Методика использования микроводорослей для очистки сточных вод промышленных предприятий	77
<i>Gurbanova G. A., Jumadurdyeva G.</i> Methodology for using microalgae for wastewater treatment from industrial enterprises	77

Экспедиционная жизнь / Expedition life

Доровских Г. Н. Один...	81
--------------------------------	----

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина» (167001, Республика Коми, г. Сыктывкар, Октябрьский просп., д. 55)

Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Естествознание. Медицина.
Сыктывкар: Изд-во СГУ им. Питирима Сорокина, 2024. Выпуск 1. 91 с.

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, член-корреспондент Российской академии образования, проректор по развитию НАНО ВО «Институт мировых цивилизаций» (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, д-р мед. 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», зав. кафедрой педиатрии, медико-социальной экспертизы и реабилитации детей-инвалидов, д-р мед. наук, доцент. Главный внештатный детский кардиолог Комитета по здравоохранению Санкт-Петербурга (Санкт-Петербург, Россия)

Е. А. Володарская, д-р психол. наук, ФГБУН «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, зав. кафедрой, профессор (Иркутск, Россия)

Н. Д. Джига, д-р психол. наук, профессор кафедры практической психологии, доцент, УО «Барановичский государственный университет», Республика Беларусь, кафедра практической психологии и физического воспитания, г. Барановичи; УО «Белорусский государственный университет культуры и искусств», 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», зав. 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, ГОУ ВПО «Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького», зав. кафедрой детской и общей неврологии Факультета интернатуры и последипломного образования (Донецк, ДНР)
- В. В. Мазур**, канд. географических наук, начальник отдела планирования организации научно-исследовательской деятельности, преподаватель колледжа экономики, права и информатики (Сыктывкар, Россия)
- А. Л. Максимов**, д-р мед. наук, профессор, член-корреспондент РАН, 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, зав. кафедрой (Петрозаводск, Россия)
- Г. М. Насыбуллина**, д-р мед. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, зав. 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, зав. 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, зав. хирургическим отделением
ГУ «Республиканская детская клиническая больница» 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)

Адрес редакции:

167001 Сыктывкар, Октябрьский пр., 55
Тел./факс (8212) 390-309

Редактор *Е. М. Насирова*

Корректор *О. В. Габова*

Верстка и компьютерный макет *А. А. Ергаковой*

Выпускающий редактор *Л. Н. Руденко*

Подписано в печать 06.03.2024. Дата выхода в свет 27.03.2024.

Формат 70×108/16. Усл.-печ. л. 10,6.

Заказ № 12. Тираж 50 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

Свободная цена

© ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина», 2024

Паразитология

Parasitology

Научная статья / Article

УДК 576.89

<https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-5>

Паразитофауна карася *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) (Cypriniformes: Cyprinidae Fleming, 1822) на северо-востоке европейской части России

Геннадий Николаевич Доровских

Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина,
Сыктывкар, Россия,
dorovskg@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7502-8989>

Аннотация. Вскрыли 205 экз. карася *Carassius gibelio*, помимо этого, 100 экз. рыб из оз. Длинное исследовали на наличие рачка *Lernaea cyprinacea*. Материал взят из озер бассейнов рек С. Двина, Мезень и Печора.

Паразитофауна серебряного карася из водоемов северо-востока европейской части России обеднена и включает всего 13 видов паразитов (микроспоридии — 1 вид, моногенеи — 4, трематоды — 5, скребни — 1, раки — 2 вида). Из них семь видов со сложным жизненным циклом.

Сам карась на этой территории, возможно, представлен тремя группами, имеющими различное происхождение.

Ключевые слова: карась, карась серебряный, *Carassius gibelio*, *Carassius auratus*, *Carassius auratus gibelio*, паразит, паразитофауна

Для цитирования: Доровских Г. Н. Паразитофауна карася *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) на северо-востоке европейской части России // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Естественные науки. Медицина. 2024. № 1. С. 5–18. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-5>

Parasite fauna of the crucian carp *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) in the northeast European part of Russia

Gennady N. Dorovskikh

Pitirim Sorokin Syktyvkar State University,
Syktyvkar, Russia, dorovskg@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7502-8989>

Abstract. Opened 205 copies. crucian carp *Carassius gibelio*, in addition to this, 100 specimens. fish from the lake Long was examined for the presence of the crustacean *Lernaea cyprinacea*. The material was taken from lakes in the basins of the S. Dvina, Mezen, and Pechora rivers.

The parasitofauna of the goldfish from the water bodies of the northeast of the European part of Russia is depleted and includes only 13 species of parasites (myxosporidium — 1 species, monogeneans — 4, trematodes — 5, acanthocephalans — 1, crayfish — 2 species). Of these, 7 species have a complex life cycle.

Three groups of different origins may represent the crucian carp itself in this territory.

Keywords: crucian carp, silver carp, *Carassius gibelio*, *Carassius auratus*, *Carassius auratus gibelio*, parasite, parasite fauna

For citation: Dorovskikh G. N. Parasite fauna of the crucian carp *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) in the northeast European part of Russia. *Vestnik Syktyvkarского университета. Seriya 2: Estestvoznaniye. Medicina = Syktyvkar University Bulletin. Series 2: Natural science. Medicine.* 2024. 1: 5–18. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-5>

Введение. Серебряный карась *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) до 2003 г. считался подвидом *C. auratus* (Linnaeus, 1758) и был известен как обыкновенный серебряный карась *C. auratus gibelio* (Bloch, 1782) [1; 2], причем серебряным карасем назывался и вид *C. auratus* в целом [2; 3]. Г. В. Никольский [4] считает, что типичная форма серебряного карася *C. auratus* населяет воды Китая, а *C. auratus gibelio* водится в бассейне Амура и далее на запад в Сибири, бассейне Арала и в Европе.

Серебряный карась является одним из наиболее успешных вселенцев в Европе, а в России он входит в топ-100 самых опасных инвазионных видов [5]. Это обуславливает особую актуальность изучения биологии данного вида.

C. gibelio — вид с огромным современным ареалом, охватывающим Евразию и Америку. Его естественным ареалом является Китай, Япония, острова Тайвань и Хайнань [6; 7]. Благодаря искусственному разведению распространился по всему миру. В России этот карась и его породы (золотые рыбки) впервые появились в XVII в. и содержались в царских прудах. Разводили его также в рыбоводных хозяйствах Курской и Белгородской областей и в Краснодарском крае. Ареал серебряного карася в настоящее время простирается от Испании и Франции до Дальнего Востока, охватывая большую часть Европы и Азии. На востоке он встречается в озерах бассейна Амура, речках Сахалина, в бассейнах Индигирки, Алазеи, Колымы. Из бассейна Амура завезен на Камчатку. Есть в водоемах бассейнов Лены, Ингоды, Селенги, Енисея, Оби, Иртыша. В Западной Сибири северная граница ареала заходит за Северный Полярный круг (серебряный карась отмечен в р. Полуи у Салехарда), а южная граница достигает бассейна Черного Иртыша и озер на северных склонах Алтая. На запад от Урала есть в бассейнах Урала, Волги, Днепра, Южного Буга, Днестра, Дуная. На севере европейской части России встречается в бассейнах рек Мезень, Печора, Северная Двина [7].

Предположительно, естественный ареал серебряного карася простирался на восток от Волги, что косвенно подтверждается распространением специфичного для этого вида рыб паразита — *Dactylogirus dulkeiti* Vuchowsky, 1936 [8].

С 1930-х гг. начались интенсивные работы по акклиматизации в различных регионах СССР дальневосточных видов рыб. Особенно большой размах перевозки приобрели в послевоенный период. Наряду с другими видами амурской ихтиофауны в европейскую часть страны неоднократно завозили и амурского карася [8].

Внешне амурский карась неотличим от серебряного карася, обитающего на обширных пространствах Европы и Азии, но представляет собой иную экологическую форму. Это речная рыба, приспособленная к размножению в придаточных водоемах [9].

В 1950–1960-е гг. продолжались интенсивные работы по расселению амурского карася по прудовым рыбоводным хозяйствам и озерам и в других регионах СССР. Особенно широко карася, кроме Белоруссии, расселяли по водоемам Московской области и республик Прибалтики. В это время посадочный материал амурского серебряного карася уже не завозили с Дальнего Востока, а получали в питомниках европейской части страны. Информация о многих пересадках серебряного карася не отражена в соответствующих обзорах, поскольку такие пересадки рассматривались не как акклиматизация, а как расселение в пределах естественного ареала. Серебряного карася вселяли в водохранилища Прибалтики и Белоруссии, Украины и Молдавии, Сибири и Урала, Казахстана и Средней Азии, Волго-Камского бассейна. В 1959 г. серебряный карась вселен в Кайраккумское водохранилище (Таджикистан). Посадочный материал доставлен из Каттакурганского водохранилища Узбекистана. В 1979 г. карась из Кайраккумского водохранилища был вселен в Даганасанское водохранилище [10]. В 1960-е гг. этот вид карася завезен в некоторые озера близ г. Северодвинска и в озерно-канальную систему Соловецкого архипелага [11]. Иногда его по недосмотру доставляли с другими объектами акклиматизации. Например, серебряный карась *C. auratus gibelio* случайно интродуцирован в оз. Севан в начале 1980-х гг. [12; 13]. Таким же путем он попал и в водоемы Украины [14]. Эти мероприятия привели к тому, что уже к середине 1960-х гг. амурский карась существенно нарастил свою численность в прудах и широко распространился по рыбоводным хозяйствам и заселяемым озерам, после чего началось его стихийное массовое проникновение в естественные водоемы, а затем последовал и «взрыв» численности этого вида [15].

В настоящее время распространение серебряного карася продолжается, он заселяет все новые и новые озера, реки и водохранилища. Сейчас рыбаки ловят его на удочку даже в р. Неве. Интересно, что изменились и взаимоотношения серебряного карася с близкородственным видом

— золотым карасем *C. carassius* (Linnaeus, 1758). Если ранее эти виды мирно сосуществовали во многих водоемах, то теперь на глазах происходит полное вытеснение золотого карася из тех мест, где размножился серебряный [15].

В водоемах Республики Коми этот вид карася впервые отмечен в 1951 г. Е. С. Кучиной в пойменном озере-старице Пывсяна [16–19], относящемся к бассейну р. Пывсяна (длина 12 км), притоку р. Прупт (устье Пывсяна на 103 км по левому берегу), впадающей в р. Северная Кельтма — приток верхней части среднего течения р. Вычегды. Озеро длиной 2,5 км, шириной 150 м, глубиной 3–4 м, максимальной глубиной 8 м [20]. Однако в «Списке животных, зарегистрированных на территории Коми АССР», опубликованном в 1953 г., он не значится [21]. В 1955 г. Л. Н. Соловкина обнаружила его в болотном надпойменном оз. Гычаты (Приполярье) (66°18.7' с. ш., 56°02.9' в. д.), лежащем на правом берегу р. Адзьва — правом притоке нижнего течения р. Усы, впадающей в р. Печору [22]. В бассейне р. Мезень серебряный карась впервые отловлен в 1966 г., а именно из оз. Ором-нюр-вад, расположенного в центре обширного болота на правом берегу р. Большой Лоптюги, в 3-х км от ее русла и в 50 км от ее впадения в р. Мезень [17]. Этот вид теперь постоянно упоминается в составе ихтиофауны р. Мезень [23].

Итак, первые указания на наличие серебряного карася на северо-востоке европейской части России сделаны для озер, находящихся на болотах, расположенных на местах, существовавших в Валдайское время подпрудных озер [24]. Этот факт дает основание считать этот вид рыбы представителем реликтовой ихтиофауны, также как красноперку *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758) [17; 23] и синца *Abramis (Ballerus) ballerus* (Linnaeus, 1758) [25], проникших в северные бассейны в период потепления и приспособившихся к местным условиям обитания. В силу этого во время похолодания в субатлантическом периоде адаптивные механизмы позволили некоторым их популяциям сохраниться на отдельных участках ареала [25].

В последующем серебряного карася, а именно *C. auratus gibelio*, отловили из малых пойменных озер.

В 1958–1964 гг. И. В. Екимова [26] исследовала в паразитологическом отношении этот вид карася из небольших озер в среднем и нижнем течении р. Печоры. В 1990-х гг. этот вид зарегистрирован в ряде озер в бассейне р. Печоры в окрестностях г. Ухты и г. Печоры. В 1980-х гг. В. А. Соловьев сообщил о поимке серебряного карася в бассейне р. Вычегды из озер вблизи дер. Виям (по коми протока, полой) [19]. Однако определить, что это за деревня и где она расположена, не удалось. Под таким названием в Республике Коми, похоже, нет и не было населенных пунктов [27; 28 и др.]. В 2000 г. Л. Г. Макарова обнаружила этого карася в озерах бассейна р. Локчим (левый приток р. Вычегды). В 2008 г. появились сообщения о поимке в оз. Длинное (озеро-старица на правом берегу р. Вычегды) карася серебряного, что в дальнейшем подтвердилось. В 2013 г. соотношение двух видов карася в сетевых уловах равнялось 1: 3–4 в пользу карася золотого [29]. В 1990-х гг. этот вид рыб отметили в озерах на левом берегу р. Вашки (главный приток р. Мезень) в 4-х км севернее впадения в нее р. Ертом. Определение видовой принадлежности объектов, отловленных в 1990-х и 2000-х гг., выполнены ихтиологом канд. биол. наук, доцентом Э. И. Бознаком. Все исследованные экземпляры серебряного карася оказались самками.

Итак, в озерах бассейнов рек Вычегда, Мезень и Печора обитает, по крайней мере, две группы карася серебряного. Одна — в озерах, расположенных среди болот, образовавшихся на месте нахождения древних подпрудных водоемов, вторая — карась из малых пойменных озер, часто старичного происхождения. Последняя группа *C. gibelio* расселяется, по всей видимости, используя для перемещения русла рек. Так, в оз. Длинное этот карась мог зайти только из р. Вычегды во время половодья. Отсюда, вероятно, и наличие 3-й группы серебряного карася, а именно потомков амурского карася, которые могли попасть сюда через Северо-Екатерининский канал или со стороны С. Двины.

Таким образом, исследование паразитофауны серебряного карася из бассейнов рек северо-востока европейской части России сводится к решению трех задач. Выявление состава паразитов карася из древних озер, озер, расположенных в поймах рек, и мигрирующего стада.

Цель работы — описание паразитофауны *C. gibelio* последних двух групп.

Материал и методы. Сбор материала произведен по общепринятой методике [30]. Всего вскрыли 205 экз. карася (табл. 1), помимо этого, 100 экз. рыб из оз. Длинное исследовали на наличие рачка *Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758. Материал взят из озер (табл. 2) бассейнов рек С. Двина, Мезень и Печора (см. рис.).

Число, характеристика, дата и место отлова исследованных экземпляров карася

Место сбора материала		Дата вылова рыбы	Число вскрытых рыб	Характеристика исследованных рыб		
				Возраст	Длина тела, мм	Вес тела, г
Безымянное озеро у села Усть-Кулом, Усть-Куломский р-н		12.06.2000	1	–	–	–
Оз. Длинное, Корткеросский р-н	Восточная часть	26.06.2013	33	до 6+	116.8±0.75	–
	Центральная часть	23.06.2013	35	до 4+	146.8±0.75	до 120.7
Оз. Карьерное 1, Корткеросский р-н		27.06.1999	2	2+	79.1–82.7	18.6–26.3
Оз. Карьерное 2, Корткеросский р-н		29.06.2000	10	2+	78.4–86.7	17.8–25.4
Оз. Карьерное 3, Корткеросский р-н		02.07.2002	10	2+–3+	79.0–125.4	17.9–82.5
Оз. Торфяное, Сыктывдинский р-н		28.07.2004	3	0+–1+	31.2–78.1	1.0–16.4
		18.08.2004	27	0+	19.3–45.4	0.25–3.5
		02.09.2004	30	0+	15.9–46.7	0.1–4.1
Озеро у дер. Гаврино, Великоустюгский р-н		02.07.1992	1	–	207.0	–
Оз. Дежневское, окрестности г. Ухты		23.06.1996	14	3+–4+	82.1–98.9	20.3–29.9
Оз. Безымянное (Теплое), окрестности г. Печоры		05.–08.08.1995	15	–	111.1–134.4	36.8–68.9
Оз. Каджером, Удорский р-н		20.05.–19.06.1995	5	–	124.0–154.0	49.6–98.9
Оз. Керьюты, Удорский р-н		20.05.–19.06.1995	9	–	104.0–128.0	25.9–45.7
		21.07.1996	10	4+–7+	96.0–156.0	18.2–103.1

Результаты и обсуждение. У серебряного карася из озера у сел. Усть-Кулом, оз. Длинное, из озер в окрестностях г. Ухты и г. Печоры, озер Удорского р-на паразиты отсутствовали.

У карася из водоемов бассейнов рек Сысола и Юг нашли по три вида инвадентов, озер бассейна р. Вычегды — 4 вида (табл. 3). У рыбы из оз. Карьерное-1–3 отметили три вида *Dactylogyrus* Diesing, 1850, из оз. Торфяное — только один. У карася из озер в бассейне р. Печоры нашли один вид этого рода [26], и он не совпадает с теми, что обнаружены в бассейне р. Вычегды. В целом в бассейне р. Печоры у *C. gibelio* зарегистрировано пять видов паразитов, у рыбы из озер ее среднего течения — 3, нижнего — 4. Общих видов инвадентов у этих групп карася всего два.

Интересно, что у серебряного карася в рассматриваемых водоемах не нашли специфичного для этого вида рыб паразита — *D. dulkeiti* [8], хотя у золотого карася *C. carassius* этот вид дактилогирусов обнаружен в бассейнах рек С. Двина [31] с ее главным притоком р. Вычегдой [32; 33], Печоры на всем ее протяжении [34]. Найден он и у золотого карася из оз. Длинное [35], т. е. водоема, из которого обследовали на наличие паразитов 68 экз. серебряного карася. *D. dulkeiti* не нашли у карася золотого из двух исследованных водоемов в бассейне р. Мезени [36] и двух озер в бассейне р. Вятки [31].

В бассейне р. Печоры отмечено пять видов инвадентов, в бассейне р. С. Двины — 9. В бассейне р. Вычегды зарегистрировали шесть их видов. Всего у карася из обследованных озер обнаружено 13 видов паразитов. Найдены миксоспоридии — 1 вид, моногенеи — 4, трематоды — 5, скребни — 1, раки — 2 вида (табл. 3). Из них семь видов со сложным жизненным циклом. В качестве промежуточных хозяев они используют олигохет *Oligochaeta* Grube, 1850, моллюсков *Mollusca* Linnaeus, 1758 (прудовики *Lymnaea* (Lamarck, 1799); битинии *Bithynia* Leach, 1818; шаровки *Sphaerium* Scopoli, 1777), личинок поденок *Ephemeroptera* Hyatt et Arms, 1891 и ручейников *Trichoptera* Kirby, 1813, ракушковых раков *Ostracoda* Latreille, 1802 (*Candona* Baird, 1845; *Cypria* Zenker, 1854; *Cyclocypris* Brady & Norman, 1889). Карась для представителей р. *Diplostomum* Nordmann, 1832 выступает как 2-й промежуточный хозяин, а в качестве окончательного хозяина для этих трематод служат чайковые птицы *Laridae*, 1825 и крохали *Mergus* (Linnaeus, 1758) из утиных *Anatidae* Leach, 1820 [37; 38]. Это обычные обитатели наших водоемов [39].

Характеристика водоемов

Водоем	Размеры озер, м			Грунт	Связь с рекой	Заращение
	Длина	Ширина	Глубина			
Безымянное озеро у села Усть-Кулом, Усть-Куломский р-н, Республика Коми	около 350	около 50	1.3–4.5	Ил, растительный мусор	В половодье	Около 40 %
Оз. Длинное, расположено на 17-м км выше села Корткерос на территории Биобазы СыктГУ, Корткеросский р-н, Республика Коми	317	до 21	0.5–4.2	Ил с песком, глина с песком, грубый растительный мусор. Вода темная	В половодье. Находится в 20 м от реки	Около 20–25 % зарастания
Оз. Карьерное-1, находится у села Корткерос, Корткеросский р-н, Республика Коми (до 1998 г. — песчаный карьер)	около 100	около 34	1.0–1.5	Грунт твердый, песчаный	Находится примерно в 1.5 км от реки	Водная растительность отсутствует, рыба питается искусственным кормом
Оз. Карьерное-2, находится у села Корткерос, Корткеросский р-н, Республика Коми (до 1989 г. — песчаный карьер)	около 140	около 75	0.5–3.0	Грунт твердый, песчаный	Находится примерно в 1.5 км от реки	Высшая водная растительность представлена осокой, рдестом, пузырчаткой, ряской
Оз. Карьерное-3, находится у села Корткерос, Корткеросский р-н, Республика Коми (до 1999 г. — песчаный карьер)	около 85	около 60		Грунт твердый, песчаный	Находится примерно в 1.5 км от реки	Водная растительность отсутствует, рыба питается искусственным кормом. Обитает окунь
Оз. Торфяное, находится у села Вильгорт, Сыктывдинский р-н, Республика Коми (до 1979 г. — торфяной карьер)	около 200	10–15	До 5.0	Дно торфянистое	Заливается р. Сысолой в половодье	Озеро сильно заросшее. Из высшей водной растительности отмечены ряска, рдест, рогоз, осоки, сабельник
Озеро у дер. Гаврино, Великоустюгский р-н, Вологодская обл. (бассейн р. Юг)	300	10	3.5–4.0	Ил, растительный мусор	Проточный водоем	20 %
Оз. Дежневское, относится к бассейну р. Ухты, притоку р. Ижмы. Окрестности г. Ухты, Республика Коми (до 1990-х — песчаный карьер)	46	45	до 23	Грунт твердый, песчаный	Не заливается	Растительности почти нет
Оз. Безымянное (Теплое) — расположено в среднем течении р. Печоры, по ее левому берегу в 4-х км северо-западнее г. Печоры, Республика Коми	около 1000	от 40–50 до 120	–	–	–	–
Оз. Каджером, Удорский р-н (бас. р. Ертом)	220	50–60	0.5–4.0	Ил, растительный мусор	В половодье	30–40 %
Оз. Керьюты, Удорский р-н (бас. р. Ертом)	310	60–70	0.5–8.0	Ил, растительный мусор	В половодье. Имеется пересыхающая летом протока	35–40 %

Примечание. В 2003 г. озера Карьерное-2 и Карьерное-3 соединили каналом.

Республика Коми

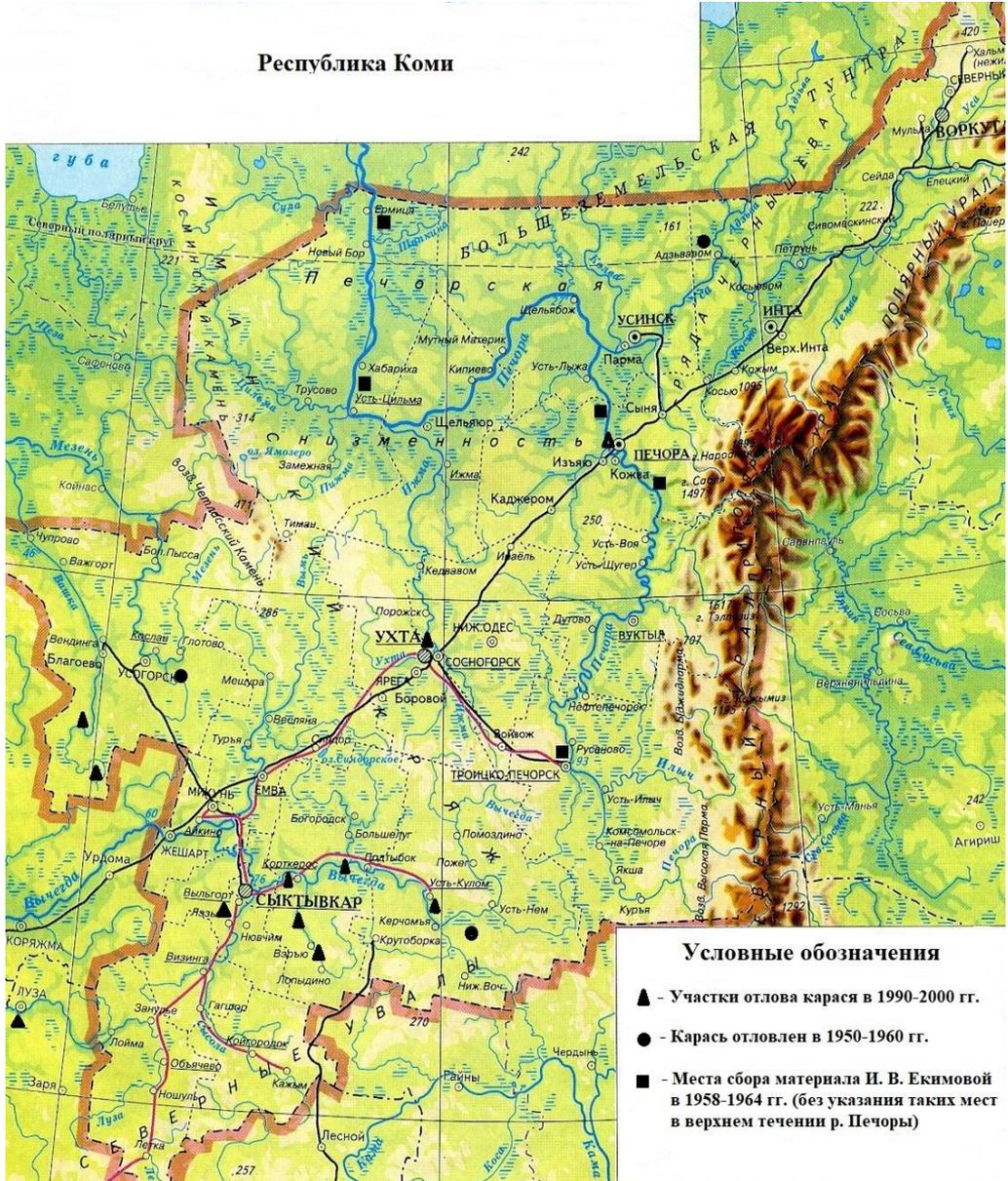


Рис. Карта-схема района сбора материала

Инвазированность паразитами серебряного карася незначительна, а их набор носит случайный характер. Похоже, два вида карася занимают весьма различающиеся экологические ниши. Обращает внимание, что *S. gibelio* чаще регистрируют в искусственных водоемах или небольших пойменных озерах. Например, таком, как оз. Длинное. Первоначально этот вид в старице дал вспышку численности [29], его одно время ловили даже на поплавочную удочку, а далее его численность стала снижаться. По отзывам рыбаков, в 2015–2016 гг. серебряный карась лишь изредка попадал в сети.

Путем естественного расселения этот карась мог попасть и в оз. Торфяное. Еще совсем недавно в отдельные годы во время весеннего половодья озеро-карьер заливалось водами р. Сысолы. В оз. Карьерное-1–3 в окрестностях села Корткерос караси обоих видов были заселены из близлежащих естественных водоемов. Однако каких, люди уже не помнят.

Изучение питания этого карася практически ничего не дало. В его кишечнике из водоемов бассейна р. Вычегды находилась, почти у всех особей, зеленая масса с песком. В одном случае найдена личинка какого-то двукрылого. В бассейне р. Печоры серебряный карась преимущественно потребляет растительную пищу [40]. И другие авторы отмечают, что пищевой ком серебряного карася практически целиком состоит из детрита и, в меньшей степени, содержит растительные и животные остатки [9; 41].

Сопоставим объем паразитофауны исследованного серебряного карася с таковой из других районов.

На юге Западной Сибири в Обь-Иртышском бассейне у серебряного карася-аборигена из оз. Кротовая Ляга нашли 13 видов паразитов, из оз. Чаны — 19. Паразитофауна амурского карася обеднена и приобретена от местных рыб [42].

У карася серебряного из водоемов бассейна р. Иртыш в пределах Омской области обнаружено только паразитических простейших 30 видов из четырех типов: Euglenozoa (Kinetoplastida), Apicomplexa (Coccidiomorph), Muxozoa и Ciliophora [43].

В Челябинской области из оз. Метличы у карася серебряного зарегистрировали 17 видов инвадентов, столько же и у обыкновенного карася [44].

В озерах Тюменской области у карася серебряного нашли 57 видов паразитов, у золотого — 56. Общих видов 45 [45].

В бассейне р. Камы у серебряного карася зарегистрировано 10 видов паразитов [46], у золотого — 18 [36].

В водоемах Латвии у серебряного карася отмечено 10 видов инвадентов, у золотого — 58 [47].

На территории Беларуси у *C. gibelio* зарегистрировано только гельминтов 14 видов [48], по другим данным — 15 [49], в том числе *D. dulkeiti*. У золотого карася здесь нашли 12 видов гельминтов [49].

В пределах Южной Палеарктики (Украина, Узбекистан, Россия, Вьетнам) у карася серебряного зарегистрировано 118 видов паразитов. В водоемах Украины отметили 43 вида инвадентов, таковых Аральского бассейна Узбекистана — 38, по югу России — 66, в прудах, реках и прибрежной акватории Вьетнама — 22 их вида [50]. Согласно другим авторам, в водоемах Юго-Восточной Азии (Вьетнам) у карася серебряного зарегистрировано 17 видов гельминтов, тогда как в реках Европейской части России, Сибири и Дальнего Востока у него паразитирует 92 вида только червей [49].

У обыкновенного карася в водоемах Украины нашли 62 вида паразитов [14].

Интересно, что у серебряного карася его специфичный вид паразита — *D. dulkeiti* — упоминается только для водоемов России [50] и Беларуси [48].

Итак, объем и состав паразитофауны карасей упомянутых двух видов различен, что отмечали уже в первых работах [51]. Паразитофауна *C. gibelio* часто беднее таковой *C. carassius*. Эту же закономерность отметили и для водоемов Республики Коми. Так, у 1-го вида из оз. Длинное и озер бассейнов рек Локчим и Мезень паразиты не обнаружены, а у 2-го их вида насчитывают 32, 20 и 10 видов соответственно [33; 35; 36]. В оз. Карьерное 1–3 и оз. Торфяное, относящихся к бассейну р. Вычегды, у серебряного карася отмечено четыре и три вида паразитов, а у золотого — 12 и 16 видов соответственно [36]. В бассейне р. Печоры у *C. gibelio* обнаружено пять видов инвадентов [26], у рыбы из озер в окрестностях г. Ухты и г. Печоры они отсутствовали, тогда как у золотого карася в том же районе зарегистрировали 24 их вида [34].

Наибольшим разнообразием отличается паразитофауна серебряного карася России, особенно в водоемах Западной Сибири и, вероятно, ее южных регионов, Украины, а севернее, в бассейнах рек Кама, Печора, Мезень, С. Двина, ее объем намного меньше. Возможно, и западнее наблюдают ту же закономерность. Паразитофауна *C. gibelio* в водоемах Беларуси [49] существенно богаче таковой карася из водоемов Латвии [47].

Относительно гельминтофауны данного вида рыб в водных экосистемах Беларуси предположили, что ее формирование идет по пути включения его в циркуляцию возбудителей гельминтозных инвазий аборигенных видов рыб. Действительно, из 15 видов гельминтов, паразитирующих здесь у серебряного карася, 10 являются характерными для нативной ихтиофауны [52]. Похоже, паразитофауна *C. gibelio* и в других районах, куда его вселили или он проник самостоятельно, формируется тем же путем.

Таблица 3

Паразитофауна карася из водоемов бассейнов рек Печора и С. Двина

Вид паразита	Бассейн реки Печоры		Бассейн реки Северной Двины						Озеро в бассейне реки Юг
	Водоемы среднего течения	Водоемы нижнего течения	Бассейн среднего течения реки Вычегды			Бассейн среднего течения реки Сысолы			
			Оз. Карьерное-1	Оз. Карьерное-2	Оз. Карьерное-3	Оз. Торфяное			
	1958–1959	1958–1959	27.06.1999	29.06.2000	02.07.2002	28.07.2004	18.08.2004	02.09.2004	
n=5	n=5	n=2	n=10	n=10	n=3	n=27	n=30	n=1	
<i>Myxidium rhodei</i> Léger, 1905	–	–	–	1(2)	–	–	–	–	–
<i>Dactylogyrus intermedius</i> Wegener, 1910	3(16–30)	4(90–160)	–	–	–	–	–	–	–
<i>D. formosus</i> Kulwiec, 1927	–	–	2(4–21)	10(5–46)	10(33–142)	–	–	–	–
<i>D. anchoratus</i> (Dujardin, 1845)	–	–	–	10(1–21)	10(20–156)	1(4)	1(2)	–	–
<i>D. wegneri</i> Kulwiec, 1927	–	–	1(6)	–	–	–	–	–	–
<i>Sanguinicola intermedia</i> Ejsmont, 1926	–	1(2)	–	–	–	–	–	–	–
<i>Allocreadium isoporum</i> (Looss, 1894)	1(6)	–	–	–	–	–	–	–	1(8)
<i>A. transversale</i> (Rudolphi, 1802)	1(54)	2(50–67)	–	–	–	–	–	–	–
<i>Diplostomum spathaceum</i> (Rudolphi, 1819) s. str. mc (syn. <i>Diplostomum paracaudum</i> Iles, 1959 mc)	–	–	–	–	–	1(2)	4(1–2)	8(1–3)	–
<i>D. mergi</i> Dubois, 1932 mc	–	–	–	–	–	–	–	–	1(1)
<i>Neoechinorhynchus rutili</i> (Müller, 1780) Stiles et Hassal, 1905	–	1(5)	–	–	–	–	–	–	–
<i>Ergasilus briani</i> Markewitsch, 1932	–	–	–	–	–	–	3(1)	–	–
<i>E. sieboldi</i> Nordmann, 1832	–	–	–	–	–	–	–	–	1(1)
Итого видов:	3	4	2	3	2	2	3	1	3
	5		4			3			
			6			9			
	13								

Примечание. Столбцы 2 и 3 составлены по [26].

В исследуемых бассейнах серебряный карась, отловленный для вскрытия на наличие паразитов, занимает специфические местообитания, в которых других представителей местной ихтиофауны либо нет, либо присутствуют обыкновенный карась и, в бассейне р. Печоры, озерный голянь *Rhynchocyprus percunurus* (Pallas, 1814) (syn. *Phoxinus percunurus* (Pallas, 1814)). В этих водоемах иногда бывает молодь других видов рыб и единичные особи окуня *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758, щуки *Esox lucius* Linnaeus, 1758 и плотвы *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), как, например, в оз. Длинное. На приобретение им паразитов существенной роли не может оказать и состав его рациона. Учитывая, что в рассматриваемых бассейнах серебряный карась обитает в небольших озерцах, редко посещаемых рыбающими птицами, то соответствующих паразитов ему получить, за редким исключением, не удастся.

Интересно, что в водоемах, где одновременно обитают оба вида карася, *C. gibelio* не приобретает паразитов, имеющихся у *C. carassius*, в том числе считающегося его специфичным инвадентом *D. dulkeiti*, и рачка *L. cyprinacea*, что указывается как возбудитель лернеоза в том числе и у серебряного карася [53]. Этот факт требует дополнительного рассмотрения.

Загадкой является и серебряный карась из озер, находящихся на болотах — остатках подпружных озер, существовавших в Валдайское время [24]. Вполне возможно, что он является представителем реликтовой ихтиофауны. Тем более что возможность миграции серебряного карася из Сибири в западном направлении получила подкрепление благодаря работе М. В. Винарского (2014, цит. по [54]), доказавшего существование южного «коридора», соединявшего юг Восточной Европы и юго-запад Западной Сибири через водотоки Южного Урала и южного Зауралья.

Итак, паразитофауна серебряного карася из водоемов северо-востока европейской части России обеднена и включает всего 13 видов паразитов (микроспоридии — 1 вид, моногенеи — 4, трематоды — 5, скребни — 1, раки — 2 вида). Из них семь видов со сложным жизненным циклом. Сам карась на этой территории, возможно, представлен тремя группами, имеющими разное происхождение.

Список источников

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/Серебряный_карась (дата обращения: 06.08.2023).
2. Богуцкая Н. Г., Насека А. М. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 389 с.
3. Лебедев В. Д., Спановская В. Д. Серебряный карась (*C. auratus*) // Жизнь животных. Т. 4. Ланцетники. Круглоротые. Хрящевые рыбы. Костные рыбы. М.: Просвещение, 1983. С. 265–266.
4. Никольский Г. В. Частная ихтиология : учебник для вузов по специальности «Ихтиология». 3-е изд., испр. и доп. М.: Высшая школа, 1971. 472 с.
5. Самые опасные инвазионные виды России (топ-100) / под ред. Ю. Ю. Дгебуадзе, В. Ш. Петросян, Л. А. Хляп. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2018. 688 с.
6. Суворов Е. К. Основы ихтиологии. М.: Государственное издательство «Советская наука», 1948. 579 с.
7. Цепкин Е. А. *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) — серебряный карась // Атлас пресноводных рыб России : в 2 т. / под ред. Ю. С. Решетникова. М.: Наука, 2003. Т. 1. С. 221–223.
8. Петрушевский Г. К., Бауер О. Н. Влияние акклиматизации рыб на паразитофауну // Известия ВНИОРХ. 1953. Т. 32. С. 259–272.
9. Никольский Г. В. Рыбы бассейна Амура. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 551 с.
10. Каримов С. Б. Паразиты рыб Ферганской долины : дис. ... д-ра биол. наук. Худжанд, 2007. 218 с.
11. Новоселов А. П. О редких видах рыб в пресноводных водоемах Архангельской области // Актуальные проблемы сохранения биоразнообразия в регионах Российской Федерации. Красная книга как объект государственной экологической экспертизы : материалы межрегион. науч.-практ. конф. (Пермь, 27–29 октября 2015 г.) / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2015. С. 138–141.
12. Габриелян Б. К. Ихтиофауна озера Севан в различные периоды понижения его уровня : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Ереван, 2006. 31 с.
13. Воропаева Е. Л., Толстенков О. О., Оганесян Р. Л. Видовое разнообразие паразитов рыб озера Севан (Армения) // Российский паразитологический журнал. 2011. № 4. С. 14–26.
14. Давыдов О. Н., Куровская Л. Я., Лысенко В. Н., Неборачек С. И. Видовое разнообразие паразитов рыб, непреднамеренно интродуцированных в водоемы Украины // Збірник праць Зоологічного музею. 2011. № 42. С. 3–12.

15. Подушка С. Б. О причинах вспышки численности серебряного карася // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. 2004. № 8. С. 5–15.
16. Зверева О. С., Кучина Е. С., Соловкина Л. Н. Рыбные богатства Коми АССР и пути их освоения. Сыктывкар: Коми книжн. изд-во, 1955. 106 с.
17. Соловкина Л. Н. О находках серебряного карася [*Carassius auratus gibelio* (Bloch)] и красноперки [*Scardinius erythrophthalmus* (L.)] на Европейском Северо-Востоке СССР // Вопросы ихтиологии. 1969. Т. 9. Вып. 5 (58). С. 945–948.
18. Соловкина Л. Н. Рыбные ресурсы Коми АССР. Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1975. 168 с.
19. <https://gur-fisher.narod.ru/Ihteologia/statti/Karsss.htm> (дата обращения: 20.08.2023).
20. Зверева О. С. Особенности биологии главных рек Коми АССР в связи с историей их формирования. Л.: Наука, 1969. 280 с.
21. Остроумов Н. А. Особенности фауны // Производительные силы Коми АССР. М.: Изд-во АН СССР, 1953. Т. 3. Ч. 2. С. 9–19.
22. Соловкина Л. Н. Рыбы среднего и нижнего течения р. Усы // Рыбы бассейна реки Усы и их кормовые ресурсы. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 88–135.
23. Захаров А., Мацук М. Рыбы и рыбный промысел на реке Мезень: исторические аспекты // Вестник Института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. 2015. № 5. С. 34–41.
24. Доровских Г. Н. Зоогеография паразитов рыб главных рек Северо-Востока Европы : монография. Сыктывкар: Изд-во Сыктывкарского ун-та, 2011. 142 с.
25. Новоселов А. П. Природно-исторические аспекты формирования пресноводной ихтиофауны Европейского Северо-Востока России // Проблемы изучения и охраны животного мира на Севере : материалы докладов Всероссийской науч. конф. с международным участием (Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 16–20 ноября 2009 г.). Сыктывкар: Коми научный центр УрО РАН, 2009. С. 291–294.
26. Екимова И. В. Паразитофауна рыб реки Печоры : дис. ... канд. биол. наук. Тюмень, 1971. 268 с.
27. Туркин А. И. Топонимический словарь Коми АССР. Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1986. 144 с.
28. Населённые пункты Республики Коми по алфавиту | это... Что такое Населённые пункты Республики Коми по алфавиту? (academic.ru). URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/663102?ysclid=lljs48bjke881082775> (дата обращения: 22.08.2023).
29. Доровских Г. Н. 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 4 // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология. Геология. Химия. Экология. 2021. Вып. 1 (17). С. 7–26.
30. Быховская-Павловская И. Е. Паразиты рыб : руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.
31. Доровских Г. Н. Паразитофауна карася *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) из озер бассейнов рек Северная Двина и Вятка // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. 2023. Вып. 2 (26). С. 79–91. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-2-79>.
32. Доровских Г. Н. Паразитофауна карася *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) из озер бассейна реки Вычегды // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. 2023. Вып. 3 (27). С. 20–30. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-3-20>.
33. Доровских Г. Н. Паразитофауна карася *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) из озер бассейна реки Локчим (бассейн р. С. Двины) // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. 2023. Вып. 3 (27). С. 30–38. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-3-30>.
34. Доровских Г. Н. Паразитофауна карася *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) из озер бассейна реки Печоры // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. 2023. Вып. 4 (28). С. 6–17. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-4-6>.
35. Доровских Г. Н. Паразитофауна карася *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) из озера Длинное (бассейн среднего течения реки Вычегды) // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. 2023. Вып. 4 (28). С. 18–34. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-4-18>.
36. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Паразитофауна карповых рыб Cyprinidae Bonaparte, 1832 из водоемов северо-востока европейской части России : монография. Сыктывкар: Изд-во Сыктывкарского ун-та, 2011. 186 с.
37. Пугачев О. Н. Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии. Трематоды // СПб. Тр. ЗИН РАН. 2003 Т. 298. 224 с.
38. Пугачев О. Н. Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии. Нематоды, скребни, пиявки, моллюски, ракообразные, клещи // СПб. Тр. ЗИН РАН. 2004. Т. 304. 250 с.

39. Петров О. В., Попова Э. И., Новикова Е. А. и др. Список видов беспозвоночных животных Биостанции СГУ и ее окрестностей : метод. указания. Сыктывкар: Изд-во Сыктывкарского госуниверситета, 1987. 24 с.
40. Новосёлов А. П. Видовое и экологическое разнообразие ихтиофауны бассейна р. Печоры // Биология внутренних вод. 2021. № 3. С. 261–270. DOI: 10.31857/S0320965221030116.
41. Михеев В. А. Экология серебряного карася *Carassius auratus gibelio* Bloch центральной части Куйбышевского водохранилища : дис. ... канд. биол. наук. Ульяновск, 2006. 157 с.
42. Соусь С. М., Бабуева Р. В., Зайцев В. Ф., Малышев Ю. Ф. Биолого-паразитологическая характеристика амурского серебряного карася *Carassius auratus gibelio* в водоемах юга Западной Сибири // Биоразнообразие экосистем Внутренней Азии : тезисы докладов Всероссийской конференции. Улан-Удэ, 2006. С. 179–180.
43. Губанов Е. Е. Паразитические простейшие карася серебряного (*Carassius auratus gibelio* Bloch) из водоемов бассейна реки Иртыш в пределах Омской области : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Омск, 2009. 21 с.
44. Ручьева Г. И. О видовом составе возбудителей инвазионных заболеваний и степени заражения ими карася озера Метличье // Экология гидробионтов водоемов Западного Урала. Челябинск, 1988. С. 170–179.
45. Размашкин Д. А., Ширшов В. Я., Осипов А. С. Паразитофауна карася серебряного и карася золотого озер Тюменской области // Болезни и паразиты рыб водоемов Западной Сибири : сборник научных трудов ГосНИОРХ 1984. Вып. 226. С. 36–49, 91.
46. Кашковский В. В. Материалы по паразитофауне рыб Верхней Камы // Тр. Уральск. отд. СибНИИРХ. Свердловск, 1971. Т. 8. С. 205–214.
47. Кирюшина М., Висманис К. Паразиты пресноводных и морских рыб Латвии : систематический каталог. Научные тетради. СПб: ФГНУ ГосНИОРХ, 2004. Вып. 8. 100 с.
48. Бычкова Е. И., Якович М. М., Дегтярик С. М. Чужеродные виды гельминтов *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) в водоемах национального парка «Нарочанский» (Республика Беларусь) // Труды Мордовского государственного природного заповедника имени П. Г. Смидовича. 2022. Вып. 31. С. 99–107. <https://dx.doi.org/10.24412/cl-31646-2686-7117-2022-31-99-107>.
49. Бычкова Е. И. Гельминтофауна серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) водных экосистем Беларуси // Экологический вестник. 2014. № 2 (28). С. 85–91.
50. Давыдов О. Н., Лысенко В. Н., Куровская Л. Я., Неборачек С. И. Анализ видового разнообразия паразитов карася серебряного южной Палеарктики // Рибогосподарська наука України. 2012. № 3. С. 63–72.
51. Миронченко О. А. Паразитофауна золотого (*Carassius carassius* (L.) и серебряного карася (*Carassius auratus gibelio* Bloch) оз. Зайсана и р. Черного Иртыша // Учен. зап. Пермского гос. ун-та. 1938. Т. 3. Вып. 2. С. 277–282.
52. Бычкова Е. И. Формирование гельминтофауны инвазивного вида рыб серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) в водоемах Беларуси // Доклады Национальной академии наук Беларуси. 2013. Т. 57. № 6. С. 82–84.
53. Бауер О. Н., Мусселиус В. А., Стрелков Ю. А. Болезни прудовых рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 319 с.
54. Махров А. А., Винарский М. В., Гофаров М. Ю. и др. Фаунистические обмены между бассейнами Северного Ледовитого океана и Каспия: история и современные процессы // Зоологический журнал. 2020. Т. 99. № 10. С. 1124–1139.

References

- https://ru.wikipedia.org/wiki/Serebryanyj_karas' (accessed: 06.08.2023). (In Russ.)
- Boguckaya N. G., Naseka A. M. *Katalog beschelyustnyh i ryb presnyh i solonovatyh vod Rossii s nomenklaturnymi i taksonomicheskimi kommentariyami* [Catalog of jawless and fishes of fresh and brackish waters of Russia with nomenclatural and taxonomic comments]. Moscow: Tovarishestvo nauchnyh izdaniy KMK, 2004. 389 p. (In Russ.)
- Lebedev V. D., Spanovskaya V. D. Silver carp (*C. auratus*). *ZHizn' zhivotnyh. Tom. 4. Lancetniki. Krugloroty. Hryashchevye ryby. Kostnye ryby* [Animal life. Vol. 4. Lancelets. Cyclostomes. Cartilaginous fish. Bone fish]. Moscow: Prosveshchenie, 1983. Pp. 265–266. (In Russ.)
- Nikol'skij G. V. *CHastnaya ihtiologiya* [Private ichthyology]. Ed. 3rd, rev. and additional Textbook for universities in the specialty "Ichthyology". Moscow: Vysshaya shkola, 1971. 472 p. (In Russ.)
- Samye opasnye invazionnye vidy Rossii (top-100)* [The most dangerous invasive species in Russia (top 100)]. Ed. YU. YU. Dgebuadze, V. SH. Petrosyan, L. A. Hlyap. Moscow: Tovarishestvo nauchnyh izdaniy KMK, 2018. 688 p. (In Russ.)

6. Suvorov E. K. *Osnovy ihtiologii* [Fundamentals of ichthyology]. Moscow: State Publishing House "Soviet Science", 1948. 579 p. (In Russ.)
7. Cepkin E. A. *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) — goldfish. *Atlas presnovodnyh ryb Rossii : v 2 t. Tom 1* [Atlas of freshwater fish of Russia : in 2 vols. Vol. 1.]. Ed. YU. S. Reshetnikova. Moscow: Nauka, 2003. Pp. 221–223. (In Russ.)
8. Petrushevskij G. K., Bauer O. N. Influence of fish acclimatization on parasite fauna. *Izvestiya VNIORH [News VNIORH]*. 1953. Vol. 32. Pp. 259–272. (In Russ.)
9. Nikol'skij G. V. *Ryby bassejna Amura* [Fishes of the Amur basin]. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1956. 551 p. (In Russ.)
10. Karimov S. B. *Parazity ryb Ferganskoj doliny* [Fish parasites of the Ferghana Valley] : Dissertation ... doctor of biol. sciences. Hudzhant, 2007. 218 p. (In Russ.)
11. Novoselov A. P. On rare fish species in freshwater reservoirs of the Arkhangelsk region. *Aktual'nye problemy sohraneniya bioraznoobraziya v regionah Rossijskoj Federacii. Krasnaya kniga kak ob'ekt gosudarstvennoj ekologicheskoy ekspertizy : materialy mezhtregion. nauch.-prakt. konf. (Perm', 27–29 oktyabrya 2015 g.)* [Actual problems of biodiversity conservation in the regions of the Russian Federation. Red Data Book as an object of state ecological expertise: Proceedings of the interregional. scientific-practical. conf. (Perm, October 27–29, 2015)] / Perm. state nat. research un-t. Perm', 2015. Pp. 138–141. (In Russ.)
12. Gabrielyan B. K. *Ihtiofauna ozera Sevan v razlichnye periody ponizheniya ego urovnya* [The ichthyofauna of Lake Sevan in various periods of lowering its level] : Ph. D. Dissertation ... doctor of biol. sciences. Erevan, 2006. 31 p. (In Russ.)
13. Voropaeva E. L., Tolstenkov O. O., Oganessian R. L. Species diversity of fish parasites of Lake Sevan (Armenia). *Rossijskij parazitologicheskij zhurnal* [Russian Journal of Parasitology]. 2011. No 4. Pp. 14–26. (In Russ.)
14. Davydov O. N., Kurovskaya L. YA., Lysenko V. N., Neborachek S. I. Species diversity of fish parasites unintentionally introduced into water bodies of Ukraine. *Zbirnik prac' Zoologichnogo muzeyu* [Collection of the Zoological Museum]. 2011. No 42. Pp. 3–12. (In Russ.)
15. Podushka S. B. On the causes of the outbreak of the number of silver carp. *Nauchno-tehnicheskij byulleten' laboratorii ihtiologii INENKO* [Scientific and technical bulletin of the laboratory of ichthyology INENKO]. 2004. No 8. Pp. 5–15. (In Russ.)
16. Zvereva O. S., Kuchina E. S., Solovkina L. N. *Rybnye bogatstva Komi ASSR i puti ih osvoeniya* [Fish resources of the Komi ASSR and ways of their development]. Syktyvkar: Komi book publishing house, 1955. 106 p. (In Russ.)
17. Solovkina L. N. About finds of silver carp [*Carassius auratus gibelio* (Bloch)] and rudd [*Scardinius erythrophthalmus* (L.)] in the European North-East of the USSR. *Voprosy ihtiologii* [Journal of Ichthyology]. 1969. Vol. 9. Iss. 5 (58). Pp. 945–948. (In Russ.)
18. Solovkina L. N. *Rybnye resursy Komi ASSR* [Fish resources of the Komi ASSR]. Syktyvkar: Komi book publishing house, 1975. 168 p. (In Russ.)
19. <https://gur-fisher.narod.ru/Ihteologia/statti/Karss.htm> (accessed: 20.08.2023) (In Russ.)
20. Zvereva O. S. *Osobennosti biologii glavnyh rek Komi ASSR v svyazi s istoriej ih formirovaniya* [Features of the biology of the main rivers of the Komi ASSR in connection with the history of their formation]. Leningrad: Nauka, 1969. 280 p. (In Russ.)
21. Ostroumov N. A. Features of the fauna. *Proizvoditel'nye sily Komi ASSR* [Productive forces of the Komi ASSR]. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1953. Vol. 3. Part 2. Pp. 9–19. (In Russ.)
22. Solovkina L. N. Fish of the middle and lower reaches of the river Usy. *Ryby bassejna reki Usy i ih kormovye resursy* [Fishes of the Usy river basin and their food resources]. Moscow; Leningrad: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1962. Pp. 88–135. (In Russ.)
23. Zaharov A., Macuk M. Fish and fishing on the Mezen River: historical aspects. *Vestnik Instituta Biologii Komi nauchnogo centra Ural'skogo otdeleniya RAN* [Bulletin of the Institute of Biology, Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences]. 2015. No 5. Pp. 34–41. (In Russ.)
24. Dorovskih G. N. *Zoogeografiya parazitov ryb glavnyh rek Severo-Vostoka Evropy* [Zoogeography of fish parasites in the main rivers of the North-East of Europe] : monograph. Syktyvkar: Publishing House of Syktyvkar University, 2011. 142 p. (In Russ.)
25. Novoselov A. P. Natural and historical aspects of the formation of freshwater ichthyofauna of the European North-East of Russia. *Problemy izucheniya i ohrany zhivotnogo mira na Severe : materialy dokladov Vserossijskoj nauch. konf. s mezhdunarodnym uchastiem (Syktyvkar, Respublika Komi, Rossiya, 16–20 noyabrya 2009 g.)* [Problems of studying and protecting wildlife in the North: Proceedings of the All-Russian Scientific Conference with International Participation (Syktyvkar, Komi Republic, Russia, November 16–20, 2009)]. Syktyvkar: Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2009. Pp. 291–294. (In Russ.)

26. Ekimova I. V. *Parazitofauna ryb reki Pechory* [Parasitic fauna of fishes of the Pechora River] : dis. ... cand. biol. sciences. Tyumen, 1971. 268 p. (In Russ.)
27. Turkin A. I. *Toponimicheskij slovar' Komi ASSR* [Toponymic Dictionary of the Komi ASSR]. Syktyvkar: Komi book publishing house, 1986. 144 p. (In Russ.)
28. *Naselyonnye punkty Respubliki Komi po alfavitu | eto... CHto takoe Naselyonnye punkty Respubliki Komi po alfavitu?* [Settlements of the Komi Republic in alphabetical order | this is... What is the Settlements of the Komi Republic in alphabetical order?] (academic.ru). Available at: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/663102?ysclid=lljs48bjke881082775> (accessed: 22.08.2023). (In Russ.)
29. 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: Lernaecidae Cobbold, 1879) from Dlinnoye lake and in the middle course of the Vychegda river in 1979–2016 years. Part 4. *Vestnik Syktyvkar'skogo universiteta. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology]. 2021. Iss. 1 (17). Pp. 7–26. (In Russ.)
30. Byhovskaya-Pavlovskaya I. E. *Parazity ryb. Rukovodstvo po izucheniyu* [Parasites of fish. Study Guide]. Leningrad: Nauka, 1985. 122 p. (In Russ.)
31. Dorovskikh G. N. Parasite fauna of crucian carp *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) from lakes of the Northern Dvina and Vyatka river basins. *Vestnik Syktyvkar'skogo universiteta. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology]. 2023. Iss. 2 (26). Pp. 79–91. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2>. (In Russ.)
32. Dorovskikh G. N. Parasite fauna of the crucian carp *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) from the lakes of the Vychegda river basins. *Vestnik Syktyvkar'skogo universiteta. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology]. 2023. Iss. 3 (27). Pp. 20–30. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-3-20>. (In Russ.)
33. Dorovskikh G. N. Parasite fauna of crucian carp *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) from the lakes of the Lokchim river basin (N. Dvina river basin). *Vestnik Syktyvkar'skogo universiteta Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology]. 2023. Iss. 3 (27). Pp. 30–38. (In Russ.). <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-3-30>
34. Dorovskikh G. N. Parasite fauna of crucian carp *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) from lakes of the Pechora river basin. *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, 2023. Iss. 4 (28). Pp. 6–17. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-4-6>. (In Russ.)
35. Dorovskikh G. N. Parasite fauna of crucian carp *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) from Lake Dlinnoye (basin of the middle course 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, 2023. Iss. 4 (28). Pp. 18–34. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-4-18>. (In Russ.)
36. Dorovskikh G. N., Stepanov V. G. *Parazitofauna karpovyh ryb Cyprinidae Bonaparte, 1832 iz vodoemov severo-vostoka evropejskoj chasti Rossii* [Parasitofauna of cyprinids Cyprinidae Bonaparte, 1832 from water bodies of the north-east of the European part of Russia] : monograph. Syktyvkar: Publishing House of Syktyvkar University, 2011. 186 p. (In Russ.)
37. Pugachev O. N. *Katalog parazitov presnovodnyh ryb Severnoj Azii. Trematody* [Catalog of parasites of freshwater fish of North Asia. Trematode]. Saint Petersburg: Publishing House of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, 2003. 224 p. (Proceedings of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences. Vol. 298). (In Russ.)
38. Pugachev O. N. *Katalog parazitov presnovodnyh ryb Severnoj Azii. Nematody, skrebni, piyavki, mol'yuski, rakoobraznye, kleshchi* [Catalog of parasites of freshwater fish of North Asia. Nematodes, scrapers, leeches, mollusks, crustaceans, ticks.]. Saint Petersburg: Publishing House of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, 2004. 250 p. (Proceedings of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences. Vol. 304). (In Russ.)
39. Petrov O. V., Popova E. I., Novikova E. A. et al. *Spisok vidov bespozvonochnyh zhivotnyh Biostancii SGU i ee okrestnostej : metod. ukazaniya* [List of invertebrate animal species of the SSU Biostation and its surroundings (guidelines)]. Syktyvkar: Syktyvkar State University Publishing House, 1987. 24 p. (In Russ.)
40. Novosyolov A. P. Species and ecological diversity of the ichthyofauna of the basin of the river. Pechory. *Biologiya vnutrennih vod* [Inland Waters Biology]. 2021. No 3. Pp. 261–270. DOI: 10.31857/S0320965221030116. (In Russ.)

41. Miheev V. A. *Ekologiya serebryanogo karasya Carassius auratus gibelio Bloch central'noj chasti Kujbyshevskogo vodohranilishcha* [Ecology of the silver carp *Carassius auratus gibelio* Bloch in the central part of the Kuibyshev reservoir] : dis. ... cand. biol. sciences. Ul'yanovsk, 2006. 157 p. (In Russ.)
42. Sous' S. M., Babueva R. V., Zajcev V. F., Malyshev YU. F. Biological and parasitological characteristics of the Amur silver carp *Carassius auratus gibelio* in water bodies of the south of Western Siberia. *Bioraznობრძე ეკოსისტემ Vnutrennej Azii: Tezisy dokladov Vserossijskoj konferencii* [Biodiversity of ecosystems of Inner Asia: Abstracts of the All-Russian Conference]. Ulan-Ude, 2006. Pp. 179–180. (In Russ.)
43. Gubanov E. E. *Paraziticheskie prostejšhie karasya serebryanogo (Carassius auratus gibelio Bloch) iz vodoemov bassejna reki Irtysh v predelah Omskoj oblasti* [Parasitic protozoa of silver carp (*Carassius auratus gibelio* Bloch) from water bodies of the Irtysh river basin within the Omsk region] : dissertation abstract ... cand. biol. sciences. Omsk, 2009. 21 p. (In Russ.)
44. Ruch'eva G. I. On the species composition of pathogens of invasive diseases and the degree of infection by them of the crucian carp of Lake Metliche. *Ekologiya gidrobiontov vodoemov Zapadnogo Urala* [Ecology of hydrobionts of water bodies of the Western Urals]. Chelyabinsk, 1988. Pp. 170–179. (In Russ.)
45. Razmashkin D. A., Shirshov V. YA., Osipov A. S. Parasitofauna of silver carp and goldfish of the lakes of the Tyumen region. *Sbornik nauchnyh trudov GosNIORH «Bolezni i parazity ryb vodoemov Zapadnoj Sibiri»* [Collection of scientific papers of the State Scientific Research Institute of Organic Chemistry "Diseases and parasites of fish in reservoirs of Western Siberia"]. 1984. Iss. 226. Pp. 36–49, 91. (In Russ.)
46. Kashkovskij V. V. Materials on the parasite fauna of fish of the Upper Камаѡ. *Tr. Ural'sk. Otd. SibNIIRH* [Proceedings of the Ural Branch of SibNIIRKh]. Sverdlovsk, 1971. Vol. 8. Pp. 205–214. (In Russ.)
47. Kiryushina M., Vismanis K. *Parazity presnovodnyh i morskijh ryb Latvii. Sistematicheskij katalog. Nauchnye tetradi* [Parasites of freshwater and marine fish in Latvia. Systematic catalog. Science notebooks]. Saint Petersburg: FGUN GosNIORH, 2004. Iss. 8. 100 p. (In Russ.)
48. Bychkova E. I., Yakovich M. M., Degtyarik S. M. Alien species of helminths *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in the reservoirs of the National Park "Narochansky" (Republic of Belarus). *Trudy Mordovskogo gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika imeni P. G. Smidovicha* [Proceedings of the Mordovian State Natural Reserve named after P. G. Smidovich]. 2022. Iss. 31. Pp. 99–107. <https://dx.doi.org/10.24412/cl-31646-2686-7117-2022-31-99-107>. (In Russ.)
49. Bychkova E. I. Helminth fauna of the silver carp *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) in water ecosystems of Belarus. *Ekologicheskij vestnik* [Ecological Bulletin]. 2014. No 2 (28). Pp. 85–91. (In Russ.)
50. Davydov O. N., Lysenko V. N., Kurovskaya L. YA., Neborachek S. I. Analysis of the species diversity of parasites of the silver carp of the southern Palearctic. *Ribogospodars'ka nauka Ukraїni* [Fishery science of Ukraine]. 2012. No 3. Pp. 63–72. (In Russ.)
51. Mironchenko O. A. Parasite fauna of goldfish (*Carassius carassius* (L.) and silver carp (*Carassius auratus gibelio* Bloch) of Lake Zaysan and the Black Irtysh River. *Uchenyye Zapiski Permskogo gosudarstvennogo universiteta* [Scholars Notes of Perm State University]. 1938. Vol. 3. Iss. 2. Pp. 277–282. (In Russ.)
52. Bychkova E. I. Formation of the helminth fauna of the invasive fish species *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) in the water bodies of Belarus. *Doklady Nacional'noj akademii nauk Belarusi* [Reports of the National Academy of Sciences of Belarus]. 2013. Vol. 57. No 6. Pp. 82–84. (In Russ.)
53. Bauer O. N., Musselius V. A., Strelkov YU. A. *Bolezni prudoveryh ryb* [Diseases of pond fish]. Moscow: *Legkaya i pishchevaya promyshlennost'* [Light and food industry], 1981. 319 p. (In Russ.)
54. Mahrov A. A., Vinarskij M. V., Gofarov M. YU. et al. Faunal exchanges between the basins of the Arctic Ocean and the Caspian Sea: history and modern processes. *Zoologicheskij zhurnal* [Journal of Zoology]. 2020. Vol. 99. No 10. Pp. 1124–1139. (In Russ.)

Информация об авторе

Доровских Геннадий Николаевич, доктор биологических наук, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и физической культуры, Researcher ID: B-3209-2014, Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина (Сыктывкар, Россия, 167001. Октябрьский пр., 55)

Information about the author

Gennady N. Dorovskikh, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Life Safety and Physical Education, Researcher ID: B-3209-2014, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University (55, Oktyabrsky prosp., Syktyvkar, 167000, Russia)

Статья поступила в редакцию / The article was submitted	29.08.2023
Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing	24.09.2023
Принята к публикации / Accepted for publication	29.09.2023

Паразитофауна карася *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) разного возраста из водоемов бассейна реки Вычегды

Геннадий Николаевич Доровских

Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина,

Сыктывкар, Россия,

dorovskg@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7502-8989>

Аннотация. Всего у карася из обследованных озер зарегистрировали 25 видов паразитов. Найдены миксоспоридии — 7 видов; инфузории — 1; моногенеи — 6; ленточные черви — 1; трематоды — 6; круглые черви — 2; раки — 2 вида.

У карася второго года жизни (1+) нашли 15 видов паразитов: миксоспоридии — 3 вида, инфузории — 1, моногенеи — 5, трематоды, нематоды и раки по 2 вида. Рыба третьего года жизни (2+) поражена 10-тью видами инвадентов. Это 4 вида миксоспоридий, 5 — моногеней, 1 вид круглых червей. У карася четвертого года жизни (3+) отметили 18 видов паразитов: миксоспоридии — 4 вида, моногенеи — 6, цестоды — 1, трематоды — 5, нематоды — 1 вид.

С возрастом хозяина растет зараженность рыбы моногенейми. В то же время какой-либо закономерности в формировании фауны паразитов со сложным жизненным циклом с возрастом карася не отмечено. Видимо, это объясняется слабым развитием в искусственных водоемах планктона и бентоса.

У рыбы из оз. Торфяное, которое во время половодья иногда соединяется с р. Сысолой, с возрастом карася отмечен рост разнообразия его паразитофауны за счет метацеркарий трематод *P. ovatus* и *D. ragsaidum*, нематоды *P. sanguinea*. Первые два вида говорят о посещении этого водоема рыбадыными птицами, чайками и крачками. В небольшом числе встречен *Phyllodistomum folium* (Olfers, 1926), что подтверждает попадание в этот водоем цуки — облигатного хозяина этой двуустки.

Ключевые слова: карась, *Carassius carassius*, паразит, паразитофауна, бассейн реки Вычегды, бассейн реки Северной Двины

Для цитирования: Доровских Г. Н. Паразитофауна карася *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) разного возраста из водоемов бассейна реки Вычегды // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Естественные науки. Медицина. 2024. № 1. С. 19–28. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-19>

Parasite fauna of crucian carp *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) of different ages from water bodies of the Vychegda River basin

Gennady N. Dorovskikh

Pitirim Sorokin Syktyvkar State University,

Syktyvkar, Russia,

dorovskg@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7502-8989>

Abstract. A total of 25 species of parasites were recorded in crucian carp from the surveyed lakes. Myxosporidiums were found — 7 species; ciliates — 1; monogenea — 6; tapeworms — 1; trematodes — 6; roundworms — 2; crayfish — 2 types.

In crucian carp of the second year of life (1+), 15 species of parasites were found: myxosporidium — 3 species, ciliates — 1, monogenea — 5, trematodes, nematodes and crayfish, 2 species each. Fish of the third year of life (2+) are affected by 10 species of invaders. These are 4 species of myxosporidium, 5 — monogeneans, 1 species of roundworms. In crucian carp of the fourth year of life (3+), 18 species of parasites were noted: myxosporidium — 4 species, monogenea — 6, cestodes — 1, trematodes — 5, nematodes — 1 species.

With the age of the host, the infestation of fish with monogeneans increases. At the same time, no pattern was noted in the formation of a parasite fauna with a complex life cycle with the age of crucian carp. Apparently, this is explained by the weak development of plankton and benthos in artificial reservoirs.

In fish from the lake. Peat, which sometimes connects with the river during floods. Sysola noted an increase in the diversity of its parasitic fauna with the age of crucian carp due to metacercariae of the trematodes *P. ovatus* and *D. paracaudum*, and the nematode *P. sanguinea*. The first two species indicate that this reservoir is visited by fish-eating birds, gulls and terns. *Phyllodistomum folium* (Olfers, 1926) was found in small numbers, which confirms the entry of pike, the obligate host of this fluke, into this reservoir.

Keywords: crucian carp, *Carassius carassius*, parasite, parasite fauna, Vycheгда river basin, Northern Dvina river basin

For citation: Dorovskikh G. N. Parasite fauna of crucian carp *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) of different ages from water bodies of the Vycheгда River basin. *Vestnik Syktyvkarского университета. Seriya 2: Estestvoznaniye. Medicina = Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Natural science. Medicine.* 2024. 1: 19–28. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-19>

Введение. Накоплен огромный материал по изменению паразитофауны в течение жизни рыбы и значительный материал по формированию фауны паразитов в первый год их жизни. Все это позволило установить основные закономерности становления ихтиопаразитофауны [1–4].

Проводили такие исследования и на водоемах Республики Коми [5–10]. Эти исследования выполнены на примере голяна *Phoxinus phoxinus* Linnaeus, 1758, плотвы *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), щуки *Esox lucius* Linnaeus, 1758, окуня *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 и налима *Lota lota* (Linnaeus, 1758), отловленных из природных водоемов.

Цель работы — исследовать изменение паразитофауны золотого карася *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) разного возраста, обитающего в искусственных водоемах.

Материал и методы. Сбор материала произведен по общепринятой методике [11].

Вскрыто 219 экз. карася возрастом 1+ — 3+ (табл. 1). Рыба взята из пяти водоемов (см. рис.; табл. 2).

Таблица 1

Число, характеристика, дата и место отлова исследованных экземпляров карася

Место сбора материала	Дата вылова рыбы	Число вскрытых рыб	Характеристика исследованных рыб		
			Возраст	Длина тела, мм	Вес тела, г
Оз. Кофейное	2.06.2004	18	1+	22.6–35.7	0.45–1.6
	2.06.2004	17	2+	51.5–80.0	5.35–21.2
Оз. Горфьяное	8.06.2004	30	1+	18.8–33.7	0.22–1.5
	8.06.2004	15	3+	56.9–71.7	7.1–14.3
	22.06.2004	30	1+	22.5–32.8	0.35–1.3
	22.06.2004	15	3+	55.0–70.8	6.0–12.1
Оз. Карьерное-2	29.06.2000	34	1+	35.0–57.7	1.4–7.2
	29.06.2000	9	2+	48.6–82.3	3.8–17.5
	29.06.2000	10	3+	75.2–91.4	14.7–30.4
	15.07.2003	10	2+–3+	74.6–84.7	17.1–22.8
Оз. Бамское	30.06.2002	12	1+	38.4–53.4	2.2–6.2
Оз. Синдор	Середина августа 1999	19	1+	41.2–46.9	3.0–4.6

Результаты и обсуждение. Всего у карася из обследованных озер зарегистрировали 25 видов паразитов. Найдены микоспоридии *Muxosporea Bütschli* 1881 — 7 видов; инфузории *Ciliophora Doflein*, 1901 — 1; моногенеи *Monogenea Carus*, 1863 — 6; ленточные черви *Cestoda Rudolphi*, 1808 — 1; трематоды *Trematoda Rudolphi*, 1808 — 6; круглые черви *Nematoda Rudolphi*, 1808 — 2; раки *Crustacea Brünnich*, 1772 — 2 вида (табл. 3, 4).

У карася второго года жизни (1+) нашли 15 видов паразитов: микоспоридии — 3 вида, инфузории — 1, моногенеи — 5, трематоды, нематоды и раки по 2 вида.

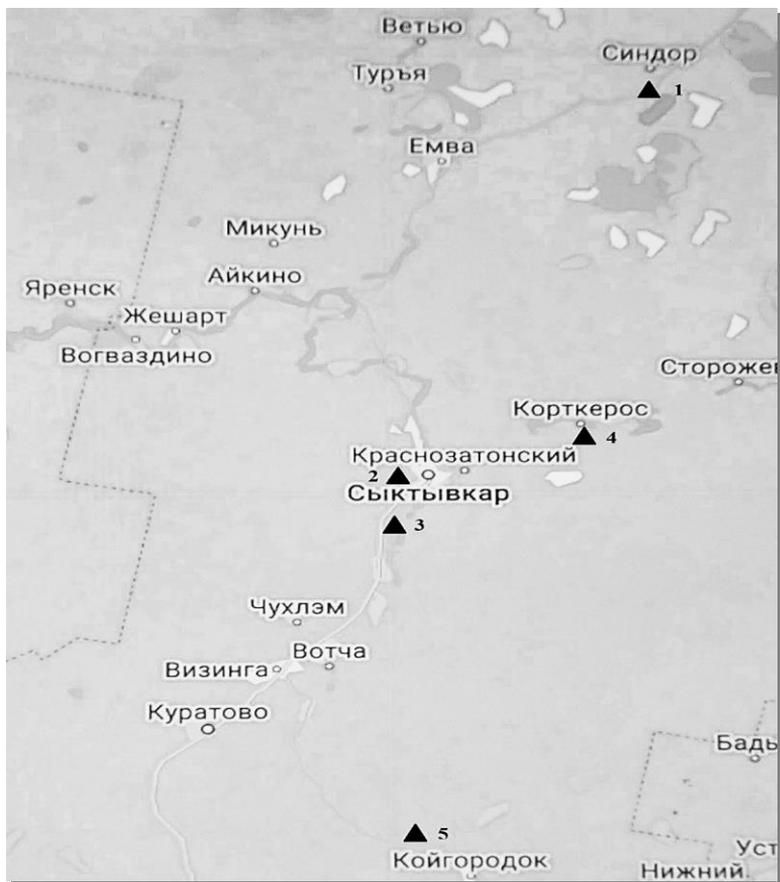


Рис. Карта-схема района сбора материала.

1 — оз. Синдор; 2 — оз. Кофейное; 3 — оз. Торфяное; 4 — оз. Карьерное-2; 5 — оз. Бамское

Рыба третьего года жизни (2+) поражена 10-тью видами инвадентов. Это 4 вида миксоспоридий, 5 — моногеней, 1 вид круглых червей.

У карася четвертого года жизни (3+) отметили 18 видов паразитов: миксоспоридии — 4 вида, моногеней — 6, цестоды — 1, трематоды — 5, нематоды — 1 вид.

Рассмотрим паразитофауну карася разного возраста из оз. Карьерное-2 (табл. 3). Наиболее разнообразна фауна инвадентов у рыбы четвертого года жизни. Она отличается присутствием плероцеркоидов *Digamma interrupta* (Rudolphi, 1810), метацеркарий *Ichthyocotylurus platycephalus* (Creplin, 1825), *Diplostomum commutatum* (Diesing, 1850) и, возможно, *I. variegatus* (Creplin, 1825). Только у рыбы второго года жизни нашли личинок нематоды *Raphidascaris acus* (Bloch, 1779). Самой бедной в видовом отношении является паразитофауна карася третьего года жизни, что, возможно, связано с небольшим числом вскрытий карася этого возраста.

У *D. interrupta* первыми промежуточными хозяевами служат планктонные ракообразные Calanoida Sars, 1903 и Cyclopoidea Burmeister, 1834. Плероцеркоиды развиваются чаще у карасей и леща *Abramis brama* Linnaeus, 1758, реже — у других карповых Cyprinidae Bonaparte, 1832. Взрослые черви встречаются обычно у чайковых Laridae Vigors, 1825, реже у рыбадных уток, поганок *Podiceps* Latham, 1787 и других рыбадных птиц [12].

Первый промежуточный хозяин у представителей р. *Ichthyocotylurus* Odening, 1969 — моллюски р. *Valvata* O. F. Müller, 1774 [13; 14]. Вторые промежуточные хозяева — пресноводные рыбы многих семейств. Окончательные хозяева — обычно чайки *Larus* Linnaeus, 1758 и крачки *Sterna* Linnaeus, 1758 [15; 16].

Характеристика водоемов

Водоем	Размеры озер, м			Грунт	Связь с рекой	Зарастание
	Длина	Ширина	Глубина			
Оз. Кофейное, находится в г. Сыктывкаре за ж/д вокзалом. Зброшенный карьер. Система из нескольких соединенных водоемов	Водоем, из которого брали рыбу, длиной около 100 м	До 30	Максимальная 2.0–2.3	Дно илистое	Связь с водотоками отсутствует	Зарастание около 45.0–50.0 %. Из высшей водной растительности отмечены ряска, телорез, рдест, элодея. По берегам осока
Оз. Торфяное, находится у села Выльгорт, Сыктывдинский р-н (до 1979 г. — торфяной карьер)	Система из ряда водоемчиков около 200 м в длину	10–15	В среднем 2.0–2.5	Дно торфянистое	В некоторые годы в половодье заливаются р. Сусолой	Озеро сильно заросшее. Из высшей водной растительности отмечены ряска, рдест, рогоз. По берегам осока, сабельник
Оз. Карьерное-2, находится у села Корткерос, Корткеросский р-н, Республика Коми (до 1989 г. — песчаный карьер)	около 140	около 75	0.5–3.0	Грунт твердый, песчаный	Находится примерно в 1.5 км от реки	Высшая водная растительность представлена осокой, рдестом, пузырчаткой, ряской
Оз. Бамское, находится в окрестностях пос. Подзь, Койгородский р-н (старица)	Около 150	15–20	В среднем 1.5–2.0. Максимальная 3.5	Дно илистое	Связь с водотоком в половодье	Зарастание около 0.0–45.0 %. Из высшей водной растительности отмечены кубышка, кувшинка, ряска, телорез, рдест, элодея
Оз. Синдор (реликтовый водоем, бассейн р. Вымь) находится в 13 км к юго-востоку от ж/д станции Синдор, Княжпогостский р-н	12 км	2–4 км	В среднем 1.5	Дно илистое	Впадает пять рек, вытекает р. Вис	Заросшее, имеются сплавины, плавающие острова

У *D. commutatum* первые промежуточные хозяева — моллюски р. *Lymnaea* (Lamarck, 1799). Вторые промежуточные хозяева — самые разнообразные пресноводные рыбы. Дефинитивные хозяева — чайки и крачки [17].

Заражение *Philometroides sanguinea* (Rudolphi, 1819) рыбы происходит в весенне-летний период при температуре воды 18–20°C. Первыми промежуточными хозяевами *P. sanguinea* являются копеподы *Soropoda* Milne-Edwards, 1840, которые заражаются, поедая личинок первой стадии, вышедших либо из тела самки, покинувшей рыбу, либо с половыми продуктами рыб, попавшими во внешнюю среду. Окончательный хозяин (*Carassius* Nilsson, 1832) заражается при поедании зараженных рачков, в нем заканчивается развитие червей (по: [18]). Мальки рыбы заражаются с 5–7-дневного возраста с переходом на питание зоопланктоном. Экстенсивность и интенсивность инвазии нарастают с мая по июль, достигая максимума к концу лета. Рыба, заразившаяся весной или в начале лета, весной следующего года выделяет личинок и инвазирует водоемы, т. е. полный жизненный цикл возбудителя завершается в течение года. Паразит поражает все возрастные группы хозяина.

Жизненный цикл *R. acus* — один из наиболее хорошо изученных. Личинки, вылупившиеся из яиц в воде или еще находящиеся в яйце, поедаются промежуточными хозяевами-рыбами или паразитическими хозяевами-беспозвоночными. Последние могут быть представлены олигохетами *Oligochaeta* Grube, 1850, моллюсками *Mollusca* Linnaeus, 1758 (*Planorbidae* Rafinesque, 1815 и *Lymnaeidae* Rafinesque, 1815), планктонными и бентосными ракообразными *Crustacea* Brünnich, 1772 (*Cyclopidae* Rafinesque, 1815, *Calanoidae* Sars, 1903, *Mysidae* Haworth, 1825, *Gammaridae* Leach, 1813, *Asellidae* Latreille, 1802 и *Daphniidae* Straus, 1820), личинками водных насекомых из двукрылых *Diptera* Linnaeus, 1758 (*Chironomidae* Newman, 1834 и *Ceratopogonidae* Newman, 1834) и *Trichoptera* Kirby, 1813. Инцистирования не наблюдается. Имеющиеся данные свидетельствуют, что бентосные беспозвоночные не являются облигатными промежуточными хозяевами этих нематод, а играют роль паразитических хозяев. Дефинитивные хозяева — хищные рыбы (по: [18]).

Итак, зараженность рыбы моногенами, развивающимися без смены хозяев, как ранее и отмечали [5–10], с возрастом хозяина растет. В то же время какой-либо закономерности в формировании фауны паразитов со сложным жизненным циклом с возрастом карася не отмечено. Видимо, это объясняется слабым развитием в водоеме планктона и бентоса. Рыбу в оз. Карьерное-2 подкармливают искусственными кормами.

У карася 1+ из оз. Бамское, периодически заливаемого рекой, фауна паразитов богаче, у рыбы из реликтового оз. Синдор — беднее. Последнее связано с тем, что исследование проведено в августе, когда особи паразитов прошлого года рождения отмерли, а новое их поколение только появляется [5; 9; 19–21].

У карася из оз. Кофейное, которое, как и оз. Карьерное-2, не имеет связи с рекой, разнообразие паразитофауны с возрастом хозяина растет за счет увеличения числа видов моногеней и миксоспоридий (табл. 4). Из остальных групп паразитов отмечен только *P. sanguinea*.

Иная картина наблюдается у рыбы разного возраста из оз. Торфяное, которое во время половодья иногда соединяется с р. Сысолой. Здесь рост разнообразия паразитофауны с возрастом карася отмечен за счет метацеркарий трематод *Paracoenogonimus ovatus* Katsurada, 1914 и *Diplostomum paracaudum*, Pes, 1959, нематоды *P. sanguinea*. Первые два вида говорят о посещении этого водоема рыбацкими птицами, чайками и крачками. В небольшом числе встречен *Phyllostomum folium* (Olfers, 1926), что подтверждает попадание в этот водоем щуки — облигатного хозяина этой двуустки [22–24]. Обитает в этом водоеме, похоже, и его промежуточный хозяин *Sphaerium corneum* (Linnaeus, 1758) [23]. С возрастом хозяина из этого карьера наблюдается и увеличение разнообразия миксоспоридий за счет появления *Muxobolus muelleri* Bütschli, 1882; *M. carassii* Klokačeva, 1914 и *M. thelohanellus* Schulman et Wichrova, 1952.

Заключение. Всего у карася из обследованных озер зарегистрировали 25 видов паразитов. Найдены миксоспоридии — 7 видов; инфузории — 1; моногенеи — 6; ленточные черви — 1; трематоды — 6; круглые черви — 2; раки — 2 вида.

У карася второго года жизни (1+) нашли 15 видов паразитов: миксоспоридии — 3 вида, инфузории — 1, моногенеи — 5, трематоды, нематоды и раки по 2 вида. Рыба третьего года жизни (2+) поражена 10-тью видами инвадентов. Это 4 вида миксоспоридий, 5 — моногеней, 1 вид круглых червей. У карася четвертого года жизни (3+) отметили 18 видов паразитов: миксоспоридии — 4 вида, моногенеи — 6, цестоды — 1, трематоды — 5, нематоды — 1 вид.

Таблица 3

Видовой состав паразитов карася из озер бассейна р. Вычегды

Вид паразита	Оз. Синдор	Оз. Бамское	Оз. Карьерное-2			
	Август 1999	30.06.2002	29.06.2000	29.06.2000	29.06.2000	15.07.2003
	I+	I+	I+	2+	3+	2+3+
	n = 19	n = 12	n = 34	n = 9	n = 10	n = 10
<i>Myxidium rhodei</i> Léger, 1905	1(1.6)	8(2.8)	21(3.8)	7(2.6)	4(1.6)	6(3.3)
<i>Myxobolus ellipsoides</i> Thélohan, 1892	18(7.2)	2(0.3)	2(1.6)	3(0.6)	9(8.0)	9(3.3)
<i>Trichodina reticulata</i> Hirschmann et Partsch, 1955	–	12(?)	–	–	–	–
<i>Dactylogyrus formosus</i> Kulwicz, 1927	1(0.05)	10(4.8)	14(1.1)	3(1.0)	10(15.4)	9(16.5)
<i>D. anchoratus</i> (Dujardin, 1845)	–	–	8(0.3)	+	10(11.3)	1(0.4)
<i>D. wegneri</i> Kulwicz, 1927	–	1(0.2)	2(0.1)	+	9(9.4)	–
<i>Digamma interrupta</i> (Rudolphi, 1810)	–	–	–	–	1(0.1)	–
<i>Ichthyocotylurus variegatus</i> (Creplin, 1825)	–	–	–	–	–	2(0.5)
<i>I. platycephalus</i> (Creplin, 1825)	–	–	–	–	2(0.3)	–
<i>Diplostomum commutatum</i> (Diesing, 1850)	–	–	–	–	1(0.1)	–
<i>Philometroides sanguinea</i> (Rudolphi, 1819)	–	2(0.3)	2(0.06)	+	1(0.1)	–
<i>Raphidascaris acus</i> (Bloch, 1779)	1(0.05)	1(0.2)	1(0.03)	–	–	–
<i>Ergasilus sieboldi</i> Nordmann, 1832	–	3(0.25)	–	–	–	–
<i>Lernaea cyprinacea</i> Linnaeus, 1758	–	1(0.1)	–	–	–	–
Число видов	4	9	7	6	9	5
					10	
				11		
	10			10		
14						

Таблица 4

Паразитофауна карася из водоемов бассейна р. Сысолы

Вид паразита	Оз. Кофейное		Оз. Торфяное			
	2.06.2004	2.06.2004	8.06.2004	22.06.2004	8.06.2004	22.06.2004
	2+	1+	1+	1+	3+	3+
	n=17	n=18	n=30	n=30	n=15	n=15
1	3	2	4	6	5	7
<i>Sphaerospora carassii</i> Kudo, 1919	1(0.4)	–	1(0.03)	–	–	–
<i>Myxidium rhodei</i> Léger, 1905	12(12.1)	12(7.8)	18(9.4)	11(1.9)	12(6.5)	13(9.9)
<i>Myxobolus muelleri</i> Bütschli, 1882	–	–	–	–	1(0.07)	–
<i>M. dispar</i> Thélohan, 1895	–	–	–	–	1(0.07)	4(0.9)
<i>M. carassii</i> Klokačeva, 1914	1(0.1)	–	–	–	–	–
<i>M. ellipsoides</i> Thélohan, 1892	1(0.2)	–	1(0.4)	1(0.08)	1(0.07)	7(6.9)
<i>M. thelohanellus</i> Schulman et Wichrova, 1952	–	–	–	–	–	1(0.07)
<i>Dactylogyrus vastator</i> Nybelin, 1924	6(0.8)	2(0.3)	6(0.8)	4(0.4)	1(0.07)	5(0.5)
<i>D. intermedius</i> Wegener, 1910	11(3.8)	2(0.1)	1(0.03)	3(0.1)	5(0.3)	5(0.6)
<i>D. formosus</i> Kulwicz, 1927	10(1.1)	1(0.06)	–	1(0.03)	11(2.9)	14(8.0)
<i>D. anchoratus</i> (Dujardin, 1845)	13(2.4)	1(0.06)	4(0.13)	1(0.03)	13(3.3)	8(2.2)
<i>D. wegneri</i> Kulwicz, 1927	5(0.5)	–	6(0.5)	7(1.2)	–	–
<i>Gyrodactylus carassii</i> Malmberg, 1957	–	–	–	–	10(3.6)	10(28.5)
<i>Phyllodistomum folium</i> (Olfers, 1926)	–	–	1(0.3)	–	–	–
<i>Diplostomum paracaudum</i> Iles, 1959	–	–	7(0.3)	10(0.5)	3(0.3)	4(0.4)
<i>Paracoenogonimus ovatus</i> Katsurada, 1914	–	–	–	–	2(0.2)	4(0.7)
<i>Philometroides sanguinea</i> (Rudolphi, 1819)	5(0.3)	–	–	–	1(0.07)	2(0.13)
Число видов	10	5	9	8	12	12
		10			13	
	10		16			
	17					

С возрастом хозяина растет зараженность рыбы моногенейми. В то же время какой-либо закономерности в формировании фауны паразитов со сложным жизненным циклом с возрастом карася не отмечено. Видимо, это объясняется слабым развитием в искусственных водоемах планктона и бентоса.

У рыбы из оз. Торфяное, которое во время половодья иногда соединяется с р. Сысолой, с возрастом карася отмечен рост разнообразия его паразитофауны за счет метацеркарий трематод *P. ovatus* и *D. paracaudum*, нематоды *P. sanguinea*. Первые два вида говорят о посещении этого водоема рыбоядными птицами, чайками и крачками. В небольшом числе встречен *Phyllodistomum folium* (Olfers, 1926), что подтверждает попадание в этот водоем щуки — облигатного хозяина этой двуустки.

Список источников

1. Догель В. А. Итоги и перспективы паразитологических исследований в Ленинградском университете // Вестник ЛГУ. 1948. Вып. 3. С. 31–39.
2. Кулемина И. В. Возрастные изменения паразитофауны некоторых рыб озера Селигер // Эколого-паразитологические исследования на озере Селигер. Л.: Изд-во ЛГУ, 1969. С. 87–137.
3. Стрелков Ю. А., Чернышева Н. Б., Юнчис О. Н. Закономерности формирования паразитофауны молоди пресноводных рыб // Тр. ЗИН АН СССР. 1981. Т. 108. С. 23–30.
4. Комарова Т. И. Паразиты молоди рыб Кременчугского водохранилища и их влияние на организм хозяев. Киев: Наукова думка, 1982. 223 с.
5. Доровских Г. Н. Паразиты рыб бассейна среднего течения реки Вычегды (фауна, экология, зоогеография) : дис. ... канд. биол. наук. Л., 1988. 403 с.
6. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Возраст хозяина и структура компонентных сообществ паразитов гольяна обыкновенного *Phoxinus phoxinus* (L.) // Биология внутренних вод. 2007. № 1. С. 95–103.
7. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Изменение структуры компонентных сообществ паразитов с возрастом хозяина // Экология. 2008. Т. 39. № 3. С. 227–232.
8. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Воздействие паразитарного фактора на гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.) разного возраста // Биология внутренних вод. 2010. № 4. С. 76–79.
9. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Оценка паразитарной нагрузки на рыбу разного возраста // Ветеринария. 2011. № 7. С. 33–36.
10. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Зависимость паразитофауны и паразитарной нагрузки от возраста хозяина (на заметку рыбоводу) // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2012. № 9. С. 53–58.
11. Быховская-Павловская И. Е. Паразиты рыб : руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.
12. Дубинина М. Н. Ремнецы Cestoda: Ligulidae фауны СССР. М.; Л.: Наука (Ленингр. отделение), 1966. 261 с.
13. Odening K., Mattheis T., Bockhard L. Status und Lebenszyklus des Trematoden *Cotylurus platycephalus* // Angew. Parasitol. 1969. Vol. 10. No 2. Pp. 76–80.
14. Белякова Ю. В. Зараженность пресноводных моллюсков Казахстана личинками трематод, паразитирующих у рыб // Экология паразитов водных животных. Алма-Ата: Наука, 1975. С. 173–186.
15. Размашкин Д. А. О личинках трематод, паразитирующих у рыб водоемов Обь-Иртышского бассейна // Болезни и паразиты рыб Ледовитоморской провинции (в пределах СССР). Свердловск: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1976. С. 80–103
16. Судариков В. Е. Трематоды фауны СССР. Стригеиды. М.: Наука, 1984. 168 с.
17. Шигин А. А. Трематоды фауны СССР. Род *Diplostomum*. Метацеркарии. М.: Наука, 1986. 253 с.
18. Пугачев О. Н. Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии. Нематоды, скребни, пиявки, моллюски, ракообразные, клещи. СПб., 2004. 250 с. (Труды Зоологического ин-та РАН. Т. 304).
19. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Структура компонентного сообщества паразитов ерша *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758) в разные сезоны года // Паразитология. 2011. Т. 45. Вып. 2. С. 104–113.
20. Доровских Г. Н., Терещенко В. Г. Опыт применения метода динамического фазового портрета для анализа структурных перестроек в компонентных сообществах паразитов гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.) // Паразитология. 2009. Т. 43. Вып. 1. С. 46–56.
21. Доровских Г. Н., Терещенко В. Г., Степанов В. Г. Количественный анализ сезонной динамики видовой структуры компонентного сообщества паразитов гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.) из реки Печоры // Паразитология. 2012. Т. 46. Вып. 2. С. 111–117.
22. Пугачев О. Н. Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии. Трематоды. СПб.: Зоол. ин-т РАН, 2003. 224 с. (Тр. Зоол. ин-та РАН. Т. 298).

23. Stunžėnas V., Petkevičiūtė R., Stanevičiūtė G. What are hosts of *Phyllostomum folium* (Trematoda, Gorgoderidae)? The comparison of ribosomal DNR sequences of trematodes from intermediate and final hosts // Bulletin of the Scandinavian-Baltic Society for Parasitology. 2005. Vol. 14. Pp. 146–147.

24. Паразиты лососевидных рыб Финноскандии : учебное пособие / сост.: Ю. Ю. Барская, Е. П. Иешко, Д. И. Лебедева. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. 168 с.

References

1. Dogel' V. A. Results and prospects of parasitological research at Leningrad University. *Vestnik LGU* [Bulletin of Leningrad State University]. 1948. Iss. 3. Pp. 31–39. (In Russ.)

2. Kulemina I. V. Age-related changes in the parasitic fauna of some fish of Lake Seliger. *Ekologo-parazitologicheskie issledovaniya na ozere Seliger* [Ecological and parasitological studies on Lake Seliger]. Leningrad: Publishing House of Leningrad State University, 1969. Pp. 87–137. (In Russ.)

3. Strelkov YU. A., Chernysheva N. B., Yunchis O. N. Patterns of formation of the parasitic fauna of juvenile freshwater fish. *Tr. ZIN AN SSSR* [Proceedings of the Zoological Institute of the USSR Academy of Sciences]. 1981. Vol. 108. Pp. 23–30. (In Russ.)

4. Komarova T. I. *Parazity molodi ryb Kremenchugskogo vodohranilishcha i ih vliyanie na organizm hozyaev* [Parasites of juvenile fish of the Kremenchug reservoir and their effect on the host organism]. Kiev: Naukova dumka, 1982. 223 p. (In Russ.)

5. Dorovskih G. N. *Parazity ryb bassejna srednego techeniya reki Vychehdy (fauna, ekologiya, zoogeografiya)* [Fish parasites of the basin of the middle reaches of the Vychehda River (fauna, ecology, zoogeography)]: dissertation ... candidate of biol. sciences. Leningrad, 1988. 403 p. (In Russ.)

6. Dorovskih G. N., Stepanov V. G. Age of the host and structure of component communities of parasites of the common minnow *Phoxinus phoxinus* (L.). *Biologiya vnutrennih vod* [Biology of inland waters]. 2007. No 1. Pp. 95–103. (In Russ.)

7. Dorovskih G. N., Stepanov V. G. Changes in the structure of component communities of parasites with the age of the host. *Ekologiya* [Ecology]. 2008. Vol. 39. No 3. Pp. 227–232. (In Russ.)

8. Dorovskih G. N., Stepanov V. G. Effect of parasitic factor on minnow *Phoxinus phoxinus* (L.) of different ages. *Biologiya vnutrennih vod* [Biology of inland waters]. 2010. No 4. Pp. 76–79. (In Russ.)

9. Dorovskih G. N., Stepanov V. G. Assessment of parasitic load on fish of different ages. *Veterinariya* [Veterinary Medicine]. 2011. No 7. Pp. 33–36. (In Russ.)

10. Dorovskih G. N., Stepanov V. G. Dependence of parasitic fauna and parasitic load on the age of the host (note to the fish farmer). *Rybovodstvo i rybnoe hozyajstvo* [Fish breeding and fisheries]. 2012. No 9. Pp. 53–58. (In Russ.)

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

12. Dubinina M. N. *Remnecy Cestoda: Ligulidae fauny SSSR* [Ligulidae Cestoda: Ligulidae fauna of the USSR]. Moscow; Leningrad: Nauka (Leningrad branch), 1966. 261 p. (In Russ.)

13. Odening K., Mattheis T., Bockhard L. Status und Lebenszyklus des Trematoden *Cotylurus platycephalus*. *Angew. Parasitol.* 1969. Vol. 10. No 2. Pp. 76–80.

14. Belyakova YU. V. Infestation of freshwater mollusks in Kazakhstan by trematode larvae parasitizing fish. *Ekologiya parazitov vodnyh zhivotnyh* [Ecology of parasites of aquatic animals]. Alma-Ata: Nauka, 1975. Pp. 173–186. (In Russ.)

15. Razmashkin D. A. On trematode larvae parasitizing fish in water bodies of the Ob-Irtysh basin. *Bolezni i parazity ryb Ledovitomorskoj provincii (v predelakh SSSR)* [Diseases and parasites of fish in the Arctic Sea province (within the USSR)]. Sverdlovsk: Middle Ural Book Publishing House, 1976. Pp. 80–103. (In Russ.)

16. Sudarikov V. E. *Trematody fauny SSSR. Strigeidy* [Trematodes of the fauna of the USSR. Strigeids]. Moscow: Nauka, 1984. 168 p. (In Russ.)

17. SHigin A. A. *Trematody fauny SSSR. Rod Diplostomum. Metacercarii* [Trematodes of the fauna of the USSR. Genus *Diplostomum*. Metacercariae]. Moscow: Nauka, 1986. 253 p. (In Russ.)

18. Pugachev O.N., *Katalog parazitov presnovodnyh ryb Severnoj Azii. Nematody, skrebni, piyavki, molyluski, rakoobraznye, kleshchi* [Catalog of parasites of freshwater fish of North Asia. Nematodes, scrapers, leeches, mollusks, crustaceans, ticks.]. Saint Petersburg: Publishing House of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, 2004. 250 p. (Proceedings of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences. Vol. 304). (In Russ.)

19. Dorovskih G. N., Stepanov V. G. The structure of the component community of parasites of the ruffe *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758) in different seasons of the year. *Parazitologiya* [Parasitology]. 2011. Vol. 45. Iss. 2. Pp. 104–113. (In Russ.)

20. Dorovskikh G. N., Tereshchenko V. G. Experience in using the dynamic phase portrait method for the analysis of structural rearrangements in component communities of parasites of the minnow *Phoxinus phoxinus* (L.). *Parazitologiya* [Parasitology]. 2009. Vol. 43. Iss. 1. Pp. 46–56. (In Russ.)

21. Dorovskikh G. N., Tereshchenko V. G., Stepanov V. G. Quantitative analysis of the seasonal dynamics of the species structure of the component community of parasites of the minnow *Phoxinus phoxinus* (L.) from the Pechora River. *Parazitologiya* [Parasitology]. 2012. Vol. 46. Iss. 2. Pp. 111–117. (In Russ.)

22. Pugachev O. N. *Katalog parazitov presnovodnyh ryb Severnoj Azii. Trematody* [Catalog of parasites of freshwater fish of North Asia. Trematode]. Saint Petersburg: Publishing House of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, 2003. 224 p. (Proceedings of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences. Vol. 298). (In Russ.)

23. Stunžėnas V., Petkevičiūtė R., Stanevičiūtė G. What are hosts of *Phyllodistomum folium* (Trematoda, Gorgoderidae)? The comparison of ribosomal DNR sequences of trematodes from intermediate and final hosts. *Bulletin of the Scandinavian-Baltic Society for Parasitology*. 2005. Vol. 14. Pp. 146–147.

24. *Parazity lososevidnyh ryb Fennoskandii : uchebnoe posobie* [Parasites of salmonids of Fennoscandia : textbook]. Compiled by: Yu. Yu. Barskaya, E. P. Ieshko, D. I. Lebedeva. Petrozavodsk: Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2008. 168 p. (In Russ.)

Информация об авторе

Доровских Геннадий Николаевич, доктор биологических наук, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и физической культуры, Researcher ID: B-3209-2014, Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина (Сыктывкар, Россия, 167001. Октябрьский пр., 55)

Information about the author

Gennady N. Dorovskikh, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Life Safety and Physical Education, Researcher ID: B-3209-2014, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University (55, Oktyabrsky prosp., Syktyvkar, 167000, Russia)

Статья поступила в редакцию / The article was submitted	21.09.2023
Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing	24.10.2023
Принята к публикации / Accepted for publication	29.11.2023

Научная статья / Article

УДК 61

<https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-29>

**Направления стратегии профилактики нарушений опорно-двигательного аппарата
и сохранения здоровья студенческой молодежи**

Екатерина Николаевна Репина¹, Ольга Васильевна Рогачевская¹, Александр Сергеевич Юркин²

¹Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина,
Сыктывкар, Россия, ket-repina@yandex.ru; roga-olga@mail.ru

²Государственное учреждение здравоохранения Республики Коми «Сыктывкарская городская больница № 1»,
Сыктывкар, Россия

***Аннотация.** Проанализирован ряд показателей состояния костно-мышечной системы молодых людей 17–19 лет с учетом гигиенической оценки рабочего места в вузе и дома и длительности академической загрузки студентов. Предложены меры профилактики нарушений развития костно-мышечно-связочного аппарата для сохранения здоровья молодежи.*

***Ключевые слова:** студенты, костно-мышечный аппарат, мебель, профилактика нарушений осанки, здоровье*

Для цитирования: Репина Е. Н., Рогачевская О. В., Юркин А. С. Направления стратегии профилактики нарушений опорно-двигательного аппарата и сохранения здоровья студенческой молодежи // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Естествензнание. Медицина. 2024. № 1. С. 29–38. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-29>

**Directions of the strategy for the prevention of disorders of the musculoskeletal system
and the preservation of the health of students**

Ekaterina N. Repina¹, Olga V. Rogachevskaya¹, Aleander S. Yurkin²

¹Pitirim Sorokin Syktyvkar State University,

Syktyvkar, Russia, ket-repina@yandex.ru; roga-olga@mail.ru

²State healthcare institution of the Komi Republic “Syktyvkar City Hospital № 1”, Syktyvkar, Russia

***Abstract.** A number of indicators of the state of the musculoskeletal system of young people aged 17–19 years were analyzed, taking into account the hygienic assessment of the workplace at the university and at home and the duration of the academic workload of students. Measures have been proposed to prevent developmental disorders of the musculoskeletal system to preserve the health of young people.*

***Keywords:** students, musculoskeletal system, furniture, prevention of postural disorders, health*

For citation: Repina E. N., Rogachevskaya O. V., Yurkin A. S. Directions of the strategy for the prevention of disorders of the musculoskeletal system and the preservation of the health of students. *Vestnik Syktyvkarского университета. Seriya 2: Estestvoznanie. Medicina = Syktyvkar University Bulletin. Series 2: Natural science. Medicine.* 2024. 1: 29–38. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-29>

Введение. Одним из актуальных направлений исследований в области медико-профилактической работы является изучение состояния функционирования организма на всех уровнях его организации, особенностей биологических процессов, механизмов рационального использования адаптационных резервов организма, способствующих сохранению здоровья человека в постоянно и стремительно меняющихся условиях окружающей среды. В этом отношении организм обучаю-

шейся молодежи особенно подвержен негативному воздействию факторов, влияющих на их здоровье [1], в частности нерациональному режиму дня и отдыха, нарушению устойчивого пищевого поведения, снижению двигательной активности, наличию большой учебной нагрузки, требующей длительного времени нахождения в сидячем (статическом) положении, в том числе в условиях, не соответствующих требованиям СанПиНа. Необходимо отметить, что в возрастной период 18–20 лет организм молодого человека продолжает активно расти и развиваться. Важным фактором формирования здоровья является состояние опорно-двигательного аппарата [2], которое во многом определяет нормальное функционирование отдельных органов и систем. Обучающаяся молодежь первых–вторых курсов находится на этапе завершения функционального созревания организма и достижения дефинитивного уровня развития, в том числе становления опорно-двигательного аппарата (ОДА). Отрицательное воздействие факторов внешней среды, нарушение безопасных условий жизнедеятельности и несоблюдение гигиенических правил обучения в вузе может привести к патологическому развитию костно-мышечной и других систем, нарушению здоровья организма в целом. Система образования, насыщенный ритм современной жизни, поведенческие, социокультурные, физиологические факторы риска оказывают воздействие на продолжающий развиваться организм молодежи, что вызывает необходимость актуализации комплексного и системного взаимодействия различных специалистов в области валеологии по разработке здоровьесберегающих программ и профилактических мероприятий по сохранению и укреплению здоровья.

Цель — медико-социальная диагностика нарушений костно-мышечного аппарата человека в системе инновационных подходов в реализации технологий профилактической медицины и рационализации деятельности по охране здоровья обучающейся молодежи.

Задачи научно-исследовательской работы включали: определение состояния костно-мышечного аппарата студентов; анализ организации рабочего места (мебели) студентов разных направлений СГУ в соответствии с требованиями СанПиНа, а также предложение мер профилактики деформации опорно-двигательного аппарата обучающейся молодежи.

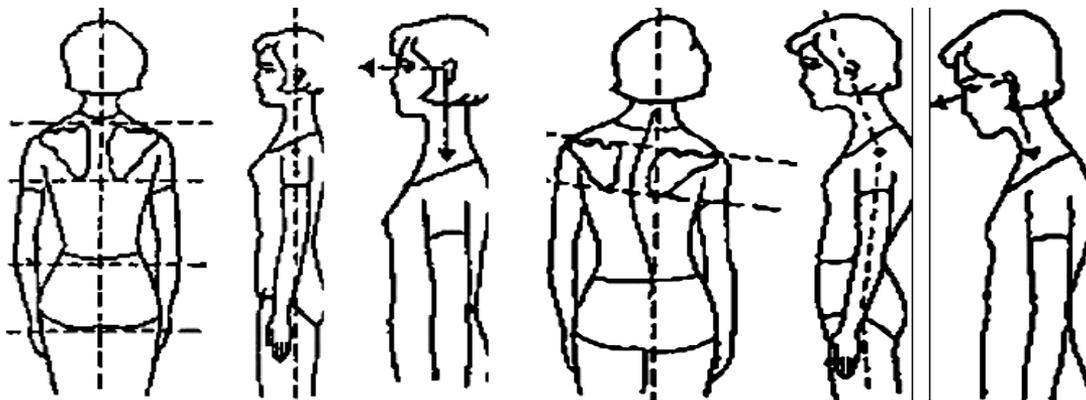


Рис 1. Правильная осанка

Рис 2. Неправильная осанка

Методы исследования, теоретическая база. Работа выполнена на базе ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина»: определены антропометрические характеристики (масса, рост) обучающихся молодых людей 17–19 лет, состояние осанки на основе сбора данных анамнеза; проведен клинический осмотр и оценка показателей опорно-двигательного аппарата (определение горизонтального положения плечевого и тазового пояса, уровень надплечий, углов лопаток, «крыловидность» лопаток, симметричность их расположения по отношению к центральной позвоночной оси (рис. 1, 2), тип осанки, тест на определение нарушений осанки (рис. 3), тест на определение состояния костно-мышечного аппарата человека — функциональная проба «Руки в замок за спиной» [2; 4] (рис. 4).

- I. Нормальная
- II. Сутулая
- III. Плоская
- IV. Плоско-вогнутая
- V. Кругло-вогнутая

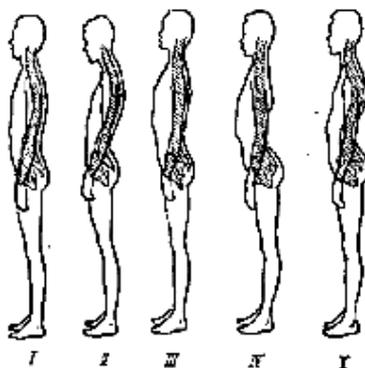


Рис 3. Нарушения осанки



Рис 4. Функциональная проба «Руки в замок за спиной»

У молодых людей определено наличие / отсутствие плоскостопия (рис. 5) и деформаций стопы (рис. 6). В исследовании приняли участие обучающиеся-добровольцы 1–2-х курсов разных профилей подготовки в количестве 104-х человек, возраст которых в среднем составляет 18.7 лет, из них девушек 66 и юношей 38. Оценка состояния опорно-двигательного аппарата студентов обосновывается фактом отсутствия проведения мониторинга здоровья обучающихся вуза и ограниченностью медицинских осмотров лишь рядом узких медицинских специалистов, таких как дерматолог, психиатр, нарколог, гинеколог, и определением биохимического анализа крови, мочи, кала, флюорографии.

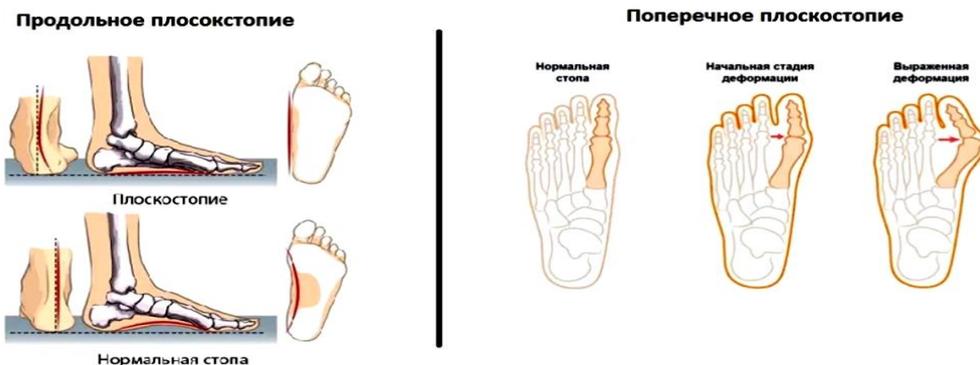


Рис 5. Виды плоскостопий

Дополнительно осуществлена оценка рабочего места обучающихся в условиях вуза и дома: определены высота стола и стула, глубина сидения, наличие спинки сидения, дистанция сидения и спинки, дифференция, длительность пребывания студента на рабочем месте (за рабочим столом) и эргономичность рабочего места, проведен анализ на соответствие размеров мебели антропометрическим характеристикам студентов.

Результаты исследования и их обсуждение. Показано, что средняя масса юношей составила 73.17 ± 1.62 кг, девушек — 55.23 ± 1.4 кг. Рост у юношей — 1.82 ± 0.02 м, у девушек — 1.63 ± 0.01 м.

Выявлено, что среди юношей 1-го курса нарушения костно-мышечной системы в основном за счет отсутствия строго горизонтального положения плечевого пояса и асимметричного расположения лопаток отмечаются у 75 % обучающихся. Показано, что у 50 % юношей нарушения опорно-двигательного аппарата обусловлены наличием сколиотической осанки, в 12.5 % случаев зарегистрирована сглаженность лордоза шейного отдела позвоночника. Кроме того, у 50 % обучаю-

щихся-юношей констатируются функциональные нарушения костно-мышечно-связочного аппарата, проявляющиеся в виде уплощения свода стопы, комбинированного (продольно-поперечного) плоскостопия обеих стоп; а в 12.5 % случаев отмечается вальгус левого голеностопного сустава.

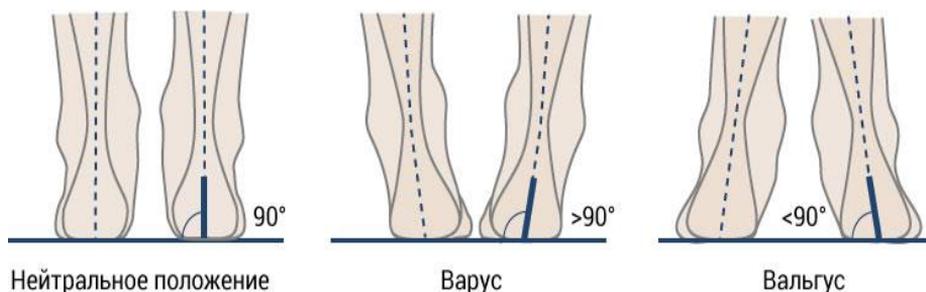


Рис. 6. Деформация стопы

Анамнез состояния костно-мышечного аппарата (КМА) студентов 2-го курса показал аналогичную картину: у 72 % всех юношей нарушение данной системы определяется отсутствием строго горизонтального положения плечевого пояса. Наряду с этим у 43 % обследованных выявлена асимметрия расположения лопаток, ключиц и плеч. Показано, что в 14.3 % случаев у юношей отмечается сглаженный лордоз поясничного отдела позвоночника и у такого же количества (14.3 %) всех обследуемых — сутулость осанки. Кроме того, у 28.6 % юношей определено продольное плоскостопие, а у 57.2 % — продольно-поперечное уплощение стопы.

Таким образом, анализ состояния опорно-двигательного аппарата юношей 17–19 лет, обучающихся на 1–2-м курсах вуза, в целом позволяет констатировать, что наиболее распространенными нарушениями являются асимметрия плеч и лопаток, наличие сколиотической осанки и различных видов плоскостопия (рис. 7).

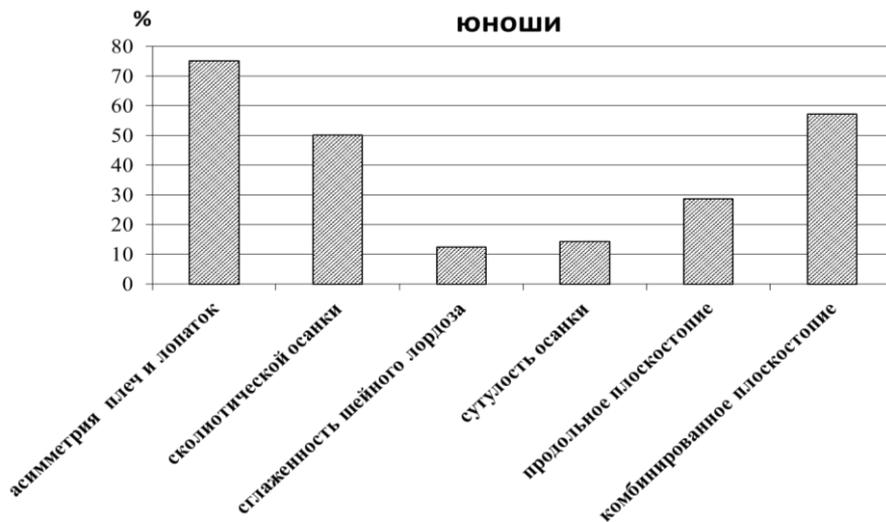


Рис. 7. Анализ функциональных нарушений позвоночника и свода стопы у обучающихся-юношей 1–2-х курсов вуза

Соматоскопия девушек 1-го курса позволила выявить нарушения костно-мышечной системы, которые проявляются в основном в асимметрии расположения лопаток, ключиц, в отсутствии строго горизонтального положения плечевого пояса.

При этом у 45.5 % всех девушек отмечается нарушение осанки — левосторонний сколиоз, который представляет собой одну из форм сколиотической деформации позвоночника с формированием дуги, вершина которой направлена влево. Наряду с этим для 22.7 % обследованных характерна сглаженность шейного лордоза; в 40.25 % случаев — сглаженность кифоза грудного отдела; у 24.5 % девушек — выпрямленная осанка, обусловленная сглаженностью физиологических изгибов позвоночника. Кроме того, у 26.3 % девушек отмечается поперечное плоскостопие обеих ног, а у 60 % — продольно-поперечное плоскостопие.

Среди девушек 2-го курса нарушение КМА отмечено в 73.9 % случаев; у более чем 30 % случаев — отсутствие горизонтальной линии по плечам, лопаткам и ключицам; 44.4 % всех девушек имеют асимметрию расположения лопаток, более 11.1 % — лордоз поясничного отдела позвоночника. Кроме того, у 77.7 % всех девушек выявлено плоскостопие: в 22.2 % случаев — продольное, в 22.2 % — поперечное, у 33.3 % студенток — уплощение стопы в продольном и поперечном направлениях. В 11.1 % случаев у девушек наблюдается вальгус левой конечности.

Таким образом, среди нарушений опорно-двигательного аппарата у девушек 1–2-го курсов вуза превалирует плоскостопие; широко распространены такие патологические изменения позвоночника, как сколиотическая осанка, асимметрия расположения лопаток, ключиц, плечевых суставов, а также сглаженность кифоза грудного отдела (рис. 8).

Полученные клинические данные свидетельствуют о функциональных нарушениях позвоночника и свода стопы (плоскостопия) у обучающихся начальных курсов вуза. При отсутствии превентивных мер по их возможно устраниению или нивелированию эти нарушения в дальнейшем могут прогрессировать и приводить к ухудшению состояния опорно-двигательного аппарата, напряжению адаптационных механизмов и развитию заболеваний различных физиологических систем молодого организма.

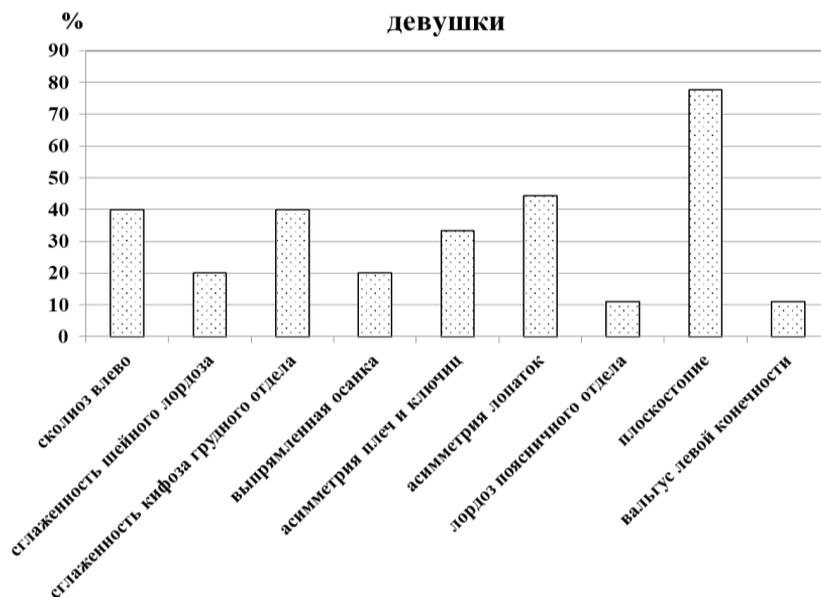


Рис. 8. Анализ функциональных нарушений позвоночника и свода стопы у обучающихся-девушек 1–2-х курсов вуза

Наряду с анализом состояния опорно-двигательного аппарата проведена гигиеническая оценка размеров основных элементов конструкции учебных столов и сидений в аудиториях, где проводятся занятия, на соответствие антропометрическим характеристикам обучающихся согласно требованиям СанПиНа. Показано, что размеры мебели не соответствуют ростовым показателям обучающихся 1–2-х курсов. При оценке рабочего места 104-х обучающихся лишь в 36 случаях высота стула соответствует требуемой. Более того, высота сиденья стула часто превы-

шает необходимую студенту высоту на 2–3 и даже 4 см, что по ощущениям и высказываниям студентов не вызывает у них дискомфорта. Полагаем, что неправильная осанка, сформировавшаяся в имеющихся нарушенных гигиенических условиях, является для обучающихся привычной и в связи с этим не вызывает неудобства. Обращает внимание тот факт, что в ряде аудиторий высшего заведения в качестве сидений студентам предложены скамьи, что является нарушением требований СанПиНа, поскольку в конструкции такой учебной мебели отсутствует спинка сиденья, предназначенная для опоры торса при посадке и снятия миоэргической статической нагрузки спины. Конструкция учебной мебели, содержащая в качестве сиденья скамью, предполагает, что альтернативой спинки сиденья может являться передняя стенка позади располагающегося стола, что при имеющейся расстановке мебели нарушает санитарно-гигиеническое требование дистанции спинки, которое при правильной посадке на рабочем месте должно соответствовать передне-заднему диаметру грудной клетки с прибавкой 3–5 см. Отсутствие спинки сиденья лишает обучающегося расслабить группы мышц, поддерживающих торс человека в вертикальном положении, а соответственно, увеличивающаяся нагрузка на позвоночник вызывает потребность менять позу посадки, что в итоге может приводить к структурным изменениям опорно-двигательного аппарата и формированию неправильной осанки обучающегося. Указанное нарушение конструкции сиденья может негативно повлиять на организм продолжающегося развиваться молодого человека и приводить к нарушениям опорно-двигательного аппарата, искривлениям позвоночника, формированию кифотической или сколиотической осанки, что в дальнейшем может являться следствием возникновения различных заболеваний висцеральных систем. Вынужденное продолжительное сидение студентов на рабочем месте, лишенном эргономичности, вызывает дополнительные энергозатраты со стороны организма для поддержания мышечного торса в вертикальном положении, приводит к напряжению функционирования костно-мышечной, сердечно-сосудистой, дыхательной систем, снижая работоспособность человека.

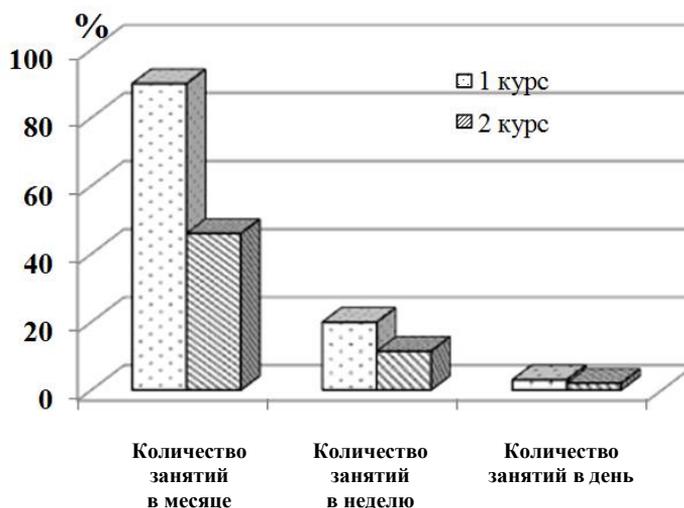


Рис. 9. Анализ длительности пребывания студентов 1–2-х курсов на рабочем месте

Определение соответствия габаритов мебели в домашних условиях ростовым характеристикам студентов показало, что только для 11 % всех студентов конструкция мебели (высота стола, высота и глубина стула, дифференция, дистанция сиденья и дистанция спинки стула) отвечает требованиям СанПиНа, у 14.4 % всех обучающихся соответствует только высота сиденья, у 20.2 % — только высота стола. Анализ рабочего места обучающихся выявил, что почти у 58 % опрошенных студентов в конструкции мебели нарушена дифференция: высота стола оказывается ниже или, наоборот, выше нормы, что может приводить к изменению осанки (гиперкифоз, сколи-

оз, сглаженность изгибов позвоночника). Практически все студенты не считают нужным контролировать дистанцию сиденья и дистанцию спинки при посадке на рабочем месте, что также может негативно отразиться на состоянии позвоночника и, соответственно, на осанке. Большинство студентов (73 %) используют в домашних условиях в качестве сидений либо табулеты, либо офисные стулья, конструкция которых не предназначена для длительного их применения, поскольку у последних угол между сиденьем и спинкой составляет более 90° , что не позволяет нивелировать статическую нагрузку мышц торса при посадке за столом. Вместе с тем глубина сиденья офисного стула / кресла также превышает параметры учебной мебели по СанПиНам для обучающихся, что нарушает эргономичность позы человека при посадке за рабочим столом.

Кроме того, определено время нахождения обучающихся в аудиториях при работе за мебелью, не соответствующей требованиям СанПиНа. В среднем время нахождения студентов 1-го курса в аудиториях с мебелью, не соответствующей требованиям к организации рабочего места, составило 90 часов в месяц, около 20 часов в неделю, примерно 3 астрономических часа или 2 академические пары занятий в день (рис. 9) (расписание занятий включало в разные дни недели от 2–3 пар до 5 пар занятий).

Анализ академического расписания занятий за период с сентября по декабрь (4 месяца) 2023 г. и длительности (в часах) нахождения студентов 2-го курса в аудиториях с мебелью, не отвечающей требованиям СанПиНа (мебель не соответствует росту обучающихся), показал, что за дискомфортной мебелью студенты в среднем проводят около 46 часов в месяц, то есть примерно 11 часов в неделю или 1–2 академические пары в день (например, в какой-то день недели это 2 пары занятий, в какой-то день — 3 пары учебных занятий, а в какой-то день — 0 часов).

Заключение. Таким образом, высокая частота наблюдаемых нарушений осанки, наличие комбинированного плоскостопия у студентов, их длительное нахождение в статической позе за мебелью, не соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям к организации рабочего места, требует внедрения в образовательный процесс учреждений высшего образования рационально организованной комплексной системы мероприятий по сохранению и укреплению здоровья студентов с привлечением представителей органов здравоохранения и образовательных организаций с использованием мониторинга показателей состояния костно-мышечной системы и активизации первичной и вторичной профилактики структурных изменений органов опоры и движения и предупреждения их нарушений у обучающейся молодежи. Инновационный подход в реализации технологий медико-профилактической медицины, прежде всего, должен способствовать выявлению у здорового человека [5] имеющихся факторов риска, связанных с его образом жизни, поддающихся своевременной и качественной их коррекции с целью сохранения нормального функционирования систем организма. Так, в соответствии с Федеральным законом № 323 от 21.11.11 п. 3 ст. 30 «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» «...формирование здорового образа жизни у граждан, начиная с детского возраста, обеспечивается путем проведения мероприятий, направленных на информирование граждан о факторах риска для их здоровья, формирования мотивации к ведению здорового образа жизни и создания условий для ведения ЗОЖ, в том числе для занятий физической культурой и спортом». Таким образом, одним из основных направлений деятельности системы здравоохранения является развитие у молодежи потребности быть здоровыми и ответственными за состояние своего здоровья [3]. Поэтому наиболее важной мерой профилактической работы должна стать информативная грамотность самих обучающихся, формируемая специалистами медико-социально-профилактических служб. Положительным результатом может стать использование студентом своей компетентности в области санитарно-гигиенических требований к организации учебного процесса и способности рационально подойти к подбору функциональной и эргономичной мебели для себя. Полагаем, что одной из мер профилактики нарушения развития опорно-двигательного аппарата в условиях аудиторий вуза может являться более частая смена позы во время занятия для предотвращения перенапряжения мышечного каркаса при удержании вертикального положения тела. Еще одной профилактической мерой может служить смена сидячей позы обучающегося на какую-либо динамическую позу (например, постоять на занятии, наклонить торс над рабочей поверхностью стола, сняв кратковременно статическую нагрузку, провести гимнастику голеностопного сустава или физкультминутку, пройтись в аудитории или выйти из нее). Кроме того, в качестве профилактики нарушений развития костно-мышечной системы можно предложить составление динамического расписания занятий, предполагающего рациональное чередование аудиторий с различными группами мебели. Таким

образом, эффективность профилактики и коррекции структурных нарушений опорно-двигательного аппарата молодежи достигается полифункциональным медико-социально-педагогическим подходом к решению проблемы сохранения, укрепления здоровья человека и развитию потребности к ведению безопасного образа жизни.

Благодарность. Выражаем благодарность студентам 1–2-х курсов за активное участие в научно-практических исследованиях (311п-БФо, 321-БФо, 511п-ИПо, 511п-ИГо, 511п-АИю, 711п-РЛо, 711п-КФо, 211-ГЕо. 411-СОо групп ФГБОУ ВО «СГУ им. П. Сорокина», 310-й группы ГПОУ «СМК им. И. П. Морозова).

Список источников

1. Акишин С. В., Дементьев А. А. Оценка риска для здоровья факторов образа жизни обучающейся молодежи // Вестник новых медицинских технологий. 2020. № 1. С. 77–84. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-riska-dlya-zdorovya-faktorov-obraza-zhizni-obuchayusheysya-molodezhi> (дата обращения: 13.01.2024).
2. Мирская Н. Б., Коломенская А. Н. Диагностика нарушений и заболеваний костно-мышечной системы современных школьников: подходы, терминология, классификация // Вопросы современной педиатрии. 2009. Т. 8. № 3. С. 10–13. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/diagnostika-narusheniy-i-zabolevaniy-kostno-myshechnoy-sistemy-sovremennyh-shkolnikov-podhody-terminologiya-klassifikatsiya> (дата обращения: 13.01.2024).
3. Москвичева М. Г., Сопова О. К. Организационные технологии профилактики в формировании здорового образа жизни (результаты медико-социологического исследования). Профилактическая медицина. 2017. № 20 (6). С. 27–31.
4. Сухарев А. Г., Игнатова Л. Ф., Цыренова Н. М. и др. Скрининг — программа медицинского обследования детей в условиях образовательной организации : учебно-методическое пособие. М.: ГБОУ ДПО РМАПО, 2013. 66 с.
5. Яковлева Т. В., Баранов А. А., Иванова А. А., Альбицкий В. Ю. Организационные принципы и технологии профилактики XXI века // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2014. № 6. С. 3–9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsionnye-principy-i-tehnologii-profilaktiki-hhi-veka> (дата обращения: 13.01.2024).

References

1. Akishin S. V., Dementiev A. A. Assessment of the health risk of lifestyle factors of studying youth. *Vestnik novykh medicinskih tekhnologij* [Bulletin of new medical technologies]. 2020. No 1. Pp. 77–84. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-riska-dlya-zdorovya-faktorov-obraza-zhizni-obuchayusheysya-molodezhi> (accessed: 01.13.2024). (In Russ.)
2. Mirskaya N. B., Kolomenskaya A. N. Diagnostics of disorders and diseases of the musculoskeletal system of modern schoolchildren: approaches, terminology, classification. *Voprosy sovremennoj pediatrii* [Current Pediatrics]. 2009. Vol. 8. No 3. Pp. 10–13. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/diagnostika-narusheniy-i-zabolevaniy-kostno-myshechnoy-sistemy-sovremennyh-shkolnikov-podhody-terminologiya-klassifikatsiya> (accessed: 01.13.2024). (In Russ.)
3. Moskvicheva M. G., Sopova O. K. Organizational technologies of prevention in the formation of a healthy lifestyle (results of a medical and sociological study). *Profilakticheskaya medicina* [Preventive medicine]. 2017. No 20 (6). Pp. 27–31. (In Russ.)
4. Sukharev A. G., Ignatova L. F., Tsyrenova N. M. et al. *Skrining — programma medicinskogo obsledovaniya detej v usloviyah obrazovatel'noj organizacii: uchebno-metodicheskoe posobie* [Screening program of medical examination of children in the conditions of an educational organization: an educational and methodological manual]. Moscow: GBOU DPO RMAPO, 2013. 66 p. (In Russ.)
5. Yakovleva T. V., Baranov A. A., Ivanova A. A., Albitsky V. Yu. Organizational principles and technologies of prevention of the XXI century. *Problemy social'noj gigieny, zdavoohraneniya i istorii mediciny* [Problems of social hygiene, healthcare and the history of medicine]. 2014. No 6. Pp. 3–9. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsionnye-principy-i-tehnologii-profilaktiki-hhi-veka> (accessed: 01.13.2024). (In Russ.)

Информация об авторах

Резина Екатерина Николаевна, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и физической культуры, Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина (167001, Россия, Сыктывкар, Октябрьский пр., 55)

Рогачевская Ольга Васильевна, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности и физической культуры, Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина (167001, Россия, Сыктывкар, Октябрьский пр., 55)

Юркин Александр Сергеевич, ортопед-травматолог, Сыктывкарская городская больница № 1 (167000, Россия, Сыктывкар, Гаражная ул., 4)

Information about the authors

Ekaterina N. Repina, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Life Safety and Physical Culture, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University (55, Oktyabrsky prosp., Syktyvkar, 167000, Russia)

Olga V. Rogachevskaya, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Life Safety and Physical Culture, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University (55, Oktyabrsky prosp., Syktyvkar, 167000, Russia)

Alexander S. Yurkin, orthopedic traumatologist, Syktyvkar City Hospital No 1 (4, Garazhnaya str., Syktyvkar, 167000 Russia)

Статья поступила в редакцию / The article was submitted	16.01.2024
Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing	23.01.2024
Принята к публикации / Accepted for publication	26.01.2024

Научная статья / Article

УДК 616

<https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-37>

Проблемы кислород-индуцированной гиперкапнии у пациентов с дыхательной недостаточностью

Елена Игоревна Ильиных, Анна Игоревна Корелина

Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина,
Сыктывкар, Россия, anel73@inbox.ru; korelina_anya@mail.ru

***Аннотация.** В обзоре представлены современные патофизиологические объяснения феномена кислород-индуцированной гиперкапнии, которая является осложнением неконтролируемой высокотоковой оксигенотерапии у пациентов с дыхательной недостаточностью 2-го типа. Клинические рекомендации регламентируют у таких пациентов использование титруемой низкотоковой оксигенотерапии, что значительно снижает смертность в этой группе больных. Однако эти рекомендации не всегда соблюдаются в реальной медицинской практике, особенно на догоспитальном этапе, из-за недостаточной информированности медицинского персонала.*

***Ключевые слова:** кислород-индуцированная гиперкапния, оксигенотерапия, дыхательная недостаточность 2-го типа*

Для цитирования: Ильиных Е. И., Корелина А. И. Проблемы кислород-индуцированной гиперкапнии у пациентов с дыхательной недостаточностью // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Естественные науки. Медицина. 2024. № 1. С. 37–44. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-37>

Problems of oxygen-induced hypercapnia in patients with respiratory failure

Elena Igorevna Ilynykh, Anna Igorevna Korelina

Pitirim Sorokin Syktyvkar State University,
Syktyvkar, Russia, anel73@inbox.ru; korelina_anya@mail.ru

***Abstract.** The review presents modern pathophysiological explanations for the phenomenon of oxygen-induced hypercapnia, which is a complication of uncontrolled high-flow oxygen therapy in patients with type 2 respiratory failure. Guidelines regulate the use of titrated low-flow oxygen therapy in such patients, which significantly reduces mortality in this group of patients, but these recommendations are not always followed in real medical practice, especially at the prehospital stage due to insufficient awareness of medical personnel.*

Keywords: *oxygen-induced hypercapnia, oxygen therapy, type 2 respiratory failure*

For citation: Ilinykh E. I., Korelina A. I. Problems of oxygen-induced hypercapnia in patients with respiratory failure. *Vestnik Syktyvskarskogo universiteta. Seriya 2: Estestvoznaniye. Medicina = Syktyvkar University Bulletin. Series 2: Natural science. Medicine.* 2024. 1: 37–44. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-37>

Введение. Оксигенотерапия является стандартным терапевтическим вмешательством у пациентов с гипоксемией. Но неконтролируемое применение высокой концентрации кислорода у некоторых пациентов с дыхательной недостаточностью может привести к кислород-индуцированной гиперкапнией с последующим развитием гиперкапнической комы и высоким риском летального исхода [1]. Такая проблема актуальна для пациентов со 2-м типом дыхательных нарушений (вентиляционная или гиперкапническая дыхательная недостаточность), в основе которого лежит альвеолярная гиповентиляция, приводящая к гиперкапнии и гипоксемии. В клинической практике дыхательная недостаточность 2-го типа в основном встречается у пациентов с обострением хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) или синдромом ожирения-гиповентиляции [1–3]. Другие клинические ситуации, при которых может развиваться гиперкапническая дыхательная недостаточность, включают деформации грудной клетки, бронхоэктатическую болезнь и нейромышечные заболевания [3]. При 1-м типе дыхательных нарушений, который развивается вследствие нарушения вентиляционно-перфузионного отношения или диффузии кислорода через альвеолярно-капиллярную мембрану, развивается только гипоксемия без гиперкапнии. У таких пациентов проведение оксигенотерапии не приводит к развитию кислород-индуцированной гиперкапнии, поскольку в данном случае минутная вентиляция легких увеличена в ответ на гипоксемию и часто присутствует гипокапния [2].

Проблема кислород-индуцированной гиперкапнии известна давно, первые наблюдения этого феномена были опубликованы в 1937 г. Varach, который в дальнейшем правильно объяснил развитие нарушения сознания нарастанием гиперкапнии в ответ на высокую концентрацию кислорода и предложил концепцию контролируемой оксигенотерапии, начиная с низкой концентрации кислорода [3]. Но, несмотря на давность первых публикаций по проблеме кислород-индуцированной гиперкапнии, общепринятая стратегия контролируемой низкопоточной оксигенотерапии пациентам с обострением ХОБЛ регламентируется в клинических рекомендациях только последние 20 лет. Одной из актуальных проблем современной респираторной помощи является несоответствие действий медицинских работников, использующих в своей практике оксигенотерапию, текущим клиническим рекомендациям, когда у пациентов с обострением ХОБЛ часто применяется высокопоточная оксигенотерапия, что приводит к повышению риска кислород-индуцированной гиперкапнии [4; 5]. Так, в ретроспективном исследовании оценивалась практика проведения оксигенотерапии пациентам с обострением ХОБЛ на этапе экстренной госпитализации: из 101 последовательно поступившего пациента у 56 % оксигенотерапия проводилась со скоростью 6 л в минуту или с концентрацией или фракцией кислорода (FiO_2) 0.4, в этой группе пациентов госпитальная смертность составила 14 % (8 случаев смерти из 57 пациентов). Низкопоточная оксигенотерапия со скоростью 1–2 л в минуту или с FiO_2 0.24–0.28 была назначена 44 % пациентов, госпитальная смертность в этой группе составила 2 % (1 случай из 44-х пациентов), $p < 0.05$ [4]. По демографическим показателям и тяжести обострения ХОБЛ группы пациентов не различались. Авторы исследования делают вывод, что, несмотря на существующие клинические рекомендации по низкопоточной оксигенотерапии у пациентов с ХОБЛ, более чем в половине случаев имеет место назначение высокопоточной оксигенотерапии, что сопровождается значимым повышением риска смерти у таких пациентов. Одной из проблем недооценки опасности высокопоточной оксигенотерапии авторы называют низкую осведомленность медицинских работников до госпитального этапа и приемных отделений о проблеме кислород-индуцированной гиперкапнии и отсутствие в протоколах неотложной помощи указаний по особенностям оксигенотерапии для этой группы пациентов [4]. В более поздних исследованиях также выявляется повышение риска смерти у пациентов с обострением ХОБЛ при высокопоточной оксигенотерапии [5]. Единственное рандомизированное исследование, сравнивающее титруемую низкопоточную оксигенотерапию с высокопоточной у пациентов с обострением ХОБЛ на догоспитальном этапе, было опубликовано в 2010 г. [6]. В этом исследовании было показано, что в группе пациентов, которые получали высокопоточную оксигенотерапию, госпи-

тальная смертность составила 9 % (11 случаев смерти в группе из 117 пациентов), среди пациентов с титруемой оксигенотерапией госпитальная смертность была 2 % (2 случая смерти из 97 пациентов). Титруемая оксигенотерапия сопровождалась значимым снижением относительного риска (ОР) смерти на 78 % (ОР 0.22, $p < 0.05$) [6]. Это исследование вошло в кокреновский систематический обзор по оксигенотерапии у пациентов с обострением ХОБЛ на догоспитальном этапе [7] и стало основой для международных клинических рекомендаций в разделе по оксигенотерапии у пациентов с обострением ХОБЛ [8].

Описание клинического случая. Приведем описание клинической ситуации, когда кислород-индуцированная гиперкапния развилась у пациента, экстренно госпитализированного в отделение реанимации с тяжелой острой дыхательной недостаточностью 2-го типа из-за обострения ХОБЛ в сочетании с синдромом ожирения-гиповентиляции. При первоначальной оценке состояния пациента, осуществленной до проведения оксигенотерапии, был взят анализ газов венозной крови, что затрудняет интерпретацию исходного состояния именно по газам крови, так как анализ газов венозной крови используется только для оценки pH и уровня бикарбоната. Уровень парциального давления углекислого газа в венозной крови у пациента был 90 мм рт. ст. Учитывая, что уровень парциального давления углекислого газа в артериальной крови (P_{aCO_2}) в среднем на 5 мм рт. ст. ниже, чем в венозной, можно предполагать, что исходно пациент имел тяжелую гиперкапнию. Также у пациента в этом анализе был выявлен тяжелый дыхательный ацидоз с pH 7.24, несмотря на высокий уровень бикарбоната (39 ммоль/л). В анализе газов капиллярной крови, который был взят после начала оксигенотерапии, наблюдались следующие изменения: гипероксия с парциальным давлением кислорода (P_{aO_2}) 151 мм рт. ст., крайне высокая гиперкапния (P_{aCO_2} 143 мм рт. ст.) и еще большее утяжеление дыхательного ацидоза с pH 6.9. Нарастание P_{aCO_2} составило более 50 мм рт. ст. Если использовать уравнение альвеолярного газа, то можно рассчитать, что пациенту подавалась 40 %-ная кислородная смесь, что соответствует скорости подачи кислорода более 6 л в минуту. Далее пациент был интубирован и переведен на искусственную вентиляцию легких (ИВЛ). Через сутки пациенту была прекращена ИВЛ и он был переведен из отделения реанимации в палатное отделение. В дальнейшем из-за тяжелой гипоксемии пациент получал низкопоточную оксигенотерапию без нарастания гиперкапнии. На фоне стандартной терапии обострения ХОБЛ, включавшей небулизированный фенотерол / ипратропий, преднизолон перорально 40 мг в сутки 7 дней и антибиотикотерапию, было достигнуто стабильное состояние пациента. В дальнейшем пациент прожил 5 лет, здесь необходимо отметить плохой прогноз для жизни у пациентов с ХОБЛ и дыхательной недостаточностью 2-го типа, поскольку в данной ситуации, как правило, имеет место критическая бронхиальная обструкция.

Патофизиологические нарушения, приводящие к кислород-индуцированной гиперкапнии. У пациентов с гиперкапнической дыхательной недостаточностью описано три механизма нарастания гиперкапнии при оксигенотерапии: устранение гипоксического стимула, ухудшение вентиляционно-перфузионного отношения из-за уменьшения гипоксической вазоконстрикции и эффект Холдейна [1; 3; 9]. Первый механизм — устранение гипоксического стимула — длительное время считался основным для развития этого состояния и нередко до сих пор в руководствах и учебниках описывается в качестве единственного патофизиологического механизма кислород-индуцированной гиперкапнии [10; 11]. В физиологических условиях главным стимулом дыхания является P_{aCO_2} и концентрация ионов водорода, которые действуют на центральные хеморецепторы дыхательного центра, обеспечивая респираторный драйв или стимул для дыхания, поддерживая минутную вентиляцию легких, адекватную метаболической продукции углекислого газа [12]. В условиях хронической гиперкапнии чувствительность центральных хеморецепторов к P_{aCO_2} снижается, в том числе и из-за компенсации дыхательного ацидоза при задержке бикарбонатов почками. В этой ситуации главный физиологический стимулятор дыхания P_{aCO_2} перестает контролировать дыхательный центр, и дальнейшая стимуляция дыхательного центра осуществляется вторичным дыхательным стимулом — гипоксемией через периферические хеморецепторы, что в медицинской литературе называется гипоксическим стимулом [11; 12]. Ранее предполагалось, что устранение гипоксемии при оксигенотерапии может уменьшить этот дыхательный стимул, что приведет к нарушению работы дыхательного центра, уменьшению респираторного драйва, дальнейшему нарастанию гиповентиляции и гиперкапнии.

В настоящее время признается, что устранение гипоксического стимула не является основной причиной нарастания гиперкапнии при применении кислородотерапии [9; 13].

Более значимым патофизиологическим механизмом кислород-индуцированной гиперкапнии является уменьшение выраженности гипоксической вазоконстрикции легочных альвеол при устранении гипоксемии на фоне кислородотерапии [1; 9]. Гипоксическая вазоконстрикция, известная как рефлекс Эйлера — Лильестранда, направлена на уменьшение вентиляционно-перфузионных нарушений, когда в респираторных отделах с низкой альвеолярной вентиляцией и низким парциальным давлением кислорода в альвеолярном газе (PAO_2) происходит спазм легочных артериол и уменьшение перфузии этих зон. Первичная сенсорная зона для альвеолярной гипоксии находится в альвеолярно-капиллярной мембране. Дальше гипоксический сигнал распространяется ретроградно по эндотелию через щелевые контакты до зоны, где находятся гладкие мышцы артериолы, и дальше сигнал передается с эндотелиальных клеток на гладкомышечные клетки и развивается спазм артериолы [14]. Этот рефлекторный спазм позволяет ограничить перфузию плохо вентилируемых альвеол, что способствует снижению попадания неоксигенированной крови в системный кровоток, препятствуя нарастанию гипоксемии и гиперкапнии. Если PAO_2 в альвеолярном газе при оксигенотерапии нормализуется, то гипоксическая вазоконстрикция устраняется и увеличивается перфузия плохо вентилируемых зон. В соответствии с уравнением альвеолярного газа в условиях оксигенотерапии PAO_2 в альвеолярном газе увеличивается, несмотря на низкую вентиляцию этих альвеол и высокий уровень парциального давления углекислого газа ($PaCO_2$), так как увеличивается показатель FiO_2 . Увеличение перфузии таких зон приведет к тому, что кровь, оттекающая от плохо вентилируемых участков, будет оксигенированной, но с высоким уровнем $PaCO_2$. Этот механизм нарастания гиперкапнии при оксигенотерапии вносит наибольший вклад в увеличение гиперкапнии, составляя 50 % степени нарастания гиперкапнии [9].

Третий механизм кислород-индуцированной гиперкапнии объясняется эффектом Холдейна [1; 9]. Дезоксигенированный гемоглобин имеет более высокое сродство к углекислому газу, чем оксигенированный. Аминовые группы дезоксигемоглобина образуют карбамингемоглобин при присоединении углекислого газа. В условиях гипоксемии к гемоглобину присоединяется больше углекислого газа, чем при нормоксемии. При быстром устранении гипоксемии с помощью оксигенотерапии присоединенный к гемоглобину углекислый газ переходит в кровь, что может привести к скачкообразному нарастанию $PaCO_2$ уже в первые минуты подачи кислорода. Эффект Холдейна объясняет 25 % степени нарастания гиперкапнии при оксигенотерапии [9].

Быстрое нарастание $PaCO_2$, спровоцированное оксигенотерапией, приводит к гиперкапническому наркозу и угнетению дыхательного центра. При повышении $PaCO_2$ до 80–100 мм рт. ст. отмечается появление летаргии и прекомы. Если $PaCO_2$ повышается до 120–150 мм рт. ст., то развивается гиперкапническая кома и смерть. При таком уровне повышения $PaCO_2$ углекислый газ начинает угнетать дыхательный центр, а не стимулировать его, что запускает порочный круг: больше $PaCO_2$ — дальнейшее угнетение дыхания — еще выше $PaCO_2$ — остановка дыхания [12]. Другой проблемой быстрого нарастания гиперкапнии является вазодилатация артериол головного мозга, что вызывает гиперперфузию мозга с развитием отека головного мозга, что также может привести к летальному исходу при гиперкапнической коме [11]. Третьей очевидной проблемой быстрого нарастания гиперкапнии будет развитие тяжелого дыхательного ацидоза [11]. Учитывая, что все эти нарушения происходят в процессе оксигенотерапии, уровень кислорода при этом будет нормальным, но чаще выявляется гипероксия с PaO_2 , превышающим 100 мм рт. ст., и сатурацией O_2 96–100 %. Углекислый наркоз, проявляющийся сонливостью и угнетением сознания и дыхания, обычно развивается постепенно в течение нескольких часов оксигенотерапии, но иногда может возникнуть и в первые 30 минут [3]. Если на фоне оксигенотерапии из-за нарастания гиперкапнии происходит угнетение дыхания, но эта ситуация была своевременно распознана, и сразу начата вспомогательная вентиляция легких, то гиперкапния и дыхательный ацидоз за счет этого быстро устраняются. Стоит отметить, что в данном случае важно не допустить избыточную вентиляцию, которая может привести к тяжелому дыхательному алкалозу из-за чрезмерного выведения углекислого газа. Если в палатном отделении после начала оксигенотерапии пациент остается без наблюдения и у него развивается кислород-индуцированная гиперкапния, то в случае тяжелой гиперкапнии возможно развитие углекислого наркоза, нарушения сознания, гиперкапнической комы и остановки дыхания, особенно если та-

кая ситуация происходит в ночное время. При развитии кислород-индуцированной гиперкапнии нельзя отменять оксигенотерапию, поскольку в этом случае PaO_2 сразу снижается до критического уровня. В подобной ситуации адекватной тактикой будет инициация респираторной поддержки или вспомогательной вентиляции легких [1].

Рекомендации по оксигенотерапии для предупреждения кислород-индуцированной гиперкапнии. Особенностью кислородотерапии при дыхательной недостаточности 2-го типа является высокая эффективность низкопоточковой оксигенотерапии для устранения тяжелой гипоксемии [11]. Поскольку в уравнении альвеолярного газа показатель FiO_2 умножается на показатель атмосферного давления минус давление паров воды (710 мм рт. ст.), то повышение FiO_2 с 0.21 (комнатный воздух) до 0.24 (скорость оксигенотерапии 1 л в минуту) приведет к увеличению PaO_2 на 20 мм рт. ст. Поэтому критическая гипоксемия с PaO_2 40 мм рт. ст. может быть купирована оксигенотерапией с FiO_2 0.24–0.28 (скорость подачи кислорода 1–2 л в минуту) до безопасного уровня PaO_2 60 мм рт. ст. и сатурации 88–92 %, что признается безопасным уровнем при коррекции гипоксемии для таких пациентов [8]. Хороший ответ PaO_2 на низкопоточную оксигенотерапию характерен именно для дыхательной недостаточности 2-го типа. Стандартные клинические рекомендации по оксигенотерапии у пациентов с обострением ХОБЛ поддерживают низкопоточную оксигенотерапию с титрацией до целевой сатурации 88–92 % [8].

При оказании неотложной помощи пациентам с дыхательной недостаточностью в первую очередь оценивается показатель сатурации гемоглобина с помощью пульсоксиметрии, при выявлении гипоксемии начинается кислородотерапия. Но пульсоксиметрия дает представление только о тяжести гипоксемии, оценка гиперкапнии возможна только при проведении анализа газов артериальной (капиллярной) крови. Клинические признаки гиперкапнии неспецифичны, наиболее определенный признак тяжелой гиперкапнии — тремор. Поэтому при первоначальной оценке, используя только показатель сатурации, врач не может достоверно диагностировать тип дыхательной недостаточности. Подавляющее большинство таких пациентов госпитализируется через систему скорой помощи, где у медицинского персонала из доступных методов оценки тяжести дыхательных нарушений есть только пульсоксиметрия. Анализ газов крови, как правило, доступен в стационарах. Поскольку в большинстве случаев при гипоксемии оксигенотерапия начинается сразу в рамках неотложной помощи, когда еще не определен тип дыхательной недостаточности, так как анализ газов крови недоступен, существует риск, что оксигенотерапия будет назначена пациенту с гиперкапнической дыхательной недостаточностью. В этом случае назначение титруемой низкопоточковой кислородотерапии (скорость подачи кислорода 1–2 л в минуту или через маску Вентури 24 %-ная или 28 %-ная кислородная смесь) может быть относительно безопасным и является рекомендованным методом оксигенотерапии пациентам с обострением ХОБЛ как на догоспитальном, так и стационарном этапах [8].

После начала оксигенотерапии необходимо проводить тщательное наблюдение и повторную оценку состояния пациента, особенно важно здесь оценивать уровень сознания, поскольку любое угнетение сознания в этой ситуации может свидетельствовать об углекислом наркозе. После начала оксигенотерапии, кроме пульсоксиметрии, рекомендуется повторная оценка газов крови для контроля PaCO_2 и pH, чтобы своевременно выявить нарастание гиперкапнии и / или ухудшение дыхательного ацидоза [8]. Оксигенотерапия должна назначаться и контролироваться, как любое другое лекарственное вмешательство: первоначальное дозирование кислородного потока с помощью флюметра или маски Вентури, титрация оксигенотерапии до целевого уровня сатурации, не превышение целевых значений сатурации (88–92 % у пациентов с обострением ХОБЛ), оценка возможных неблагоприятных реакций [16]. Оксигенотерапия при обострении ХОБЛ является только поддерживающей мерой для устранения критической гипоксемии, пациенты должны также получать адекватную бронхолитическую терапию, системные кортикостероиды и антибиотики.

Оксигенотерапия может уменьшить только гипоксемию, не влияя или ухудшая показатель PaCO_2 , поэтому для улучшения легочной вентиляции пациентам с дыхательной недостаточностью 2-го типа, кроме титруемой низкопоточной оксигенотерапии, рекомендуется проведение дополнительной респираторной поддержки, в первую очередь — неинвазивной вентиляции легких (НВЛ) при условии сохранения сознания и спонтанного дыхания. Основным показанием к началу НВЛ является респираторный ацидоз с $\text{PaCO}_2 > 45$ мм рт. ст. и $\text{pH} \leq 7.35$ [8]. При недоста-

точной эффективности НВЛ, нарушении сознания, угрожающей гипоксемии и тяжелой гемодинамической нестабильности пациент переводится на инвазивную вентиляцию легких [8].

Обучение медицинских работников. Несмотря на существующие клинические рекомендации по оксигенотерапии у пациентов с обострениями ХОБЛ, на практике нередко встречаются ситуации, когда неконтролируемая высокопоточная оксигенотерапия назначается таким пациентам как на догоспитальном, так и госпитальном этапах [4; 5; 16–19]. Так, в 2013 г. были опубликованы результаты аудита оказания госпитальной медицинской помощи пациентам с обострением ХОБЛ, включившего 384 стационаров из 13 стран Европы. По результатам аудита 85 % пациентов получали контролируемую оксигенотерапию, 82 % пациентам при поступлении проводили анализ газов крови [16]. Последние похожие исследования, оценивающие правильность назначения оксигенотерапии госпитализированным пациентам с обострением ХОБЛ, также показывают, что рекомендации не соблюдаются более чем в 20 % случаев [17; 18]. В другом исследовании, где оценивалась оксигенотерапия при обострении ХОБЛ на догоспитальном этапе, избыточная оксигенотерапия с сатурацией выше целевых значений 92 % была выявлена в 88 % случаев [19].

Проблемы осложнений оксигенотерапии, включая кислород-индуцированную гиперкапнию, в полном объеме излагаются в руководствах по респираторной медицине для врачей, в первую очередь для реаниматологов. Но в проведении оксигенотерапии принимают участие медицинские работники многих специальностей неотложной амбулаторной и стационарной помощи, включая и средний медицинский персонал. Образовательные программы для медицинских работников, непосредственно участвующих в обеспечении оксигенотерапии, и простые локальные протоколы по неотложной помощи, включая оксигенотерапию, могут улучшить ситуацию с обеспечением безопасности оксигенотерапии [20].

Заключение. Кислород-индуцированная гиперкапния — давно известное осложнение оксигенотерапии у пациентов с дыхательной недостаточностью 2-го типа, чаще всего встречающейся у пациентов с обострением ХОБЛ, которое приводит к повышению риска смерти. Длительное время единственным патофизиологическим механизмом развития этого осложнения считалось устранение гипоксического стимула, но исследования последних двух десятилетий показали, что основной вклад в развитие кислород-индуцированной гиперкапнии вносит устранение гипоксической вазоконстрикции и эффект Холдейна. Клинические рекомендации регламентируют титрование низкопоточной оксигенотерапии у пациентов с обострением ХОБЛ в качестве стратегии более безопасной, чем высокопоточная оксигенотерапия в ситуации, когда недоступен анализ газов крови и невозможно достоверно установить тип дыхательной недостаточности. Аудит реальной клинической практики показал, что на госпитальном этапе эти рекомендации соблюдаются в 80–85 % случаев, однако на догоспитальном этапе только в 50 % случаев. Следовательно, крайне важным представляется обучение всех медицинских работников правилам безопасной оксигенотерапии, включая средний медицинский персонал, который осуществляет оксигенотерапию в своей практике.

Список источников

1. Авдеев С. Н. Патофизиология обострений хронической обструктивной болезни легких // Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2019. № 2. С. 75–82. doi: 10.21292/2078-5658-2019-16-2-75-82.
2. Респираторная медицина : руководство : в 3 т. / под ред. А. Г. Чучалина. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Литтерра, 2017. Т. 3. 464 с.
3. Sarkar M., Madabhavi I., Kadakol N. Oxygen-induced hypercapnia: physiological mechanisms and clinical implications // *Monaldi Arch Chest Dis*. 2022. No 93 (3). Pp. 1–39. doi: 10.4081/monaldi.2022.2399. PMID: 36412131.
4. Denniston A. K., O'Brien C., Stableforth D. The use of oxygen in acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: a prospective audit of pre-hospital and hospital emergency management // *Clin Med (Lond)*. 2002. No 5. Pp. 449–451. doi: 10.7861/clinmedicine.2-5-449. PMID: 12448594; PMCID: PMC4953087.
5. Wijesinghe M., Perrin K., Healy B., Hart K., Clay J., Weatherall M., Beasley R. Pre-hospital oxygen therapy in acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease // *Intern Med J*. 2011. No 8. Pp. 618–622. doi: 10.1111/j.1445-5994.2010.02207.x. Epub 2010 Feb 26. PMID: 20214690.
6. Austin M. A., Wills K. E., Blizzard L. et al. Effect of high flow oxygen on mortality in chronic obstructive pulmonary disease patients in prehospital setting: randomised controlled trial // *BMJ*. 2010. Vol. 341. Pp. 1–8. doi: 10.1136/bmj.c5462. PMID: 20959284; PMCID: PMC2957540.

7. Kopsaftis Z., Carson-Chahhoud K. V., Austin M. A., Wood-Baker R. Oxygen therapy in the pre-hospital setting for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease // *Cochrane Database Syst Rev.* 2020. No 1. Pp. 1–27. doi: 10.1002/14651858.CD005534.pub3. PMID: 31934729; PMCID: PMC6984654.
8. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease, 2024 Report. URL: <https://goldcopd.org/2024-gold-report/> (дата обращения: 10.01.2024).
9. Abdo W. F., Heunks L. M. Oxygen-induced hypercapnia in COPD: myths and facts // *Crit Care.* 2012. No 5. Pp. 1–4. doi: 10.1186/cc11475. PMID: 23106947; PMCID: PMC3682248.
10. Быков А. О., Проценко Д. Н., Шифман Е. М. и др. Оксигенотерапия у пациентов с дыхательной недостаточностью : учебное пособие для практикующих врачей и клинических ординаторов. М.: ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2023. 75 с.
11. Hennessey I. A. M., Japp A. G. *Arterial Blood Gases Made Easy.* Elsevier, 2016. 176 p.
12. Hall J. E., Hall M. E. *Guyton and Hall Textbook Of Medical Physiology*, 14 ed. Elsevier, 2020. 1152 p.
13. Rialp G., Raurich J. M., Llompарт-Pou J. A., Ayestarán I. Role of Respiratory Drive in Hyperoxia-Induced Hypercapnia in Ready-to-Wean Subjects With COPD // *Respir Care.* 2015. No 3. Pp. 328–334. doi: 10.4187/respcare.03270. Epub 2014 Dec 9. PMID: 25492961.
14. Grimmer B., Kuebler W. M. The endothelium in hypoxic pulmonary vasoconstriction // *J Appl Physiol.* 2017. No 6. Pp. 1635–1646. doi: 10.1152/jappphysiol.00120.2017.
15. Brill S. E., Wedzicha J. A. Oxygen therapy in acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease // *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2014. No 9. Pp. 1241–1252. doi: 10.2147/COPD.S41476. PMID: 25404854; PMCID: PMC4230177.
16. Roberts C. M., Lopez-Campos J. L., Pozo-Rodriguez F., Hartl S. European COPD Audit team. European hospital adherence to GOLD recommendations for chronic obstructive pulmonary disease (COPD) exacerbation admissions // *Thorax.* 2013. No 12. Pp. 1169–1171. doi: 10.1136/thoraxjnl-2013-203465. Epub 2013 Jun 1. PMID: 23729193.
17. Deshpande S., Datey N., Liacos A. et al. Acute oxygen use in hospitalised patients with chronic obstructive pulmonary disease is guideline discordant // *Intern Med J.* 2021. No 5. Pp. 780–783. doi: 10.1111/imj.15318. PMID: 34047025.
18. Anderson J., Hoang T., Hay K., Tay G. Evaluation of inpatient oxygen therapy in hypercapnic chronic obstructive pulmonary disease // *Intern Med J.* 2021. No 5. Pp. 654–659. doi: 10.1111/imj.15070. PMID: 32981213.
19. Ringbaek T. J., Terkelsen J., Lange P. Outcomes of acute exacerbations in COPD in relation to pre-hospital oxygen therapy // *Eur Clin Respir J.* 2015. No 2. Pp. 1–6. doi: 10.3402/ecrj.v2.27283. PMID: 26557264; PMCID: PMC4629769.
20. Nippers I., Sutton A. Oxygen therapy: professional compliance with national guidelines // *Br J Nurs.* 2014. No 7. Pp. 382–386. doi: 10.12968/bjon.2014.23.7.382. PMID: 24732992.

References

1. Avdeev S. N. Pathophysiology of exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Vestnik anesteziologii i reanimatologii [Bulletin of anesthesiology and intensive care Bulletin of anesthesiology and intensive care]*. 2019. No 2. Pp. 75–82. doi: 10.21292/2078-5658-2019-16-2-75-82. (In Russ.)
2. *Respiratornaya medicina: rukovodstvo : v 3 t.* [Respiratory medicine: a guide in 3 volumes]. Edited by A. G. Chuchalin. 2nd ed., reprint. and an additional one. Moscow: Litterra, 2017. Vol. 3. 464 p. (In Russ.)
3. Sarkar M., Madabhavi I., Kadakol N. Oxygen-induced hypercapnia: physiological mechanisms and clinical implications. *Monaldi Arch Chest Dis.* 2022. No 93 (3). Pp. 1–39. doi: 10.4081/monaldi.2022.2399. PMID: 36412131.
4. Denniston A. K., O'Brien C., Stableforth D. The use of oxygen in acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: a prospective audit of pre-hospital and hospital emergency management. *Clin Med (Lond)*. 2002. No 5. Pp. 449–451. doi: 10.7861/clinmedicine.2-5-449. PMID: 12448594; PMCID: PMC4953087.
5. Wijesinghe M., Perrin K., Healy B. et al. Pre-hospital oxygen therapy in acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Intern Med J.* 2011. No 8. Pp. 618–622. doi: 10.1111/j.1445-5994.2010.02207.x. Epub 2010 Feb 26. PMID: 20214690.
6. Austin M. A., Wills K. E., Blizzard L. et al. Effect of high flow oxygen on mortality in chronic obstructive pulmonary disease patients in prehospital setting: randomised controlled trial. *BMJ.* 2010. Vol. 341. Pp. 1–8. doi: 10.1136/bmj.c5462. PMID: 20959284; PMCID: PMC2957540.
7. Kopsaftis Z., Carson-Chahhoud K. V., Austin M. A., Wood-Baker R. Oxygen therapy in the pre-hospital setting for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2020. No 1. Pp. 1–27. doi: 10.1002/14651858.CD005534.pub3. PMID: 31934729; PMCID: PMC6984654.

8. *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease, 2024 Report*. Available at: <https://goldcopd.org/2024-gold-report/> (accessed: 10.01.2024).

9. Abdo W. F., Heunks L. M. Oxygen-induced hypercapnia in COPD: myths and facts. *Crit Care*. 2012. No 5. Pp. 1–4. doi: 10.1186/cc11475. PMID: 23106947; PMCID: PMC3682248.

10. Bykov A. O., Procenko D. N., SHifman E. M. et al. *Oksigenoterapiya u pacientov s dyhatel'noj nedostatochnost'yu : uchebnoe posobie dlya praktikuyushchih vrachej i klinicheskikh ordinatorov* [Oxygen therapy in patients with respiratory insufficiency : a textbook for practitioners and clinical residents]. Moscow: GBU «NIO-ZMM DZM», 2023. 75 p. (In Russ.)

11. Hennessey I. A. M., Japp A. G. *Arterial Blood Gases Made Easy*. Elsevier, 2016. 176 p.

12. Hall J. E., Hall M. E. *Guyton and Hall Textbook Of Medical Physiology, 14 ed*. Elsevier, 2020. 1152 p.

13. Rialp G., Raurich J. M., Llompert-Pou J. A., Ayestarán I. Role of Respiratory Drive in Hyperoxia-Induced Hypercapnia in Ready-to-Wean Subjects With COPD. *Respir Care*. 2015. No 3. Pp. 328–334. doi: 10.4187/respcare.03270. Epub 2014 Dec 9. PMID: 25492961.

14. Grimmer B., Kuebler W. M. The endothelium in hypoxic pulmonary vasoconstriction. *J Appl Physiol*. 2017. No 6. Pp. 1635–1646. doi: 10.1152/jappphysiol.00120.2017.

15. Brill S. E., Wedzicha J. A. Oxygen therapy in acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2014. No 9. Pp. 1241–1252. doi: 10.2147/COPD.S41476. PMID: 25404854; PMCID: PMC4230177.

16. Roberts C. M., Lopez-Campos J. L., Pozo-Rodriguez F., Hartl S. European COPD Audit team. European hospital adherence to GOLD recommendations for chronic obstructive pulmonary disease (COPD) exacerbation admissions. *Thorax*. 2013. No 12. Pp. 1169–1171. doi: 10.1136/thoraxjnl-2013-203465. Epub 2013 Jun 1. PMID: 23729193.

17. Deshpande S., Datey N., Liacos A. et al. Acute oxygen use in hospitalised patients with chronic obstructive pulmonary disease is guideline discordant. *Intern Med J*. 2021. No 5. Pp. 780–783. doi: 10.1111/imj.15318. PMID: 34047025.

18. Anderson J., Hoang T., Hay K., Tay G. Evaluation of inpatient oxygen therapy in hypercapnic chronic obstructive pulmonary disease. *Intern Med J*. 2021. No 5. Pp. 654–659. doi: 10.1111/imj.15070. PMID: 32981213.

19. Ringbaek T. J., Terkelsen J., Lange P. Outcomes of acute exacerbations in COPD in relation to pre-hospital oxygen therapy. *Eur Clin Respir J*. 2015. No 2. Pp. 1–6. doi: 10.3402/ecrj.v2.27283. PMID: 26557264; PMCID: PMC4629769.

20. Nippers I., Sutton A. Oxygen therapy: professional compliance with national guidelines. *Br J Nurs*. 2014. No 7. Pp. 382–386. doi: 10.12968/bjon.2014.23.7.382. PMID: 24732992.

Информация об авторах

Ильных Елена Игоревна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры терапии, Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина (167001, Россия, Сыктывкар, Октябрьский пр., 55)

Корелина Анна Игоревна, преподаватель кафедры терапии, Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина (167001, Россия, Сыктывкар, Октябрьский пр., 55)

Information about the authors

Elena I. Ilinykh, Associate Professor of the Department of Therapy, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University (55, Oktyabrsky prosp., Syktyvkar, 167000, Russia)

Anna I. Korelina, Assistant at the Department of Therapy, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University (55, Oktyabrsky prosp., Syktyvkar, 167000, Russia)

Статья поступила в редакцию / The article was submitted 22.01.2024

Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing 23.01.2024

Принята к публикации / Accepted for publication 26.01.2024

Научная статья / Article

УДК 612.171

<https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-45>

Исследование действия прон-позиции на показатели электрокардиограммы человека

Надежда Геннадьевна Русских¹, Александра Николаевна Игнатова²,
Елизавета Александровна Паршукова³, Анастасия Михайловна Оскаленко⁴

Научно-исследовательская лаборатория «Проблемы гипоксии»

ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина»,
Сыктывкар, Россия,

¹ rung76@mail.ru, ² sandraign@mail.ru, ³ liza23psh@gmail.com, ⁴ nastya.oskalenko@bk.ru

Аннотация. Целью работы является рассмотрение влияния прон-позиции на частоту сердечных сокращений (ЧСС) и длительность интервалов PP и сегментов TP у здорового человека. Использована регистрация ЭКГ во II стандартном отведении у 18 мужчин в возрасте от 18 до 22 лет до и после прон-позиции. Показано, что в среднем по группе и по индивидуальным данным прон-позиция сопровождается увеличением ЧСС и соответствующим уменьшением интервалов PP и сегментов TP.

Ключевые слова: электрокардиограмма, интервал PP, сегмент TP, электрическая диастола, прон-позиция

Для цитирования: Русских Н. Г., Игнатова А. Н., Паршукова Е. А., Оскаленко А. М. Исследование действия прон-позиции на показатели электрокардиограммы человека // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Естественные науки. Медицина. 2024. № 1. С. 45–49. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-45>

Results of heart rate and electrocardiogram in pron position in a healthy person

Nadezhda G. Russkikh¹, Alexandra N. Ignatova², Elizaveta A. Parshukova³, Anastasia M. Oskalenko⁴

Research Laboratory "Problems of Hypoxia" of Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar, Russia,

¹ rung76@mail.ru, ² sandraign@mail.ru, ³ liza23psh@gmail.com, ⁴ nastya.oskalenko@bk.ru

Abstract. The purpose of the work is to consider the influence of prone position on heart rate (HR) and the duration of PP intervals and TP segments in a healthy person. We used ECG recording in standard lead II in 18 men aged 18 to 22 years before and after prone position. It has been shown that, on average for the group and according to individual data, the prone position is accompanied by an increase in heart rate and a corresponding decrease in PP intervals and TP segments.

Keywords: electrocardiogram, PP interval, TP segment, electrical diastole, prone position

For citation: Russkikh N. G., Ignatova A. N., Parshukova E. A., Oskalenko A. M. Results of heart rate and electrocardiogram in pron position in a healthy person. *Vestnik Syktyvkarского университета. Seriya 2: Estestvoznaniye. Medicina = Syktyvkar University Bulletin. Series 2: Natural science. Medicine.* 2024. 1: 45–49. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-45>

Введение. Прон-позиция, или позиция лёжа на животе, — часто встречающийся метод положения пациентов для облегчения искусственной вентиляции легких в условиях стационара. Актуальность ее применения в клинической практике доказана пандемией COVID-19 во всем мире. Электрокардиография является важным инструментом исследования сердечно-сосудистой системы. Она позволяет изучить электрическую активность сердца и обнаружить возможные аномалии в его работе [1–5].

Особенности работы сердца в условиях прон-позиции исследованы с применением методов УЗИ [3]. Результаты применения методов ЭКГ для изучения действия прон-позиции на работу сердца в доступной литературе нами не встречено.

В связи с этим целью данной работы является рассмотрение влияния прон-позиции на частоту сердечных сокращений (ЧСС) и длительность интервалов РР и сегментов ТР у здорового человека.

Материал и методы. Проведен одномоментный анализ на базе научно-исследовательской лаборатории «Проблемы гипоксии» Сыктывкарского государственного университета им. Питирима Сорокина в период с 01.10.2023 по 31.10.2023. В работе участвовали студенты мужского пола Сыктывкарского государственного университета им. Питирима Сорокина (n=18) без сопутствующих хронических заболеваний и в отсутствии острого заболевания в период проведения обследования. Средний возраст составил 20 ± 2 лет, ИМТ — 24 ± 2 . ИМТ рассчитан по формуле: $ИМТ = m/h^2$, где m — масса тела в килограммах, h — рост в метрах [6; 7]. Все подписали добровольное согласие на участие в обследовании.

Таблица

ЧСС, длительность интервала РР и сегмента ТР до (А) и после прон-позиции (Б) (n=18)

ФИО	ЧСС уд./мин.		РР, с		ТР, с	
	А	Б	А	Б	А	Б
ББ	72 ± 3	84 ± 17	0.84 ± 0.04	0.74 ± 0.15	0.34 ± 0.05	0.24 ± 0.15
ЖД	66 ± 3	86 ± 11	0.91 ± 0.04	0.71 ± 0.09	0.34 ± 0.05	0.17 ± 0.09
ГЕ	55 ± 5	64 ± 8	1.11 ± 0.11	0.95 ± 0.12	0.56 ± 0.11	0.39 ± 0.12
КС	59 ± 5	82 ± 8	1.02 ± 0.09	0.74 ± 0.07	0.45 ± 0.09	0.18 ± 0.07
ШЛ	55 ± 3	80 ± 6	1.08 ± 0.06	0.75 ± 0.06	0.52 ± 0.06	0.25 ± 0.05
НР	58 ± 5	86 ± 4	1.04 ± 0.09	0.70 ± 0.03	0.50 ± 0.09	0.19 ± 0.03
АД	88 ± 3	105 ± 6	0.68 ± 0.02	0.57 ± 0.03	0.20 ± 0.02	0.14 ± 0.04
ЖС	92 ± 4	100 ± 3	0.66 ± 0.03	0.60 ± 0.02	0.16 ± 0.04	0.14 ± 0.03
ПН	74 ± 8	96 ± 6	0.82 ± 0.10	0.63 ± 0.04	0.31 ± 0.10	0.15 ± 0.05
ГМ	55 ± 4	68 ± 5	1.10 ± 0.09	0.89 ± 0.06	0.58 ± 0.09	0.37 ± 0.07
СД	68 ± 3	81 ± 6	0.88 ± 0.03	0.75 ± 0.06	0.37 ± 0.05	0.25 ± 0.05
СИ	90 ± 5	106 ± 5	0.67 ± 0.04	0.57 ± 0.03	0.21 ± 0.03	0.13 ± 0.04
ЦР	95 ± 4	112 ± 7	0.63 ± 0.03	0.54 ± 0.03	0.12 ± 0.03	0.02 ± 0.01
ЛА	60 ± 5	81 ± 7	1.01 ± 0.10	0.74 ± 0.07	0.43 ± 0.10	0.20 ± 0.07
СЕ	74 ± 5	101 ± 3	0.81 ± 0.06	0.59 ± 0.02	0.33 ± 0.06	0.12 ± 0.02
ПА	79 ± 7	86 ± 12	0.77 ± 0.07	0.71 ± 0.09	0.26 ± 0.07	0.20 ± 0.09
СД	64 ± 3	86 ± 3	0.94 ± 0.04	0.70 ± 0.03	0.41 ± 0.03	0.21 ± 0.03
РД	76 ± 5	81 ± 1	0.80 ± 0.05	0.74 ± 0.01	0.30 ± 0.05	0.24 ± 0.02
М	71	88	0.88	0.74	0.35	0.18
SD	14	13	0.16	0.11	0.14	0.09
min	55	64	0.63	0.54	0.12	0.02
max	95	112	0.11	0.95	0.58	0.39

Проводилась электрокардиограмма во II стандартном отведении с помощью аппаратно-программного комплекса «Поли-Спектр» («Нейрософт», г. Иваново) по следующей методике: в положении лёжа на спине (положение А) через 2–3 минуты записывали ЭКГ; следующая запись в прон-позиции (положение Б) в течение первых 10 сек. Целевые показатели: интервал РР (с), сегмент ТР (с), ЧСС (уд./мин.).

Интервалы элементов ЭКГ измеряли по 10 кардиоциклам в каждом положении индивидуально в миллиметрах с пересчетом в секунды для определения их длительности (50 мм = 1 с). Интервал РР измерялся от начала зубца Р (Р — волна представляет собой отражение электрической активации предсердий) первого цикла до начала зубца Р следующего цикла [8]. Интервал ТР измерялся от окончания зубца Т (Т — волна отражает восстановление электрического потенциала миокарда после сокращения желудочков) до начала следующего зубца Р. ЧСС рассчитывали по формуле 60/РР.

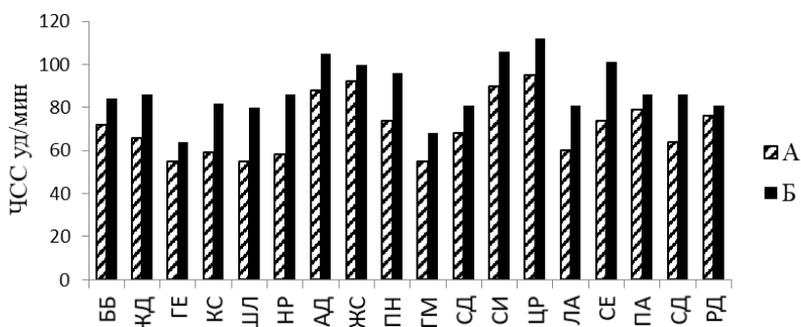


Рис. 1. Индивидуальные ЧСС до (А) и после прон-позиции (Б)

Статистическую обработку результатов проводили с помощью пакета прикладных программ Excel 2018. В работе учитывали средние арифметические значения (M), стандартные отклонения (SD) и лимиты (min, max). При обработке результатов использовали метод парных сравнений по критерию знаков z [9], уровень значимости различий при этом принимали $p < 0.05$.

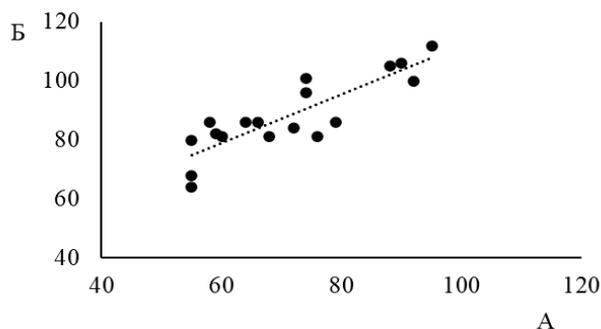


Рис. 2. Корреляции между ЧСС (уд./мин.) до (А) и после действия прон-позиции (Б)

Результаты и их обсуждение. Результаты обработки материалов, полученных в контроле и при действии прон-позиции, приведены в таблице.

В среднем ЧСС повысилась в ответ на действие прон-позиции на 24 %. Но, как известно, средние данные нивелируют индивидуальные, по показателям которых результаты ЧСС практически у всех так или иначе увеличились — от 7 до 48 % при парном сравнении с помощью z-критерия ($p < 0.05$) (рис. 1).

Корреляция между ЧСС до и после прон-позиции составляет 0.86 (рис. 2).

Длительности элементов ЭКГ в контроле соответствуют ЧСС в 70–71 уд./мин., что отвечает нормам для данного возраста [10]. В контроле интервалы РР и сегменты ТР в среднем отличаются большой изменчивостью (табл.). Длительность сегмента ТР, т. е. электрической диастолы, колеблется в пределах 0.46 с (разница — примерно в 3.8 раза между крайними значениями), общей сократительной активности сердца (кардиоинтервала РР) — в пределах 0.48 с (разница 76 % между крайними значениями). После действия прон-позиции длительность кардиоинтервала РР в среднем уменьшается на 16 % (по индивидуальным показателям от 9 до 33 %) против контроля, сегмента ТР — на 49 % (по индивидуальным значениям от 13 до 83 %). Между показателями длительности интервалов РР и сегментов ТР в контроле и в ответ на прон-позицию проявляется разный уровень взаимосвязи: между РР — 0.83, между ТР — 0.79 (рис. 3).

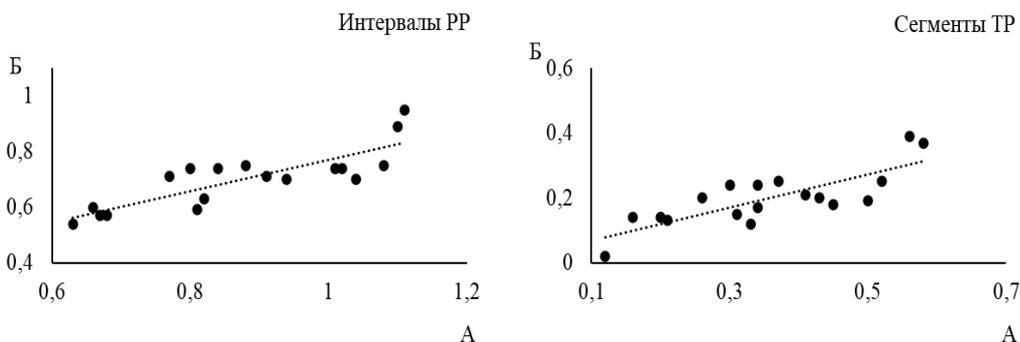


Рис. 3. Корреляции между длительностями интервалов PP (с) и сегментов TP (с) до (А) и после действия прон-позиции (Б)

Проведенное обследование показало, что прон-позиция может быть полезным способом для оптимизации сердечно-сосудистых процессов в стрессовых ситуациях, а также при необходимости медицинского вмешательства.

Заключение. Полученные результаты показывают возможность использования прон-позиции в лабораторной и клинической практике. Поэтому представляется интересным продолжить обследование людей с использованием электрокардиограммы в условиях прон-позиции.

Благодарность. Авторы выражают благодарность научному руководителю д-ру биол. наук, профессору Л. И. Иржаку за общее руководство и д-ру мед. наук, доценту Н. Н. Кораблевой за помощь в организации исследования.

Список источников

1. Шилин Д. С., Шаповалов К. Г. Гемодинамика при переводе в прон-позицию пациентов с COVID-19 // *Общая реаниматология*. 2021. Т. 17. № 3. С. 32–41.
2. Prone and Supine 12-Lead ECG Comparisons: Implications for Cardiac Assessment During Prone Ventilation for COVID-19 // *JACC Clin Electrophysiol*. 2021. Vol. 7 (11). Pp. 1348–1357.
3. Нужный В. П., Дерновой Б. Ф., Киблер Н. А. и др. Функционирование сердца человека в положении лежа // *Кардиология*. 2023. № 63 (1). С. 42–47.
4. Дерновой Б. Ф., Нужный В. П., Прошева В. И. Внутрисердечная гемодинамика человека при изменении положения тела в прон-позицию // *Медико-физиологические основы спортивной деятельности на Севере: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции*. Сыктывкар, 2021. С. 4–7.
5. Impact of Prone Position on 12-Lead Electrocardiogram in Healthy Adults: A Comparison Study with Standard Electrocardiogram. *Cardiol Res Pract*. 2021. 8 p.
6. Лемешко Е. В., Губкин С. В. Методы оценки индекса массы тела (ИМТ) и уровня содержания жировой ткани в организме человека // *Военная медицина*. 2009. № 3 (12). С. 144–146.
7. Умаров М. М., Цеменовский М. А., Маслоков А. В. Анализ исследования физического развития студентов с помощью соматометрических методик измерений // *Обзор педагогических исследований*. 2022. Т. 4. № 5. С. 72–76.
8. Иванов Г. Г., Дворников В. Е., Сбеитан С. Анализ показателей структуры variability ритма сердца у здоровых лиц по данным PP- и PR-интервалов // *Вестник РУДН. Сер.: Медицина*. 2007. № 4. С. 26–33.
9. Рудой А. С., Урываев А. М., Литвиненко А. М., Денещук Ю. С. Z-критерий как оптимальный параметр оценки эхокардиографических размеров корня аорты в норме и патологии // *Медицинский журнал*. 2015. № 1. С. 132–139.
10. Иржак Л. И., Попов И. В., Оникул Е. В. и др. Длительность интервалов электрокардиограммы человека в постнатальном онтогенезе // *Журнал эволюционной биохимии и физиологии*. 2018. Т. 54. № 5. С. 365–369.

References

1. Shilin D. S., Shapovalov K. G. Hemodynamics when transferring patients with COVID-19 to the prone position. *Obshchaya reanimatologiya* [General resuscitation]. 2021. Vol. 17. No 3. Pp. 32–41. (In Russ.)
2. Prone and Supine 12-Lead ECG Comparisons: Implications for Cardiac Assessment During Prone Ventilation for COVID-19. *JACC Clin Electrophysiol*. 2021. Vol. 7 (11). Pp. 1348–1357.
3. Nuzhny V. P., Dernovoy B. F., Kibler N. A. et al. Functioning of the human heart in the supine position. *Kardiologiya* [Cardiology]. 2023. No 63 (1). Pp. 42–47. (In Russ.)
4. Dernovoy B. F., Nuzhny V. P., Prosheva V. I. Intracardiac hemodynamics of a person when changing the body position into a prone position. *Mediko-fiziologicheskie osnovy sportivnoj deyatel'nosti na Severe : materialy IV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Medical and physiological foundations of sports activity in the North. Materials of the IV All-Russian scientific-practical conference]. Syktyvkar, 2021. Pp. 4–7. (In Russ.)
5. *Impact of Prone Position on 12-Lead Electrocardiogram in Healthy Adults: A Comparison Study with Standard Electrocardiogram*. *Cardiol Res Pract*. 2021. 8 p.
6. Lemesheko E. V., Gubkin S. V. Methods for assessing body mass index (BMI) and the level of adipose tissue in the human body. *Voennaya medicina* [Military Medicine]. 2009. No 3 (12). Pp. 144–146. (In Russ.)
7. Umarov M. M., Tsemenovsky M. A., Maslyukov A. V. Analysis of the study of physical development of students using somatometric measurement techniques. *Obzor pedagogicheskikh issledovanij* [Review of pedagogical research]. 2022. Vol. 4. No 5. Pp. 72–76. (In Russ.)
8. Ivanov G. G., Dvornikov V. E., Sbeitan S. Analysis of indicators of the structure of heart rate variability in healthy individuals according to PP and PR intervals. *Vestnik RUDN. Series Medicina* [Bulletin of RUDN. Series Medicine]. 2007. No 4. Pp. 26–33. (In Russ.)
9. Rudoy A. S., Uryvaev A. M., Litvinenko A. M., Deneshchuk Yu. S. Z-criterion as an optimal parameter for assessing echocardiographic dimensions of the aortic root in health and pathology. *Medicinskij zhurnal* [Medical Journal]. 2015. No 1. Pp. 132–139. (In Russ.)
10. Irzhak L. I., Popov I. V., Onikul E. V. et al. Duration of human electrocardiogram intervals in postnatal ontogenesis. *Zhurnal evolyucionnoj biohimii i fiziologii* [Journal of evolutionary biochemistry and physiology]. 2018. Vol. 54. No 5. Pp. 365–369. (In Russ.)

Информация об авторах

Русских Надежда Геннадьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и физической культуры, Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина (167001, Сыктывкар, Россия, Октябрьский пр., 55)

Игнатова Александра Николаевна, студентка группы 9336-ЛД Медицинского института, Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина (167001, Россия, Сыктывкар, Октябрьский пр., 55)

Паршукова Елизавета Александровна, студентка группы 953-ПД Медицинского института, Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина (167001, Россия, Сыктывкар, Октябрьский пр., 55)

Оскаленко Анастасия Михайловна, студентка группы 953-ПД Медицинского института, Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина (167001, Россия, Сыктывкар, Октябрьский пр., 55)

Information about the authors

Nadezhda G. Russkikh, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Life Safety and Physical Education, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University (55, Oktyabrsky prosp., Syktyvkar, 167001, Russia)

Alexandra N. Ignatova, student of group 953-ПД of the Medical Institute, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University (55, Oktyabrsky prosp., Syktyvkar, 167001, Russia)

Elizaveta A. Parshukova, student of group 953-ПД of the Medical Institute, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University (55, Oktyabrsky prosp., Syktyvkar, 167001, Russia)

Anastasia M. Oskalenko, student of group 953-ПД of the Medical Institute, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University (55, Oktyabrsky prosp., Syktyvkar, 167001, Russia)

Статья поступила в редакцию / The article was submitted

17.01.2024

Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing

23.01.2024

Принята к публикации / Accepted for publication

26.01.2024

Научная статья / Article

УДК 624.131.3:551.3:711.12:711.434(476.2-21 Гомель)
<https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-50>

**Инженерное освоение природно-урбанизированной системы Гомеля
в историческом аспекте и ее районирование по проявлению процессов экогеодинамики**

Татьяна Александровна Мележ

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,
Гомель, Республика Беларусь, tatyana.melezh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0847-3366>

***Аннотация.** В работе приведено геоморфологическое описание природно-урбанизированной системы Гомеля, дан краткий исторический анализ инженерного освоения территории г. Гомеля. Определено, что инженерное освоение территорий затрагивает не только «удобные» городские пространства, но и так называемые «неудобные» земли — это территории условно не пригодные для застройки: пойменные и заболоченные территории, овраги, отработанные карьеры. В результате исследований автором разработано районирование территории г. Гомеля по проявлению процессов экогеодинамики и построена карта-схема «Районирование территории города Гомеля по проявлению процессов экодинамики».*

***Ключевые слова:** инженерное освоение, город Гомель, «неудобные» земли, пойменные территории, районирование, процессы экогеодинамики*

Для цитирования: Мележ Т. А. Инженерное освоение природно-урбанизированной системы Гомеля в историческом аспекте и ее районирование по проявлению процессов экогеодинамики // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Естественные науки. Медицина. 2024. № 1. С. 50–63. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-50>

**Engineering development of a naturally urbanized system Gomel
in the historical aspect and its zoning by the manifestation of the processes of ecogeodynamics**

Tatyana A. Melezh

Francysk Skaryna Gomel State University, Republic of Belarus, Gomel,
tatyana.melezh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0847-3366>

***Abstract.** The work provides a geomorphological description of the natural and urbanized system of Gomel, a brief historical analysis of the engineering development of the territory of the city of Gomel is given. It is determined that the engineering development of territories affects not only "convenient" urban spaces, but also so-called "inconvenient" lands — these are territories conditionally unsuitable for development: floodplain and wetlands, ravines, spent quarries.*

Because of the research, the author developed the zoning of the territory of Gomel according to the manifestation of exogeodynamic processes and built a schematic map "Zoning of the territory of the city of Gomel according to the manifestation of ecodynamic processes".

***Keywords:** engineering development, Gomel city, "inconvenient lands", floodplain territories, zoning, exogeodynamic processes*

For citation: Melezh T. A. Engineering development of a naturally urbanized system Gomel in the historical aspect and its zoning by the manifestation of the processes of ecogeodynamics. *Vestnik Syktyvkarского университета. Seriya 2: Estestvoznaniye. Medicina = Syktyvkar University Bulletin. Series 2: Natural science. Medicine.* 2024. 1: 50–63. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-50>

Территория г. Гомеля в тектоническом плане представляет собой область сочленения структурных элементов первого порядка: Воронежской антеклизы и Припятского прогиба. В геологическом строении территории г. Гомеля и его окрестностей принимают участие различные отложения: осадочная толща платформенного чехла подстилается наиболее древними метаморфизованными и дислоцированными архейско-протерозойскими ($AR-PR_1$) гранитами, сиенитами, гнейсами и кристаллическими сланцами фундамента. Платформенный чехол представлен отложениями палеозойской (PZ), мезозойской (MZ) и кайнозойской (KZ) групп. Отложения четвертичной системы (Q) на территории города широко распространены и повсеместно подстилаются отложениями палеогена (P). Они представлены преимущественно алевритами, глинистыми песками, алевролитами, глинами; иногда песками кварцевыми, в различной степени глауконитовыми и глинистыми киевской свиты эоцена (P_2kv). Максимальная вскрытая мощность — 19.8 м [1].

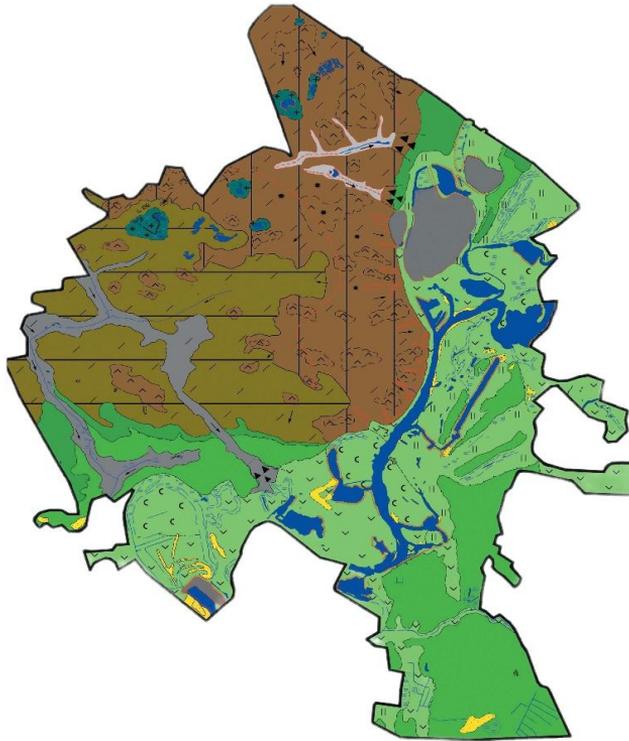


Рис. 1. Геоморфологическая карта Гомеля (масштаб 1:2250000).

Условные обозначения:

	Моренная равнина, полого-увалистая, с абсолютными высотами 138–142 м		Вторая надпойменная терраса, плоская и плоско-волнистая, абсолютные отметки 126–130 м
	Зандровая равнина (флювиогляциальная), с абсолютными высотами 132–138 м		Первая надпойменная терраса, плоско-волнистая, абсолютные отметки 120–126 м
	Участки долинного зандра, абсолютные высоты 132–134 м.		Пойма плоскобугристая, сегментно-гривистая, параллельно-гривистая, абсолютные отметки 116–120 м
	Ложбины стока талых ледниковых вод, абсолютные отметки 128–134 м		

Рельеф Гомеля и его ближайших окрестностей представлен полого-увалистой моренной равниной, пологоволнистой водно-ледниковой равниной, надпойменной террасой р. Сож в правобережной части и низменной аллювиальной равниной с пойменным микрорельефом левобережья (рис. 1).

Общий уклон поверхности города с севера на юг. Наиболее высокие отметки характерны для северной его части. Самая высокая точка — 144 м над уровнем моря — расположена на территории бывшего поселка Красный Октябрь у выхода ул. Советской за город. Наиболее низкие участки рельефа — в южной части города — 120–126 м; самая низкая точка — урез Сожа — 115 м над уровнем моря. Относительные превышения в пределах города 10–15 м [1]. Ширина фрагментов первой надпойменной террасы р. Сож колеблется от 2 до 6 м. Правый склон долины Сож крутой (40–45°), расчленен короткими и глубокими оврагами. Характерные отметки составляют 135–140 м над уровнем моря, 20–25 м над урезом воды в р. Сож. Наибольшие уклоны характерны для улиц Госпитальной, Баумана, Садовой и вдоль ул. Подгорной. Городское строительство ведется в основном в припойменной части р. Сож в южной и восточной части города, используются участки с намывными грунтами. Естественные отметки здесь 120–130 м над уровнем моря [1]. Новобелицкий район расположен в пойменной части и на первой надпойменной террасе. Абсолютные высоты поймы составляют 116–120 м над уровнем моря, относительные превышения — 2–4 м. Абсолютные отметки поверхности первой надпойменной террасы составляют 120–126 м, относительные превышения — 1–3 м.

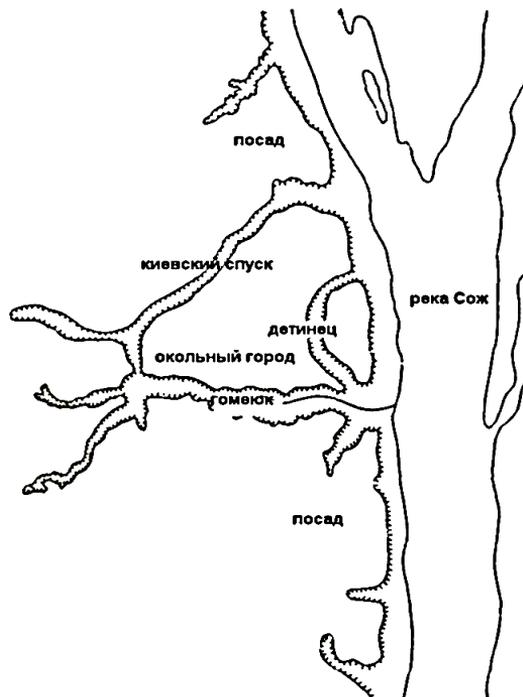


Рис. 2. План Гомеля XII–XIII вв. (по: [2])

Город Гомель является областным центром Гомельской области и представляет собой динамически развивающуюся территорию. На ранних этапах освоения территории инженерные сооружения представляли собой, в сравнении с современными, примитивные формы: деревянные, а впоследствии каменные мостовые, малоэтажная деревянная жилая застройка, мануфактурные производства и прочее. Современное общество стремится постоянно совершенствовать условия для жизни, т. е. осваивает новые территории (например, расширение площадей под застройку путем упрочнения свойств естественных горных пород методами силикатизации, уплотнения, трамбовки, создания искусственных насыпей), сооружает здания из стекла и бетона, бетонные мостовые переходы, магистральные автодороги, трубопроводы и прочее, тем самым нагрузка на грунт постоянно увеличивается, что может спровоцировать возникновение и развитие техногенных и техногенно-природных опасностей и рисков.

Площадь изучаемой территории увеличилась на 13855 га с момента появления города (XII–XIII вв.) по настоящее время (2023 г.), т. е. с 45 до 13900 га соответственно. Для сравнения, в

начале XX в. (1907 г.) площадь города составляла 1152 га, что на 12748 га меньше современного. Развитие города шло поэтапно. Планировочной первоосновой Гомеля был древнерусский детинец XI–XII вв. на высоком берегу р. Сож при впадении в нее р. Гомеюки (рис. 2).

В XVI–XVII вв. Гомель представлял собой замок с оборонительными сооружениями, на территории которого находился дворец, жилье зажиточных горожан, рыночная площадь. Во второй половине XVIII в. появившиеся на сухопутных связях поселения на Речицу, Могилев, Белицу и Поколюбичи закрепили основные оси, определяющие направления пространственного роста города: северное, северо-западное, западное и южное.

В конце XVIII — первой половине XIX в. была осуществлена регулярная перепланировка Гомеля. Вместо замка построен дворец П. А. Румянцева с обширным парком вокруг. Основой новой планировочной структуры стали три лучевых направления основных улиц, сходящихся на площади перед дворцом. К 1834 г. активно осваиваются территории на левом берегу р. Сож, где строится район Белица с четкой сетью прямоугольных кварталов. Во второй половине XIX — начале XX в. город получил значительное развитие за счет формирования промышленных районов и периферийных территорий усадебной застройки. С течением времени площадь города Гомеля постепенно возрастала, в городскую черту входили новые территории, ранее являвшиеся окраинами города либо его предместьями [2; 5].

В период со второй половины XIX — начала XX в. в городскую черту вошли следующие территории [2]:

- **Америка** — бывшая окраина Гомеля, сформировавшаяся во второй половине XIX — начале XX в., начиналась за ул. Кузнечной (ныне Интернациональная), условными границами являлись линия железной дороги, железнодорожный вокзал и конная площадь (ныне Центральный рынок). В настоящее время — Центральный район Гомеля.
- **Горелое болото** — исторический район города конца XIX — начала XX в., условными границами являлись улицы: Ветковская, Победы, Привокзальная площадь и ул. Рогачевская. В центральной части района было болото (рис. 3).

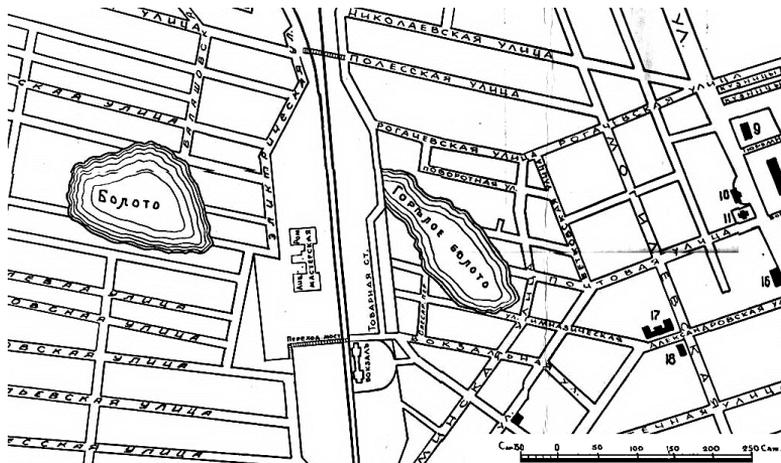


Рис. 3. Фрагмент плана города Гомеля по состоянию на 1910 г. (по: [2])

- **Кавказ** — бывшая окраина в северо-восточной части Гомеля, на высоком обрывистом берегу р. Сож; условные границы: улицы Хатаевича, Подгорная, Парижской Коммуны, Сожская и Чехова. Ныне эта территория входит в состав Центрального района.
- **Монастырек** — бывшее предместье в южной части города, начиналось за кузнечным мостом, условной границей является ул. Далекая и правый берег р. Сож.
- **Новая Белица, Белица** — бывший город, присоединенный к Гомелю как предместье в юго-восточной части города, на левом берегу р. Сож в 1854 г.
- **Свисток** — бывшая окраина в восточной части города, на правом берегу р. Сож, условные границы: часть ул. Портовой и Сожская, переходящая в крутой овраг-спуск к реке, ул. Набережная

вдоль р. Сож, ул. Пушкина и сквер им. А. А. Громыко. В настоящее время входит в Центральный район города.

• **Слобода** — бывший городской посад на правом берегу р. Сож, располагавшийся вдоль современных улиц Пролетарской и Комиссаровой.

На 1931 г., по данным карты управления военных топографов (съёмка 1923, 1926, 1929 гг.), в состав Гомеля не были включены следующие населенные пункты: д. Титеньки (район современного микрорайона «Гомсельмаш» в пределах современных улиц Проспект Космонавтов, ул. Озерная, ул. 50 лет Гомсельмаша, ул. Рошинская, ул. Богданова (но в то же время в 1928 г. состоялась закладка завода «Гомсельмаш», территориальную принадлежность к г. Гомелю определить пока не представляется возможным по историческим сведениям).

Граница города не является стационарной, она постоянно претерпевает изменения, что связано с вовлечением в своё городское пространство прилегающих сельских населенных пунктов, тем самым происходит увеличение площади и рост числа городских жителей и как следствие рост урбанизации и урбанизированных пространств. Так, в 2016 г. к территории города был присоединен рабочий поселок Костюковка и площадь городской системы увеличилась на 456 га, а численность населения возросла на 10000 человек. Часть поселка Урицкое присоединена к городу и именуется микрорайон «Энергетик». Согласно проекту развития города Гомеля, многоквартирные дома должны строить в микрорайонах №№18, 21, 59, 94–96 и 104, на носе частного сектора вдоль улиц Барыкина, Полесской и Богдана Хмельницкого, в бывшей военной части в Новобелицком районе, также предлагается уплотнять старые микрорайоны. В пределах городской территории имеются так называемые «неосвоенные территории», которые отводятся под жилищное строительство, самые крупные из них намыв «Южный» — 1,3 млн м², и «Плесь» — 630 тыс. м², т. е. площадь города может возрасти ещё на 193 га.

Инженерное освоение территорий затрагивает не только «удобные», но и «неудобные» земли — это территории условно не пригодные для застройки: пойменные и заболоченные территории, овраги, отработанные карьеры и т. д. Такие участки затрудняют развитие городов, их освоение сопряжено с дополнительными затратами, вызванными, например, необходимостью изменения режима поверхностных и подземных вод, повышения несущей способности грунтов, устройства оснований для зданий и сооружений, а также осуществления ряда других инженерных мероприятий.

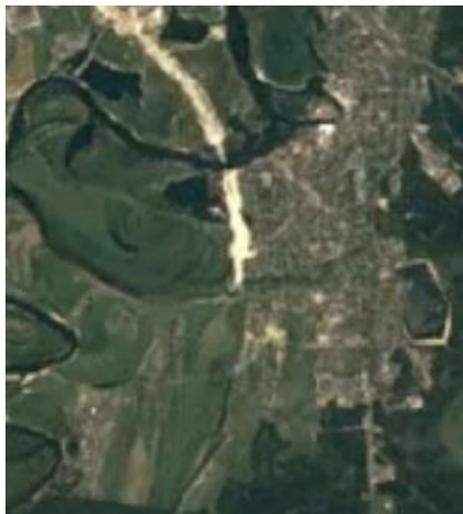
Наибольшие площади так называемых «неудобных» земель в крупных городах расположены в долинах крупных равнинных рек. Однако активное освоение пойменных территорий для жилищного строительства во многих случаях позволяет получить ряд преимуществ: достичь компактной структуры города; приблизить новые застройки к центру и реке. По мере роста городов ранее неблагоприятные территории постепенно становятся «обжитыми». Пойменные территории рассматриваются как реальный резерв под застройку, зеленые насаждения, инженерные и транспортные сооружения. Поймы рек занимают до 30–40 % общей площади крупных городов [3; 4].

В большинстве случаев при строительстве городов предпочтение отдаётся наиболее благоприятным территориям, а затопляемые поймы рек, крутые склоны, овраги и прочие земли, условно неудобные участки, остаются незастроенными. Однако по мере роста и укрупнения городов эти территории оказываются в пределах городской черты, что является сдерживающим фактором в развитии и функционировании города. Это характерно для многих крупных городов, которые исторически возникли и сформировались в поймах рек и у слияния крупных рек с их притоками. В большинстве случаев река, даже при наличии широкой поймы (ежегодно затопляемой в период половодья), является важным природным фактором при формировании планировочно-пространственной структуры города.

Типичным примером является структура города Гомеля, которая предопределяется природными условиями, а также сформировавшимися внешними связями города. Основная городская территория представляет собой слабоволнистую равнину; главным природным элементом города является долина р. Сож, протянувшаяся с юго-запада на северо-восток. Основная застройка располагается на правом, более высоком берегу реки.

В советский период в Гомеле было осуществлено массовое жилищное и промышленное строительство. Вблизи промышленных предприятий появились рабочие поселки: Залинейный, Сельмашевский, Костюковка. В послевоенный период, ориентировочно до 1950 г., развитие Гомеля связано с восстановлением, а затем, до 1965 г., с новым территориальным ростом. Активно осваиваются территории по ул. Советской (за Старым Аэродромом), ул. Барыкина и др. Про-

должает застраиваться микрорайон «Сельмаш» и Залинейный район, отмечается рост Новобелицкого района в южном направлении (рис. 4).



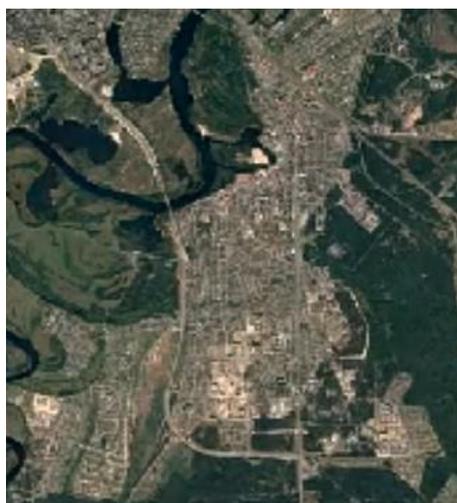
1985 г.



2005 г.



1995 г.



2022 г.

Рис. 4. Фрагменты разновременных космоснимков. «Эволюция» района «Новобелица»

К зоне роста относятся микрорайоны 104 и «Хутор»; активное инженерное освоение затрагивает и Советский район г. Гомеля: на месте бывшей малоэтажной застройки появляются многоэтажные дома.

Во второй половине XX в. территориальное развитие города преобладало в северо-западном и западном, юго-западном и южном направлениях, сохраняя направление вдоль реки как главной природной оси, преимущественно ускоренно осваивались земли в пойме р. Сож. При этом стала заметной четко выраженная «расслоенность» селитебных и промышленных территорий. В период с 1967 г. по настоящее время намыто 21.5 млн м² песчаного грунта на территории 2600 га. При намыве больших площадей под застройку со значительной мощностью намыва одним из сложных вопросов является выбор участков для организации карьеров. При этом должны быть учтены инженерно-геологические условия намывных площадей, способ намыва и режим реки в меженный и паводковый периоды.



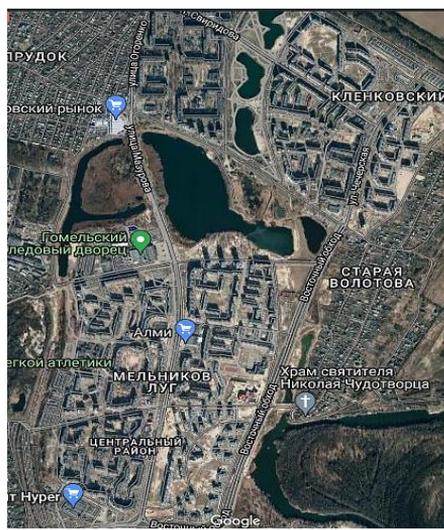
1994 г.



2014 г.



2004 г.



2022 г.

Рис. 5. Фрагменты разновременных космоснимков.

Интенсивность освоения пойменных площадей микрорайонов «Мельников луг» и «Кленковский»

В период с 1970 по 1972 г. в городскую черту было включено около 900 га пойменных земель. Основные площадки располагались в микрорайонах «Волотова» и «Любенский» и районе «Новобелица». В последующие годы планировочная структура города была значительно преобразована. В ней усилилась композиционная роль реки и ее поймы, вдоль которой намечалось территориальное расширение города. В 1980-е гг. территориальное развитие города было ориентировано в основном на освоение широкой поймы р. Сож путем гидронамыва аллювиального материала. С этой целью были наметы территории микрорайонов «Мельников луг» и «Кленковский», которые в настоящее время активно застраиваются (рис. 5).

В настоящее время активно застраивается урочище «Шведская горка» и планируется гидронамыв участка «Южный» для строительства 59-го микрорайона (рис. 6).

Для городов, исторически сформировавшихся вдоль водной артерии, включение пойменных территорий позволит целесообразно использовать благоприятные природные факторы — реку и прибрежные территории — для трансформации ранее сложившихся планировочных структур, а также улучшить функциональное зонирование территории города; определить основные направления и очередность — освоение пойменных земель. Согласно типологии «городов на пойме», г. Гомель относится к 1-му типу (табл. 1).



1985 г.

1995 г.

2022 г.

Рис. 6. Фрагмент космоснимков.

Инженерное освоение намывных территорий в пойме р. Сож, микрорайон «Шведская горка»

Необходимость комплексного освоения городских территорий, равно как и его преимущества перед точечной застройкой, уже давно признаны всеми. В последние десятилетия в условиях формирования новой градостроительной ситуации, города снова начали осваивать центральные зоны. Смещение активности в центр вызвало интенсивное развитие таких городских территорий и повлекло освоение тех, которые всегда считались «неудобными» по инженерно-техническим факторам. В прошлом ограниченные технические возможности исключали этот вид территорий из градостроительной практики, а отдельные случаи их освоения были уникальны. Интенсификация процессов градостроительного развития изменила отношение городских властей и горожан к «неудобным» территориям. Раньше данные территории рассматривались обособленно.

Таблица

Типология городов на пойме (по: [3])

<i>Тип города</i>	<i>Характеристика типа</i>
1. Крупные, большие города с промышленными комплексами, обладающие высоким потенциалом развития (Гомель, Могилев, Брест, Бобруйск, Борисов)	Планировочная структура сложилась и закреплена существующими зданиями и сооружениями, рекой и её долиной; освоение пойменных территорий позволяет трансформировать планировочную структуру города в сравнительно короткие сроки
2. Средние, активно развивающиеся многопрофильные промышленные города (Мозырь, Пинск, Светлогорск)	Города с линейным характером расселения вдоль рек и коммуникаций
3. Малые, интенсивно развивающиеся промышленные города (Рогачев, Слуцк, Кричев)	Характерна четко выраженная компактная планировочная структура; освоение пойменных земель позволяет развивать отдельные функциональные зоны городов
4. Малые города (Житковичи, Лунинец, Добруш, Туров и др.)	Характерна компактная (в окружении поймы) или расчлененная (протоками или рукавами рек) структура с нечетко выраженным функциональным зондированием

В настоящее время затраты на освоение «неудобных» земель и их градостроительная ценность уравнивают их с другими территориями города, например, в зоне его исторического цен-

тра. В современных условиях значение проблемы сложности освоения неудобных территорий смещается в сферу сложности управления их развитием в структуре городских территорий. Это требует новых подходов, учитывающих объективные закономерности и динамику развития градостроительных структур [4].

Инженерное освоение природно-урбанизированных пространств приводит к активизации развития опасных инженерно-геологических процессов. Интенсивность инженерного освоения природных территорий идет высокими темпами (рис. 4, 5, 6), в результате возникает проблема сбалансированного взаимодействия техногенных и природных объектов. Особенности проявления процессов экзогеодинамики тесно связаны с тектоническим и геологическим строением территории, гидрогеологическими условиями, морфолого-морфометрическими характеристиками рельефа и климатом. Изменение климата на территории города и его окрестностей усиливает экзогенное воздействие на геологическую среду (повышенная влажность, увеличение количества осадков, повышение среднегодовой температуры, «кислые дожди» и т. д.), вызывает интенсификацию процессов размыва, выщелачивания, способствует возникновению природно-техногенных процессов (рис. 7).



Рис. 7. Проявление гравитационных процессов.
Пешеходная дорожка в микрорайоне «Шведская горка» (фото автора)

Городское и промышленное строительство приводит к созданию дополнительных нагрузок на геологическую среду, провоцирующих проявление и развитие опасных инженерно-геологических процессов. Активное освоение придолинных частей рек способствует интенсификации инженерно-геологических процессов в результате нарушения естественного растительного покрова, комплекса инженерных мероприятий по изменению рельефа, что может привести к изменению основных направлений стока поверхностных вод, подрезке склонов и т. д. [6].

На основании анализа литературных и картографических данных, а также проведения полевых маршрутных исследований, дешифрирования материалов дистанционного зондирования проведено районирование территории города Гомеля по проявлению и развитию процессов экзогенной геодинамики. В результате исследований автором разработано районирование территории города по проявлению процессов экзогеодинамики и построена карта-схема «Районирование территории города Гомеля по проявлению процессов экзогеодинамики» (рис. 8).

1. Район интенсивного проявления процессов линейной эрозии, суффозионно-просадочных и гравитационных процессов, площадь района оценивается порядка 19.43 км², что составляет 14.36 % от общей территории города. В геоморфологическом отношении район приурочен к полого-увалистой моренной равнине с абсолютными отметками 138–142 м и примыкает к правому борту речной долины р. Сож.

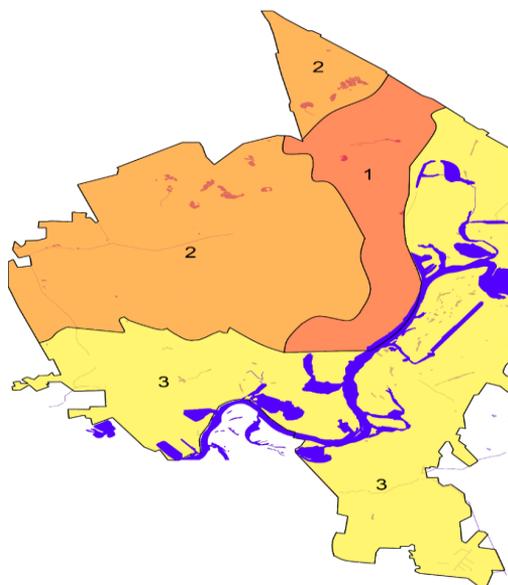
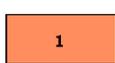
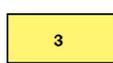


Рис. 8. Районирование территории города Гомеля по проявлению процессов экзогеодинамики (составлено автором).

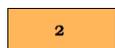
Условные обозначения:



Район интенсивного проявления процессов линейной эрозии, суффозионно-просадочных и гравитационных процессов.



Район проявления процессов речной эрозии, аккумуляции и подтопления.



Район среднего проявления суффозионно-просадочных процессов, процессов линейной эрозии, гравитационных процессов и подтопления

Линейная эрозия — воздействие водных масс на грунт, в результате которого в нем образуются значительные углубления: ложбины, борозды, промоины, рытвины с дальнейшей их трансформацией и формированием оврагов. Овраги приурочены к склонам речных долин, получили широкое развитие в районах крутых уступов надпойменных террас и коренных берегов речных долин. Развитие многих из них к настоящему времени прекратилось, и по сути дела они превратились в балки. По некоторым балкам проложены грунтовые дороги, вдоль обочин которых под влиянием антропогенных нагрузок зарождаются рытвины, обуславливающие дальнейшее развитие овражно-балочного рельефа.

Агентом линейной эрозии являются водные потоки, способствующие формированию овражно-балочной сети. На территории г. Гомеля на площадях, подверженных линейной эрозии, можно выделить два типа оврагов: донные и береговые, из которых развиваются техногенные. Овраги первого типа развиваются в результате повторного цикла эрозии и в основном техногенно обусловленные. Длина этих оврагов достигает 0.4 км; глубина вреза 0.3–0.8 м; крутизна стенков варьирует от 50° до 90°.

Согласно [2], протяженность некоторых оврагов на территории г. Гомеля достигает более 2 км; чаще же длина их не превышает 500 м, ширина до 300 м. Такие овраги развиты по ул. Фрунзе, Билецкого, Ланге, Сожской, К. Маркса, Хатаевича, Чехова, в районе Дворца спорта «Динамо», около кинотеатра «Юбилейный»; некоторые из них пересекают ул. Советскую, проспект Ленина. В результате инженерной деятельности человека возникают техногенно обусловленные овраги. К их числу относятся придорожные формы линейной эрозии. Кроме того, в связи с нарушением дернового покрова, процесс формирования промоин и рытвин интенсивно происходит на правобережном склоне долины р. Сож.

На территории города распространены широкие балки разветвленной или линейно-вытянутой формы с выположенными задернованными склонами. Длина их достигает 3 км при ширине до 600 м.

Они распространены от микрорайона Прудок в сторону ул. Федюнинского и ул. Советской до северной границы города. Зачастую по дну балок проложены железные и автомобильные дороги.

Согласно карте плотности и густоты форм линейной эрозии, плотность оврагов на территории г. Гомеля составляет 6.1–7.0 шт/км², а густота форм линейной эрозии оценивается значениями 0.71–0.80 км/км².

Суффозионно-просадочные процессы. Суффозия — процесс механического выноса мелких частиц из породы, заполнителя трещин и полостей фильтрационным потоком подземных вод. Суффозионно-просадочные процессы протекают как в естественных, так и в насыпных грунтах, например вдоль трасс подземных коммуникаций, вызывая образование воронок на поверхности земли, что широко развито на территории города (рис. 9).



Рис. 9. Проявление техногенно обусловленной суффозии (фото автора)

Гравитационные процессы проявляются слабо, они характерны для естественных склоновых поверхностей, например территория парка Гомельского дворцово-паркового ансамбля, здесь скорость крипа составляет до 10 мм/год, склоны оврагов задернованы и укреплены с целью предотвращения проявления обвально-осыпных и оползневых процессов.

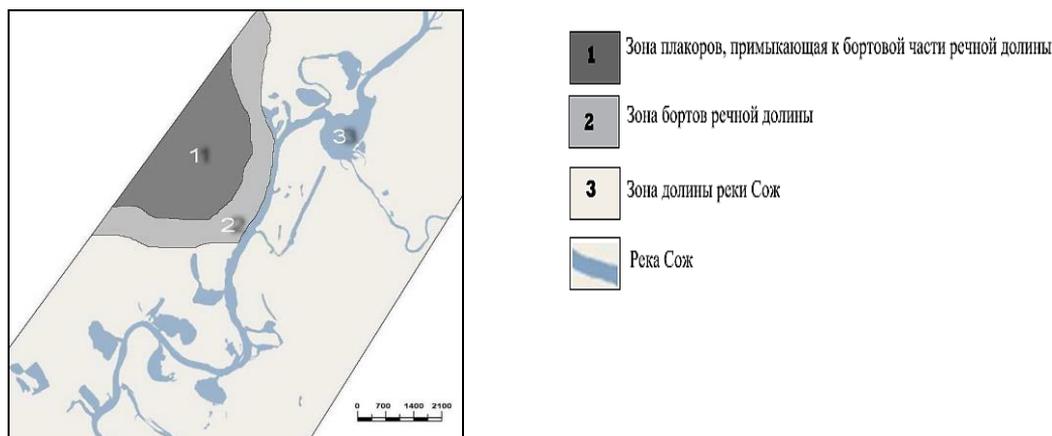


Рис. 10. Карта-схема зонирования территории исследования по проявлению и развитию геологических опасностей

Таким образом, первый район — зона плакоров (рис. 10) где имеют распространение подземно-водный, водный (поверхностный), гравитационный типы опасностей, а также ряд видов

опасных процессов, соответствующих техногенному классу опасностей (аккумуляция, денудация, осыпание, обрушение, оползание, оврагообразование, делювиальный смыл). Для значительной территории зоны плакоров характерно развитие денудационных процессов, приуроченных преимущественно к моренной равнине.

2. Район среднего проявления суффозионно-просадочных процессов, процессов линейной эрозии, гравитационных процессов и подтопления (площадь равна 51,34 км², что составляет 37,94 % от общей площади города). С геоморфологической точки зрения территория приурочена к полого-увалистой моренной равнине (абсолютные отметки 138–142 м), постепенно переходящей в пологоволнистую задровую равнину (абсолютные отметки 132–138 м), охватывает также ложбину стока талых ледниковых вод с абсолютными отметками 128–134 м, и крайний юг района — вторая надпойменная терраса с абсолютными отметками 126–130 м, осложненная эоловыми массивами, заторфованная и заболоченная.

Суффозионные процессы на исследуемой территории тяготеют преимущественно к участкам развития лессовидных отложений, расположенных в северо-западной части города. Естественные проявления суффозии на изучаемой территории развиты незначительно. Суффозия отмечается также в пределах засыпанных больших оврагов, поскольку они продолжают служить, но в меньшей мере естественными дренами. Для рассматриваемого района характерна техногенная суффозия, обусловленная утечками из водонесущих коммуникаций, работой дренажных систем и водозаборных скважин. Очень быстро образуются суффозионные провалы при авариях водопроводных и канализационных систем, когда вода вырывается из труб под высоким давлением (рис. 9). Суффозия часто возникает в грунтах отсыпки, особенно в период выпадения большого количества атмосферных осадков, что может приводить к деформациям дорог, тротуаров, отмоستков, лестниц.

Для второго района характерен процесс *подтопления*, что обуславливается повышением уровня грунтовых вод, вплоть до подтопления жилых зданий и промышленных объектов. Причины подтопления разнообразны: создание водоемов, вызывающих подпор грунтовых вод; засыпка естественных дренажей — оврагов; искусственное дождевание; ограничение участков, на которых выпадавшие атмосферные осадки могут проникать в грунт (уплотнение грунтов, асфальтирование).

Основной общей причиной формирования процесса техногенного подтопления является нарушение структуры водного баланса на освоенной территории, т. е. превышение питания подземных вод (грунтовых, верховодки, техногенных водоносных горизонтов) над их разгрузкой [1]. Значительные масштабы и интенсивность процесса техногенного подтопления в городах определяются геологическим строением, но в основном зависят от характера техногенных нагрузок, передаваемых городом на геологическую среду. Подтопление чаще интенсифицируется там, где имеются недостатки в проектировании, строительстве и эксплуатации сооружений [1].

Согласно [1], главные техногенные факторы подтопления в городах, делятся на технико-организационные и социальные. **Технико-организационные факторы** — это неполнота исходной информации и недостаточность качества работ в цепи «инженерные изыскания — строительство — эксплуатация». Главными причинами этого являются: изменение существующего рельефа поверхности, определяющего поверхностный сток (устройство насыпей, дамб, обратного уклона, засыпка оврагов и пр.), уничтожение существующей гидрографической сети (ликвидация мелких рек и ручьев, канализирование рек — помещение их в трубы, строительство водонепроницаемых набережных и т. д.). **Социальные факторы** — быстро возрастающее водопотребление в городах. Увеличение водопотребления при организации централизованного водоснабжения населенных пунктов.

Опасность подтопления выражена, прежде всего, в воздействиях на геологическую среду, приводящих к неблагоприятным последствиям: изменению химического состава подземных вод, увеличению влажности пород. Это, в свою очередь, может привести к аварийным деформациям зданий, сооружений, дорог, инженерных сетей и в конечном счете ухудшает социальные и экологические условия жизни людей. Кроме того, с подтоплением городских территорий практически всегда связаны химическое и бактериальное загрязнения, рост температуры и агрессивности грунтовых вод. Степень загрязнения подземных вод территории г. Гомеля изменяется от средней, т. е. выше фона, но ниже ПДК, до очень высокой, т. е. выше ПДК. Загрязнение геологической среды различными веществами влечет за собой не только экологические последствия, но и оказывает влияние на изменение физико-механических свойств грунтов, а следовательно, на устойчивость зданий и сооружений.

Также в пределах второго района процессы линейной эрозии проявляются слабо вследствие выположенности поверхности и в связи с тем, что в пределах области протекает единственный постоянный водоток (Мильчанская канава). Скорость крипа — 2–4 мм/год.

Второй район — зона бортов речной долины (рис. 10), здесь среди видов природных опасностей гравитационного типа преобладает оврагообразование; кроме того, в пределах зоны имеют место элементы эолового дефляционно-аккумулятивного рельефа: эоловые гряды и развеваемые пески.



Рис. 11. Процесс проявления боковой эрозии (фото автора)

3. Район проявления процессов речной эрозии, аккумуляции и подтопления (площадь 64,57 км², что составляет 47,7 % общей площади). Район приурочен к пойме (плоскобугристая, сегментно-гривистая, параллельно-гривистая) р. Сож, абсолютные высоты составляют 116–120 м. Для русла р. Сож характерны процессы речной эрозии (боковая и донная) и аккумуляции. Разрушения берегов прямо связаны с гидрологическим режимом реки. Основным периодом активизации боковой эрозии является весеннее половодье (апрель–май), на некоторых участках наблюдается также активизация процесса в осенний паводок (октябрь–ноябрь). Наибольшие скорости размыва берегов зафиксированы в апреле и составляют в среднем 0,1–0,5 м/год. В летние месяцы проявлений боковой эрозии практически не наблюдается. Наиболее активно подмываются и разрушаются берега, сложенные песчаными отложениями, затем берега, которые сложены переслаивающимися песчаными и связными породами; более устойчивыми являются склоны из моренных супесей и суглинков (рис. 11).

Среди неблагоприятных инженерно-геологических процессов, характерных для третьего района, следует выделить заболачивание территории (превышение увлажнения земной поверхности над испарением; избыточное увлажнение верхнего слоя атмосферными осадками или водами поверхностного стока при высоком стоянии уровня грунтовых вод, а также в результате затопления или подтопления речными водами и, в отдельных случаях, за счет выхода на поверхность напорных вод), мощность торфа составляет в среднем 1–2 м. Вместе с тем отмечаются массивы, приуроченные к площадям наиболее пониженного рельефа, здесь мощность слоя торфа увеличивается до 4–5 м.

В пределах исследуемой территории почти на всех болотах болотообразовательные процессы в основном находятся в стадии регрессии — наблюдается уплотнение торфа. Однако в пойме р. Сож образование болот продолжается и в настоящее время. Большое количество стариц и весенние разливы благоприятствуют развитию болотообразовательных процессов.

Третий район — зона долины р. Сож (рис. 10), представляет собой пойму, в пределах которой наиболее активно протекают процессы аккумуляции, заболачивания, эрозии и подтопления, относящиеся к водному (поверхностному) типу природных опасностей. Для поймы р. Сож характерна существенная техногенная нагрузка. В настоящее время данная зона активно осваивается: ведется строительство инженерных сооружений, мостовых переходов, дорог, намыв аллювиального матери-

ала под строительство. Это, в свою очередь, негативно сказывается на природных процессах, характерных для пойменных территорий. Так, на отдельных участках реки наблюдается изменение типа руслового процесса, иссушение либо заболачивание прирусловых территорий.

Таким образом, исходя из вышеизложенного можно сделать следующие выводы: природно-урбанизированные территории испытывают постоянное инженерное воздействие, что приводит к ответным реакциям геологической среды в виде развития инженерно-геологических процессов; в процессе инженерного освоения участвуют верхние горизонты геологической среды, что определяет основные условия экзогенной динамики — геологическое строение, гидрогеологические условия, рельеф, климат, а также пространственную дифференциацию и интенсивность инженерно-геологических процессов; по результатам исследований выделено три района по проявлению и развитию процессов экзогенной геодинамики; инженерно-геологические процессы экзогеодинамики оказывают негативное влияние на условия проживания и хозяйственную деятельность человека; в результате совокупного проявления различных видов инженерно-геологических процессов разрушаются дороги, хозяйственные объекты и жилые постройки; возникает необходимость формирования новых подходов, позволяющих оценить городские территории по динамическим показателям с целью прогнозирования их будущего состояния и принятия адекватных решений по их развитию.

Список источников

1. Трацевская Е. Ю. Инженерно-геологические условия города Гомеля : монография. Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2005. 210 с.
2. Рогалев А. Ф. От Гомеюка до Гомеля: городская старина в фактах, именах, лицах. Гомель: Беларус. агенство науч.-техн. и деловой информации, 1993. 216 с.
3. Винокуров Е. Ф., Карамышев А. С. Строительство на пойменно-намывных основаниях. Минск: Вышэйшая школа, 1980. 208 с.
4. Мележ Т. А. Проблемы освоения «неудобных» земель урбанизированных территорий (на примере г. Гомеля, Республика Беларусь) // Вестник Пермского университета. Сер. Геология. 2017. Т. 16. № 2. С. 114–117.
5. Мележ Т. А. Развитие территории города Гомеля от древнего городища до современной городской системы (Республика Беларусь) // Географические исследования в контексте социально-экономического развития регионов : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Грозный, 2022. С. 113–117.
6. Мележ Т. А. Трансформация геологической среды в пределах речных долин при инженерном освоении // Актуальные проблемы наук о Земле: исследования трансграничных регионов : сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф. / гл. ред. С. А. Лысенко. Брест: БрГУ, 2023. Ч. 1. С. 158–163.

References

1. Tracevskaya E. YU. *Inzhenerno-geologicheskie usloviya goroda Gomelya : monografiya* [Engineering and geological conditions of the city of Gomel : monograph]. Gomel': Gomel State University named after F. Scores, 2005. 210 p. (In Russ.)
2. Rogalev, A. F. *Ot Gomeyuka do Gomelya: gorodskaya starina v faktah, imenah, lichah* [From Homeyuk to Gomel: urban antiquity in facts, names, faces]. Gomel': *Belorus. agenstvo nauch.-tekhn. i delovoy informacii* [Belarusian Agency for Scientific, Technical and Business Information], 1993. 216 p. (In Russ.)
3. Vinokurov, E. F., Karamyshev A. S. *Stroitel'stvo na pojmenno-namyvnyh osnovaniyah* [Construction on floodplain-alluvial grounds]. Minsk: *Vyshejschaya shkola* [Higher school], 1980. 208 p. (In Russ.)
4. Melez T. A. Problems of development of "inconvenient" lands of urbanized territories (on the example of Gomel, Republic of Belarus). *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya geologiya* [Bulletin of Perm University. Geology]. 2017. Vol. 16. No 2. Pp. 114–117. (In Russ.)
5. Melezh T. A. Development of the territory of the city of Gomel from the ancient settlement to the modern urban system (Republic of Belarus). *Geograficheskie issledovaniya v kontekste social'no-ekonomicheskogo razvitiya regionov : materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem* [Materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation "Geographical research in the context of socio-economic development of regions"]. Groznyj, 2022. Pp. 113–117. (In Russ.)
6. Melezh T. A. Transformation of the geological environment within river valleys during engineering development. *Aktual'nye problemy nauk o Zemle: issledovaniya transgranichnyh regionov : sb. materialov VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Collection of materials of the VI International Scientific and Practical Confer-

ence "Actual problems of Earth sciences: studies of transboundary regions"]. Editor-in-Chief S. A. Lysenko. Brest: Brest State University, 2023. Part 1. Pp. 158–163. (In Russ.)

Информация об авторе

Мележ Татьяна Александровна, старший преподаватель кафедры геологии и географии, Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины (246019, Республика Беларусь, г. Гомель, ул. Советская, 104, ауд. 4–25)

Information about the author

Tatyana A. Melezh, Senior Lecturer of Geology and Geography Department, Francysk Skaryna Gomel state University (rooms 4–25, 104, Sovetskaya str., room 4-25, Gomel, 246019, Republic of Belarus)

Статья поступила в редакцию / The article was submitted	18.01.2024
Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing	23.01.2024
Принята к публикации / Accepted for publication	26.01.2024

Научная статья / Article

УДК 620.9.661.931 (575.4)
<https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-64>

Возможность производства «зеленого» водорода за счет осадков в климатических условиях Туркменистана

Вепа Байрамгелдиевич Сарыев

Государственный энергетический институт Туркменистана, Мары, Туркменистан,
wepa1304@gmail.com

***Аннотация.** Сегодня темпы роста использования водорода в качестве энергонакопителя растут с учетом возможности его получения (выработки). В данной научной статье представляются расчеты по энергообеспечению электролизера мощностью 1 МВт с использованием фотоэлектрической солнечной станции в климатических условиях Туркменистана. Результаты расчетов показали, что электролизер мощностью 1 МВт вырабатывает в день 647 кг. водорода, при этом потребляет 1,32 МВт электрической энергии.*

***Ключевые слова:** водород, электролизер, солнечная энергия, Туркменистан*

Для цитирования: Сарыев В. Б. Возможность производства «зеленого» водорода за счет осадков в климатических условиях Туркменистана // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Естественные науки. Медицина. 2024. № 1. С. 64–67. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-64>

Possibility of producing “green” hydrogen from precipitation in the climatic conditions of Turkmenistan

Wepa Bayramgeldiyevich Saryyev

State Energy Institute of Turkmenistan, Mary city, Turkmenistan,
wepa1304@gmail.com

***Abstract.** Today, the growth rate of the use of hydrogen as an energy storage device is growing, taking into account the possibility of its production (production). This scientific article presents calculations for the energy supply of a 1 MW electrolyzer using a photovoltaic solar station in the climatic conditions of Turkmenistan. The calculation results showed that a 1 MW electrolyzer produces 647 kg per day. Hydrogen, while consuming 1.32 MW of electrical energy.*

Keywords: hydrogen, electrolyzer, solar energy, Turkmenistan

For citation: Saryev V. B. Possibility of producing “green” hydrogen from precipitation in the climatic conditions of Turkmenistan. *Vestnik Syktyvkarskogo universiteta. Seriya 2: Estestvoznaniye. Medicina = Syktyvkar University Bulletin. Series 2: Natural science. Medicine.* 2024. 1: 64–67. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-64>

Введение. В настоящее время можно наблюдать, что одновременно с развитием промышленности, экономики развитых стран земного шара возникают и решаются также и экологические проблемы. Считается, что решение экологических проблем можно найти расширением масштаба использования «зелёной» энергии.

С этой точки зрения на основании осуществления в Туркменистане плановых работ, связанных с развитием водородной энергетики Указом Президента Туркменистана, утверждена «Программа экономического развития Туркменистана на 2022–2052 годы». В этой программе ставится задача «разработки и внедрения в производство высокоэкологически чистых технологий, направленных на использование солнца, ветра и водорода» [1].

Туркменистан является одной из богатых на солнечную энергию стран. Здесь есть возможность получить водород методом электролиза, путем превращения солнечной энергии в электрическую, что даст в будущем возможность использования этого вида топлива для создания энергетической базы страны и при необходимости использовать его в будущем в качестве источника электрической энергии.

Методы исследования, теоретическая база. В настоящее время с целью облегчить обеспечение крайних точек, далеко находящихся от населенных пунктов, электрическим током подготовлен тестовый проект солнечно-водородной энергетической системы, которая работает на электролизном оборудовании в системе 2G мощностью 1 МВт [2].

В работе ставится цель выполнить расчет для фотоэлектрической солнечной станции, имеющейся в составе этого проекта, с помощью национального программного обеспечения под названием «Цифровая система разработки Солнечного кадастра», разработанного научно-производственным центром Государственного энергетического института Туркменистана, а также разработать модель особенности устройства заполнения количества необходимой для электролизов в них воды за счет природных осадков. Таким образом, рассматриваемые задачи базируются на основании сведений, полученных для центра Марыйской области Туркменистана.

Соответствующие расчеты, предусмотренные в проекте, можно провести, используя технические характеристики оборудования для электролиза в системе 2G. Используя вышеприведенные сведения и технические характеристики, можно рассчитать необходимые величины [2].

Таблица

Технические характеристики электролизерной установки мощностью 1 МВт

<i>Технические характеристики</i>	<i>Значение и единица измерения</i>
Номинальная мощность	1 МВт
Производительность по водороду	300 Нм ³ /ч, 27 кг/ч
Регулирование производительности по водороду	15–100%
Удельный расход электроэнергии	4.4 кВт·ч/Нм ³ , 48.88 кВт·ч/кг
Давление водорода на выходе	30–200 кгс/см ²
Удельная плотность водорода	0.08988 кг/Нм ³
Нижняя теплотворная способность (НТС)	119.96 МДж/кг (т.е. 33.32 кВт·ч/кг или 3.00 кВт·ч/Нм ³)

Используя эти данные и технические характеристики системы 2G, можно рассчитать максимальное суточное производство водорода [2]:

$$0.08988 \text{ кг/нм}^3 \cdot 300 \text{ нм}^3/\text{час} = 27 \text{ кг/ч или } 647 \text{ кг/сут.}$$

Количество электрической энергии, потребляемой при максимальной производительности водорода за сутки:

$$4.4 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{нм}^3 \cdot 300 \text{ нм}^3/\text{час} / 27 \text{ кг}/\text{ч} = 48.9 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{кг}.$$

Используя сведения, приведенные в таблице, можно определить коэффициент полезного действия 2G-системы, т. е. он равен отношению внутренней энергии, производимой водородом, на энергию, потребляемую при производстве водорода:

$$\eta (2G) = \text{энергия водорода (кВт ч/кг)} / \text{энергия производства водорода (кВт}\cdot\text{ч/кг)}.$$

Если взять минимальную способность теплообмена производимого водорода и максимальную потребляемую энергию электролиза (48.9 кВт час/кг), тогда эффективность 2G-системы, т. е. КПД, будет равен:

$$\eta (2G) = 33.32 \text{ кВт}\cdot\text{ч} / \text{кг} / 48.9 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{кг} = 0.681 = 68.1 \text{ \%}.$$

Количество электрической энергии, необходимой для производства водорода 2G-системы полной мощностью (300 Нм³/час), или необходимая мощность:

$$P = 300 \text{ нм}^3 / \text{ч} \cdot 4.4 \text{ кВт ч} / \text{нм}^3 = 1320 \text{ кВт} = 1.32 \text{ МВт}. \quad (1)$$

Результаты исследования и их обсуждение. Если будем учитывать, что в Туркменистане солнечная фотоэлектрическая станция за одни сутки имеет возможность работать в среднем n=6 часов, тогда суточную электрическую мощность для электролизов в системе 2G можно найти следующим способом:

$$P = P_0 \cdot n = 7.92 \text{ МВт}. \quad (2)$$

Из этих расчетов, введя в национальное программное обеспечение нашей страны оптимальные для нас соответствующие координаты и оптимальный угол, мы получаем следующие результаты.

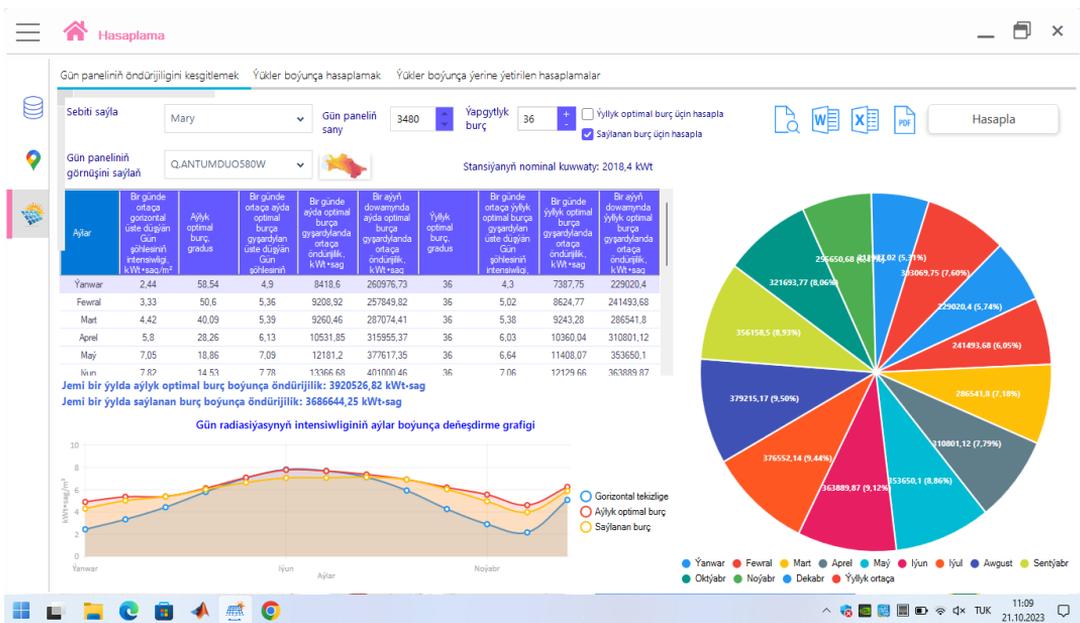


Рис. 1. Рабочее окно программного обеспечения «Цифровая система для разработки Солнечного кадастра»

То есть каждый день для получения электрической мощности P=7.92 МВт, используя солнечную энергию, понадобятся солнечные панели вида Q.ANTUMDUO 580 Вт, расположенные под углом наклона к горизонту 36°, в количестве N=3480.

При проведении расчетов для электролиза для производства водорода в количестве 1 нм³ известно, что понадобится масса чистой воды m₀=0.805 кг [3]. На этом основании для электриза в системе 2G масса необходимой чистой воды каждый час рассчитывается по формуле:

$$m_{\text{ч}} = 300 \text{ нм}^3/\text{час} \cdot m_0 = 300 \text{ нм}^3/\text{час} \cdot 0.805 \text{ кг/нм}^3 = 241.5 \text{ кг/ч.} \quad (3)$$

Для выполнения расчета восполнения недостатка необходимого количества воды природными осадками необходимо знать общую площадь солнечных панелей проектированной фотоэлектрической солнечной станции. Используя размеры выбранных фотоэлектрических солнечных панелей Q.ANTUMDUO 580 Вт, их соответствующие технические характеристики, можно определить общую площадь солнечных панелей по формуле [4].

$$S = a \cdot b \cdot N = 2.115\text{м} \cdot 1.052\text{м} \cdot 3480 = 7742.9 \text{ м}^2. \quad (4)$$

Если природные осадки, попадающие на поверхность солнечных панелей собрать с помощью специальных желобов, тогда можно произвести расчет объема годовых осадков и определить средний объем воды, который можно собрать.

Известно, что на данной координате на каждой площади в 1 м^2 в среднем выпадает 136 мм или $V_{\text{Г0}}=136 \text{ л}$ осадков [5]. Таким образом, среднее количество выпадающих осадков на поверхность всех настроенных солнечных панелей определяется следующим образом:

$$V_{\text{Г}} = V_{\text{Г0}} \cdot S = 136 \text{ л/м}^2 \cdot 7742.9 \text{ м}^2 = 1053034.4 \text{ л.} \quad (5)$$

Тогда количество воды, выпадающего каждый день и используемого для электролиза, можно рассчитать по формуле:

$$V_{\text{д}} = V_{\text{Г}}/365 = 1053034.4/365 = 2885 \text{ л.} \quad (6)$$

Если принять, что 1 кг чистой воды, объем которой равен 1 л, то каждый день для производства электролиза потребуется количество воды в м^3 2885 кг. Для того чтобы определить, за какое время это количество воды может обеспечить электролиз в системе 2G, это количество воды достаточно разделить на количество воды, потребляемое электролизом, за один час:

$$t = m_{\text{д}}/m_{\text{ч}} = 2885 \text{ кг}/241.5 \text{ кг/кг} = 11.94 \text{ кг.} \quad (7)$$

Таким образом, если солнечно-водородную систему мощностью 1 МВт построить вблизи центра Марыйской области Туркменистана, тогда количество необходимой ей воды за счет природных осадков может обеспечить работу системы продолжительностью 11.94 час.

Заключение. При проектировании солнечно-водородной энергетической системы использование национального программного обеспечения «Цифровая система разработки Солнечного кадастра» облегчит расчетные работы и будет способствовать повышению надежности проекта.

Если принять, что на территории Туркменистана солнечные панели могут работать на полную мощность 6 часов в сутки, тогда количество воды, собранной за счет природных осадков, будет вполне достаточным для их работы каждый день.

Список источников

1. Возрождение новой эпохи Суверенного государства : программа экономического развития Туркменистана на 2022–2052 годы. Ашхабад, 2022. 242 с.
2. Джумаев А. Я. Пути перехода к низкоуглеродной энергетике в Туркменистане // Беларусь в современном мире : материалы XV Междунар. науч. конф. студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 19–20 мая 2022 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Гомел. обл. орг. «Белорус. о-во «Знание»; под общ. ред. В. В. Кириенко. Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2022. С. 321–323.
3. Радченко Р. В., Мокрушин А. С., Тюльпа В. В. Водород в энергетике : учебное пособие. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. 229 с.
4. Алланазаров Н. А., Сарыев В. Б. Эффективность цифровых систем в оценке солнечной энергии // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XXII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 28–29 апр. 2022 г. : в 2 ч. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого; под общ. ред. А. А. Бойко. Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2022. Ч. 1. С. 238–241.
5. <http://hikersbay.com> (дата обращения: 03.01.2024).

References

1. *Vozrozhdenie novej epohi Suverennogo gosudarstva : programma ekonomicheskogo razvitiya Turkmenistana na 2022–2052 gody* [The revival of a new era of a Sovereign State: The program of economic development of Turkmenistan for 2022–2052]. Ashkhabad. 2022. 242 p. (In Russ.)

2. Jumayev A. Ya. Ways of transition to low-carbon energy in Turkmenistan. *Belarus' v sovremennoy mire: materialy XV Mezhdunar. nauch. konf. studentov, magistrantov, aspirantov i molodyh uchenyh, Gomel', 19–20 maya 2022 g.* [Belarus in the modern world: proceedings of the XV International Scientific Conference of Students, Undergraduates, postgraduates and Young Scientists, Gomel, May 19–20, 2022]. The Ministry of Education of the Republic. Belarus, Gomel State Technical University P. O. Sukhoi University, Gomel region. org. "Belarusian. about "Knowledge"; under the general editorship of V. V. Kiriyenko. Gomel: Sukhoi State Technical Technical University, 2022. Pp. 321–323. (In Russ.)

3. Radchenko R. V., Mokrushin A. S., Tyul'pa V. V. *Vodorod v energetike : uchebnoe posobie* [Hydrogen in energy : a textbook]. Ekaterinburg: Publishing house of the Ural University, 2014. 229 p. (In Russ.)

4. Allanazarov N. A., Saryev V. B. The effectiveness of digital systems in solar energy assessment. *Issledovaniya i razrabotki v oblasti mashinostroeniya, energetiki i upravleniya: materialy XXII Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. studentov, aspirantov i molodyh uchenyh, Gomel', 28–29 apr. 2022 g. V 2 ch. CH. 1* [Research and development in the field of mechanical engineering, energy and management: materials of the XXII International Scientific and Technical Conference of students, postgraduates and young scientists, Gomel, April 28–29, 2022 At 2 p.m. 1]. The Ministry of Education of the Republic. Belarus, Gomel State Technical University P. O. Sukhoi University; under the general editorship of A. A. Boyko. Gomel: Sukhoi State Technical Technical University, 2022. Pp. 238–241. (In Russ.)

5. <http://hikersbay.com> (accessed: 03.01.2024).

Информация об авторе

Сарыев Вера Байрамгелдиевич, преподаватель кафедры общей физики, математики и информатики, Государственный энергетический институт Туркменистана (745400, Туркменистан, Мары, ул. Байрамхана 62)

Information about the author

Saryyev Wera Bayramgeldiyevich, Lecturer at the Department of “General physics, mathematics and informatics”, State Energy Institute of Turkmenistan (Turkmenistan, 62, Bayramkhan str., Mary, 745400, Turkmenistan)

Статья поступила в редакцию / The article was submitted	19.01.2024
Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing	23.01.2024
Принята к публикации / Accepted for publication	26.01.2024

Научная статья / Article

УДК 621

<https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-68>

Сотрудничество Туркменистана с международными организациями в сфере охраны окружающей среды

**Какагелди Атаджанович Сарыев, Гылычмухаммет Джораев,
Вера Байрамгелдиевич Сарыев**
Государственный энергетический институт Туркменистана,
Мары, Туркменистан, vera1304@gmail.com

Аннотация. В данной научной статье, учитывая, что Туркменистан является страной, богатой возобновляемыми энергоресурсами, описывается значение принятых Государственных программ в этой сфере в выполнении обязательств, взятых на себя страной в рамках Парижского соглашения. Положительные результаты получены в результате работы, проводимой в Научно-производственном центре

возобновляемых энергетических ресурсов Государственного энергетического института Туркменистана по выполнению задач, вытекающих из государственных программ. На основе проведенных научно-исследовательских работ разработан пилотный проект фотоэлектрической солнечной установки для разработки модели солнечно-водородно-водяной комбинированной системы для обеспечения чистой электроэнергии, топливом и пресной водой небольших фермерских хозяйств, расположенных вдали от центральной системы энергоснабжения.

Ключевые слова: энергоэффективность, изменение климата, государственные программы, Туркменистан

Для цитирования: Сарыев К. А., Джораев Г., Сарыев В. Б. Сотрудничество Туркменистана с международными организациями в сфере охраны окружающей среды // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Естественные науки. Медицина. 2024. № 1. С. 68–71. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-68>

Cooperation of Turkmenistan with international organizations in the field of environmental protection

Kakageldi Atadzhanovich Saryyev, Gylychmuhammet Jorayev,

Wepa Bayramgeldiyevich Saryyev

State Energy Institute of Turkmenistan,

Mary city, Turkmenistan, wepa1304@gmail.com

Abstract. This scientific article, given that Turkmenistan is a country rich in renewable energy resources, describes the importance of the adopted State programs in this area in fulfilling the obligations assumed by the country under the Paris Agreement. Positive results were obtained as a result of the work carried out at the Research and Production Center for Renewable Energy Resources of the State Energy Institute of Turkmenistan to implement the tasks arising from state programs. Based on the research work carried out, a pilot project of a photovoltaic solar installation was developed to develop a model of a solar-hydrogen-water combined system to provide clean electricity, fuel and fresh water to small farms located far from the central power supply system.

Keywords: energy efficiency, climate change, State programs, Turkmenistan

For citation: Saryyev K. A., Jorayev G., Saryyev W. B. Cooperation of Turkmenistan with international organizations in the field of environmental protection. *Vestnik Syktyvkarskogo universiteta. Seriya 2: Estestvoznaniye. Medicina = Syktyvkar University Bulletin. Series 2: Natural science. Medicine.* 2024. 1: 68–71. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-68>

Введение. Международные инициативы в создании новой основы глобальной энергетической безопасности нашей страны, являющейся одной из крупнейших энергетических держав мира, направлены на поддержку решения задач, опережающих реализацию целей устойчивого развития, в том числе экономических, социальных и экологических проблем.

Являясь стороной рамочной Конвенции ООН по изменению климата и Парижского соглашения по климату, Туркменистан реализует национальные проекты, предусматривающие меры по сокращению выбросов парниковых газов. В частности, предпринимаются усилия по увеличению эффективности использования топлива на электростанциях посредством модернизации систем комбинированного цикла, доли возобновляемых источников энергии (энергии солнца и ветра) в топливно-энергетическом балансе, повышению энергоэффективности в коммунальном секторе, модернизации систем отопления в промышленности с внедрением энергоэффективных и инновационных технологий, а также по реализации проектов, связанных с поглощением углекислого газа из окружающей среды.

Методы исследования, теоретическая база. В своем историческом выступлении на церемонии инаугурации Президент Туркменистана Аркадаглы Сердар подчеркнул, что работы по изменению климата, снижение негативного воздействия промышленности на окружающую среду и здоровье человека, сокращение объемов выбросов в окружающую среду будет одним из основных направлений экологической политики Туркменистана, а также повсеместное налаживание и внедрение в Туркменистане возобновляемых источников энергии в ближайшем будущем, в том числе производство солнечных батарей, является свидетельством учета высоких целей в этом направлении.

Представители Туркменистана также приняли участие в 26-й конференции сторон рамочной Конвенции ООН об изменении климата (COP26) в Глазго, Шотландии. На форуме туркменские представители акцентировали внимание на ряде конкретных инициатив, направленных на объединение усилий международного сообщества в вопросах адаптации к последствиям изменения климата и снижения его негативных последствий. Эти конкретные инициативы включают основные меры по снижению воздействия выбросов CO₂ на окружающую среду. В связи с этим к задачам, принятым в национальных программах, относятся:

- определение приоритетных направлений энергетической дипломатии Туркменистана, дальнейшее совершенствование ее политики — правовой базы, увеличение возможностей направления углеводородных ресурсов на внешние рынки и диверсификация их маршрутов, привлечение взаимовыгодных иностранных инвестиций и их эффективное использование, внедрение новых технологий в отрасли;
- обеспечение удаленных районов доступной и экологически чистой энергией, повышение благосостояния населения и развитие промышленности, а также достижение целей Парижского соглашения по устойчивому развитию и изменению климата;
- использование возобновляемых источников энергии и налаживание производства;
- защита окружающей среды, сохранение экологии и природных ресурсов, а также развитие «зеленой» экономики.

Эти задачи утверждены постановлениями Президента Туркменистана, «Национальной стратегией Туркменистана по изменению климата (новая редакция)», «Национальной стратегией развития возобновляемой энергетики в Туркменистане до 2030 года», «Программой развития энергетической дипломатии Туркменистана на 2021–2025 годы», «Программой социально-экономического развития Президента Туркменистана на 2022–2028 годы», осуществляемыми в рамках Закона Туркменистана «О возобновляемых источниках энергии» [1–5]. Национальные стратегии сосредоточены на сокращении выбросов CO₂ в электроэнергетическом секторе и определяют ключевые подходы к сокращению выбросов CO₂ в окружающую среду.

Ещё одним шагом на пути к реализации рамочной Конвенции ООН по изменению климата и Парижского соглашения по климату стало присоединение Туркменистана к Глобальному обязательству по метану. Об этом Президент Туркменистана Сердар Бердымухамедов заявил в своём выступлении на COP-28 в декабре 2023 г. в Дубае (ОАЭ). Таким образом, наша страна взяла на себя обязательства по реализации политики и мер, направленных на снижение антропогенного воздействия на климатические показатели. Государства, присоединившиеся к данному обязательству, соглашаются на добровольные действия с целью участия во всеобщей борьбе за сокращение антропогенных выбросов метана к 2023 г., по крайней мере, на 30 % по сравнению с уровнем 2020 г.

В последние годы во всем мире использование энергии от возобновляемых источников, в том числе электроэнергии, выработанной солнечными и ветряными электростанциями, — одна из задач глобального характера. В результате экономия традиционных видов топлива, защита окружающей среды от вредного воздействия, внедрение безотходного производства на основе инновационных технологий, использование интеллектуальных систем обеспечили создание благоприятных условий для повышения качества производимой продукции, безопасность условий труда и безопасное управление технологическими процессами, что открыло широкие возможности для полного устранения выбросов углекислого газа (CO₂).

На очередной сессии рамочной Конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата Туркменистан выдвинул свой определенный на национальном уровне вклад, согласно которому к 2030 г. планируется сократить общие выбросы парниковых газов (ПГ). Такое снижение выбросов ПГ будет осуществляться за счет внедрения современных технологий производства в электроэнергетике и промышленности, увеличения ежегодно уничтожаемых объемов нефтяного газа, снижения объемов потребления газа на собственные нужды в нефтегазовой отрасли. Цели и предварительные обязательства страны на период до 2030 г. в связи с изменением климата включают в себя следующие: снижение темпов роста выбросов парниковых газов по отношению к росту валового внутреннего продукта (далее — ВВП); сокращение потребления энергии и выбросов CO₂ на единицу ВВП.

В независимой стране имеются широкие возможности занять лидирующие позиции в производстве «зеленого» водорода и налаживания водородной энергетики. В целях реализации программ, связанных с развитием водородной энергетики в Туркменистане, Постановлением

Президента Туркменистана утверждена «Программа экономического развития Туркменистана на 2022–2052 годы», а в этой программе ставится задача — «разработка и внедрение в производства экологически чистых высоких технологий, направленных на использование солнечной, ветровой и водородной энергии». Для реализации поставленных задач утверждена программа «Дорожная карта по развитию международного сотрудничества в области водородной энергетики Туркменистана на 2022–2023 годы»[6].

В связи с этим в научно-производственном центре «ВИЭ» проведен анализ, связанный с разработкой модели солнечно-водородно-водяной энергосистемы, выбором составных элементов системы и выбором оптимальных регионов для их установки, определением энергетической производительности системы. Также с помощью данной энергосистемы, определена возможность налаживания снабжения электроэнергией, топливом и пресной водой небольших хозяйств находящихся вдали от центральной системы энергоснабжения.

В работе принят подход к разработке структурной модели соответствующей системы снабжения чистой энергией и питьевой водой жилых комплексов Марыйского велаята, находящихся вдали от центральной системы энергоснабжения. В связи с этим использовали данные о ресурсах солнечной энергии, необходимой для анализа работоспособности комбинированной системы, полученные в результате расчетов, выполненных для Марыйского велаята.

Результаты и обсуждение. Определено, что использование комбинированной системы производства водородной энергии остается перспективным. Для снабжения потребителей пресной водой в предлагаемой солнечно-водородной системе разработан оптимальный метод комбинирования опреснителя воды с электролизером. Для опреснения воды был выбран метод обратного осмоса. Выбор этого метода характеризуется его преимуществами перед другими методами опреснения солёной воды, такими как низкая стоимость, низкое потребление энергии, простота в использовании, низкие эксплуатационные расходы и высокая производительность. На основе проведенных научно-исследовательских работ разработан пилотный проект фотоэлектрической солнечной установки для разработки модели солнечно-водородно-водяной комбинированной системы для обеспечения чистой электроэнергией, топливом и пресной водой небольших хозяйств находящихся вдали от центральной системы энергоснабжения.

Заключение. Вышесказанное будет способствовать открытию широких возможностей для внедрения передовых научных достижений и инновационных методов в социально-экономическое развитие нашей страны. Программные мероприятия, реализуемые в период новой эпохи становления стабильного государства, будут продолжены в комплексе с проектами, направленными на сохранение разнообразия и живописности нашей природы, а также обеспечение эффективного использования ее энергоресурсов.

Список источников

1. Национальная стратегия Туркменистана по изменению климата. Ашхабад, 2019. 24 с.
2. Национальная стратегия по развитию возобновляемой энергетики Туркменистана до 2030 года. Ашхабад, 2021. 123 с.
3. Программа развития энергетической дипломатии Туркменистана на 2021–2025 годы. Ашхабад, 2021. 209 с.
4. О возобновляемых источниках энергии : закон Туркменистана. Ашхабад, 2021. 54 с.
5. Программы социально-экономического развития Президента Туркменистана на 2022–2028 годы. Ашхабад, 2022. 567 с.
6. Возрождение новой эпохи Суверенного государства : программа экономического развития Туркменистана на 2022–2052 годы. Ашхабад, 2022. 608 с.

References

1. *Nacional'naya strategiya Turkmenistana po izmeneniyu klimata* [National strategy of Turkmenistan on climate change]. Ashgabat, 2019. 24 p. (In Russ.)
2. *Nacional'naya strategiya po razvitiyu vozobnovlyaevoj energetiki Turkmenistana do 2030 goda* [National strategy for the development of renewable energy in Turkmenistan until 2030]. Ashgabat, 2021. 123 p. (In Russ.)
3. *Programma razvitiya energeticheskoy diplomatii Turkmenistana na 2021–2025 gody* [Program for the development of energy diplomacy of Turkmenistan for 2021–2025]. Ashgabat, 2021. 209 p. (In Russ.)

4. *O vozobnovlyаемyh istochnikah energii : zakon Turkmenistana* [On renewable energy sources : the Law of Turkmenistan]. Ashgabat, 2021. 54 p. (In Russ.)

5. *Programmy social'no-ekonomicheskogo razvitiya Prezidenta Turkmenistana na 2022–2028 gody* [Social and economic development programs of the President of Turkmenistan for 2022–2028]. Ashgabat, 2022. 567 p. (In Russ.)

6. *Vozrozhdenie novoy epohi Suverennogo gosudarstva : programma ekonomicheskogo razvitiya Turkmenistana na 2022–2052 gody* [Revival of a new era of the Sovereign State: Economic Development Program of Turkmenistan for 2022–2052]. Ashgabat, 2022. 608 p. (In Russ.)

Информация об авторах

Сарыев Какагелди Атаджанович, кандидат технических наук, директор научно-производственного центра «Возобновляемые источники энергии», Государственный энергетический институт Туркменистана (745400 Туркменистан, Мары, ул. Байрамхана, 62)

Джораев Гылычмухаммет, старший преподаватель кафедры «Социальные исследования», Институт инженерно-технических и транспортных коммуникаций Туркменистана (744001, Туркменистан, Ашхабад, ул. Сенагат, 51)

Сарыев Вера Байрамгелдиевич, аспирант кафедры общей физики, математики и информатики Государственный энергетический институт Туркменистана (745400, Туркменистан, Мары, ул. Байрамхана, 62)

Information about the authors

Saryyev Kakageldi Atadzhanovich, Candidate of Technical Sciences, Director of the Renewable Energy Research and Production Center, State Energy Institute of Turkmenistan (62, Bayramkhan str., Mary, 745400, Turkmenistan)

Jorayev Gyluchmuhammet, Senior Lecturer of the Department of Social Research, Institute of Engineering, Technical and Transport Communications of Turkmenistan (51, Senagat str., Ashgabat, 744001, Turkmenistan)

Saryyev Wera Bayramgeldiyevich, graduate student at the Department of General physics, mathematics and informatics, State Energy Institute of Turkmenistan (Bayramkhan str., Mary, 745400, Turkmenistan)

Статья поступила в редакцию / The article was submitted	20.01.2024
Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing	23.01.2024
Принята к публикации / Accepted for publication	26.01.2024

Научная статья / Article

УДК 621

<https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-72>

Изучение влияния температуры окружающей среды на энергетические параметры солнечных панелей в климатических условиях города Ашхабада

Янгибай Чарыев

Туркменский государственный институт физкультуры и спорта,
Ашхабад, Туркменистан, yangibaycharyyev@gmail.com

Аннотация. В данной научной работе было определено вертикальное рассеянное излучение солнечного света, падающее в условиях Туркменистана, и проведено сравнение измерений с базой данных НАСА. Кроме того, одновременное измерение различных воздействий на окружающую среду было выполнено с помощью устройств измерения данных. В результате измерений определена температурная зависимость тока короткого замыкания и коэффициента полезного действия.

Ключевые слова: солнечная панель, параметры, температура, климат Ашхабада

Для цитирования: Чарыев Я. Изучение влияния температуры окружающей среды на энергетические параметры солнечных панелей в климатических условиях города Ашхабад // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Естественное знание. Медицина. 2024. № 1. С. 72–76. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-72>

Study of the influence of ambient temperature on the energy parameters of solar panels in the climatic conditions of the city of Ashgabat

Yangibay Charyyev

Turkmen State Institute of Physical Education and Sports,
Ashgabat, Turkmenistan, yangibaycharyyev@gmail.com

Abstract. In this scientific work, the vertical scattered radiation of sunlight falling in the conditions of Turkmenistan was determined and the measurements were compared with the NASA database. In addition, in scientific work, simultaneous measurement of various environmental impacts was performed using data measurement devices. As a result of measurements, the temperature dependence of the short circuit current and efficiency was determined.

Keywords: solar panel, parameters, temperature, climate of Ashgabat

For citation: Charyyev YA. Study of the influence of ambient temperature on the energy parameters of solar panels in the climatic conditions of the city of Ashgabat. *Vestnik Syktyvkarskogo universiteta. Seriya 2: Estestvoznaniye. Medicina = Syktyvkar University Bulletin. Series 2: Natural science. Medicine.* 2024. 1: 72–76. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-72>

Введение. Климатические условия Туркменистана позволяют круглый год содержать скот на естественных пастбищах, поэтому для обеспечения условий для чабанских пастбищ необходимо энергообеспечение круглый год. Однако энергообеспечение чабанских хозяйств частично можно решить с использованием солнечной энергии [1; 2].

До последнего времени в развитии энергетики прослеживалась чёткая закономерность: развитие получали те направления энергетики, которые обеспечивали достаточно быстрый экономический эффект. Связанные с этими направлениями социальные и экологические последствия рассматривались лишь как сопутствующие, и их роль в принятии решений была незначительной.

При таком подходе возобновляемые источники энергии (ВИЭ) рассматривались лишь как энергоресурсы будущего, когда будут исчерпаны традиционные источники энергии или когда их добыча станет чрезвычайно дорогой и трудоёмкой [3].

Материалы и методы. Информационно-измерительный комплект. Он состоит из контрольно-измерительного устройства и измерительного комплекса для исследования фотоэлектрической солнечной установки в эксперименте.

Комплекс для измерения данных включает персональный компьютер (ПК) Asus X50, преобразователь аналоговых сигналов ZET 210 и ряд встроенных датчиков.

Принцип работы комплекса для измерения данных заключается в измерении и сохранении данных на персональном компьютере без вмешательства человека. Преобразователь аналоговых сигналов ZET 210 получает данные в виде аналоговых сигналов от датчиков, измеряющих освещенность, температуру, влажность воздуха, ток и напряжение фотоэлектрической солнечной станции, а также температуру фотоэлектрического модуля, затем преобразует их в цифровую форму, после сохранения сигнала он передается на персональный компьютер для дальнейшего анализа.

Для измерения освещенности использовался аналоговый датчик освещенности DFR0026.

Теоретическая база. График температурной зависимости выходного напряжения датчиков нелинейный. Нелинейное поведение удовлетворяет экспоненциальной зависимости при нескольких десятках градусов. Для обработки сигналов с помощью преобразователя аналого-сигнал-характеристики должны быть линейными. Если характеристики термисторов нелинейны, для компенсации следует использовать формулу Стейнхардта — Харта. Показательные функции $U=f(t)$, полученные при калибровке датчиков, разрезаются в виде прямых через отдельные интервалы и проводится кусочная аппроксимация. Не так уж сложно найти уравнение этой линии и угловое значение ее коэффициента наклона.

Влияние рабочей температуры и плотности солнечного потока на ВАХ ФСС было изучено в [4; 5], где представлена общая аналитическая зависимость изменения напряжения и фототока в зависимости от рабочей температуры и плотности солнечного потока для солнечных фотоэлектрических элементов, используемых в космосе и на земле. Если упростить некоторые выведенные формулы и использовать в расчете паспортные значения в качестве основных параметров ФСС, то можно записать изменения ВАХ в зависимости от интенсивности солнечного света и рабочей температуры для солнечных фотоэлектрических установок, используемых на земле, в следующем виде:

$$I_{gu} = I_{0_{gu}} + \Delta I_I + \Delta I_T, \quad (1)$$

$$U_{xx} = U_{0_{xx}} + \Delta U_{I1} + \Delta U_{I2} + \Delta U_T \quad (2),$$

где $I_{0_{gu}}$ и $U_{0_{xx}}$ — величины начальной плотности тока короткого замыкания и напряжения холостого хода, измеренные при стандартных условиях освещения АМ1 ($I_0=1000$ Вт/м²) и температуры окружающей среды ($T_0=(25\pm 2)$ °С) [3]; $\Delta I_I, \Delta U_{I1}, \Delta U_{I2}$ — коэффициенты, учитывающие изменение плотности солнечной радиации; $\Delta I_T, \Delta U_T$ — коэффициенты, учитывающие изменение рабочей температуры солнечной панели.

На основе первого выражения рассчитано среднее количество кумулятивных солнечных лучей, падающих на горизонтальную поверхность в г. Ашхабаде за месяц (табл.).

Для анализа экспериментальных температурных зависимостей выходных параметров V_{OC} и I_{SC} используем известное уравнение ВАХ СЭ:

$$V = -\frac{AkT}{e} \ln\left(\frac{I_{ph}-1}{I_0} + 1\right)$$

и производная dV/dT , которая, как известно [3], имеет вид:

$$\frac{dV}{dT} = \frac{V}{T} - \frac{AkT}{eI_0} \cdot \frac{dI_0}{dT} + \frac{AkT}{e} \cdot \frac{1}{I_{ph}-1} \cdot \frac{d(I_{ph}-1)}{dT}.$$

Коэффициент собирания K_c зависит от диффузионной длины неосновных носителей заряда L .

$$K_c = f(L), \quad L = \sqrt{D\tau},$$

где D — коэффициент диффузии; τ — срок службы. При этом $D \sim T$, а τ слабо зависит от температуры. С учетом известной зависимости тока насыщения I_0 от температуры второе слагаемое имеет вид:

$$-\frac{AkT}{eI_0} \cdot \frac{dI_0}{dT} = -\frac{kT}{e} \cdot \frac{E_g}{kT^2} = -\frac{E_g}{eT}.$$

**Среднее количество кумулятивных солнечных лучей,
падающих на горизонтальную поверхность в г. Ашхабаде за месяц**

Месяцы	<i>Еа_{adv.t}, среднемесячная совокупная солнечная радиация, (кВт·ч/м²),</i>											
	<i>150</i>	<i>170</i>	<i>200</i>	<i>250</i>	<i>290</i>	<i>360</i>	<i>400</i>	<i>480</i>	<i>510</i>	<i>570</i>	<i>580</i>	<i>610</i>
1	106.0	110.23	116.5	126.13	132.48	143.03	148.66	156.86	159.57	162.78		164.49
2	121.9	125.49	125.58	138.14	143.78	151.33	155.06	160.16	161.43	162.07	-	162.53
3	150.9	153.41	157.35	162.69	165.48	169.81	170.31	170.19	169.42	166.63	162.88	163.7
4	168.2	169.13	169.6	170.07	170.64	168.5	165.84	159.55	157.23	149.24	162.16	143.92
5	196.4	195.05	195.25	192.11	188.97	182.3	177.2	165.62	160.32	148.74	146.98	139.91
6	204.1	202.65	200.76	195.09	191.94	182.7	175.14	162.54	155.19	142.38	140.49	135.45
7	211.3	211.39	207.53	203.87	200.44	190.98	185.61	172.72	165.2	154.25	152.31	144.79
8	202.1	202.73	196.38	201.56	200.2	195.73	190.87	181.15	177.85	168.13	166.58	159.58
9	178.2	179.75	183.03	186.47	188.65	190.99	191.47	188.34	185.84	180.99	179.59	175.68
10	149.2	152.64	158.57	166.7	169.38	178.91	182.51	187.05	188.56	188.33	187.39	186.69
11	115.5	119.78	126.08	135.42	142.52	152.9	157.68	165.99	167.66	170.61	170.69	171.65
12	96.6	100.76	106.14	115.78	122.55	132.88	138.39	147.16	149.04	153.11	153.79	155.11
1–12	1900.5	1923.0	1942.77	1994.03	2017.0	2040.06	2038.74	2017.35	1997.37	1947.261	1937.45	1903.5
4–9	1160.5	1160.69	1152.55	1149.03	1140.84	1111.2	1086.13	1029.95	1001.63	943.736	933.78	899.33
10–3	740.0	762.31	790.22	844.86	876.19	928.855	952.61	987.4	995.68	1003.261	1003.67	1004.17

Тогда

$$\frac{dV}{dT} = \frac{V}{T} - \frac{E_g}{eT} = -\frac{E_g - eV}{eT}.$$

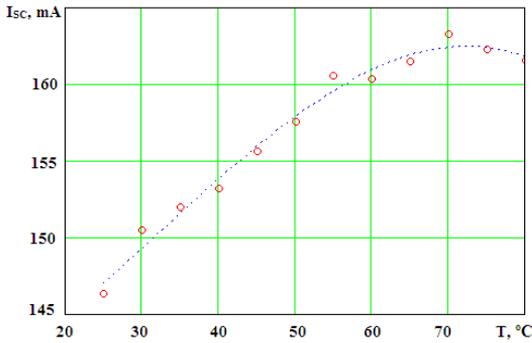


Рис. 1. Температурные зависимости тока короткого замыкания

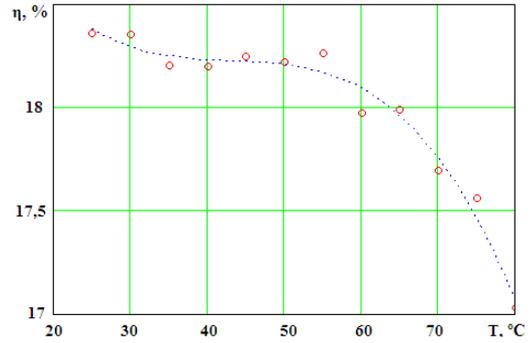


Рис. 2. Температурные зависимости КПД от температуры

Поскольку всегда $E_g > eV$, температурный коэффициент напряжения будет отрицательным и с ростом температуры выходное напряжение ФСС уменьшается. С помощью экспериментально полученных температурных зависимостей I_{SC} и V_{OC} (рис. 1) для НИТ СЭ были вычислены температурные коэффициенты для этих параметров. Для температурных зависимостей параметров СЭ были разработаны математические модели на основе регрессионного анализа и рассчитаны доверительные интервалы по критерию Стьюдента. На рис. 2 точками представлены экспериментальные данные, а пунктирной линией — результаты аппроксимации по следующим регрессионным моделям:

$$I_{sc} = 1,383 \cdot 10^2 + 1,905 \cdot 10^{-1} T - 8,603 \cdot 10^{-3} T^2 - 9,151 \cdot 10^{-5} T^3,$$

$$\eta = 2,001 \cdot 10^{-1} - 1,218 \cdot 10^{-1} T + 2,802 \cdot 10^{-3} T^2 - 2,174 \cdot 10^{-5} T^3.$$

Заключение. Как видно из рис. 1 и 2, при увеличении температуры СЭ от 25 °С до 80 °С ($\Delta T = 55^\circ\text{C}$) ток короткого замыкания увеличивается, а КПД падает с 18.36 до 17.03 %. При этом разница температуры воздуха и СЭ изменялась от 0 °С до 55 °С.

Список источников

1. Бердымухамедов Г. М. Государственное регулирование социально-экономического развития Туркменистана. Ашхабад: Туркменская государственная издательская служба, 2010. Т. 1. 445 с.
2. Бабаев А. Г. и др. Физическая география Туркменистана : учебное пособие. Ашхабад: Туркменская государственная издательская служба, 2014. 350 с.
3. Виссарионов В. И., Дерюгина Г. В., Кузнецова В. А., Малинин Н. К. Солнечная энергетика. М.: МЭИ, 2008. 276 с.
4. Jumayev A. Distribution of solar energy potential on territory of Turkmenistan // International scientific and practical conference on ensuring sustainable development: agriculture, ecology and earth science, Aees 2021, London, Virtual, 27–29 October's 2021. London: IOP Publishing Ltd, 2022. Vol. 1010. Pp. 012157. Doi:10.1088/1755-1315/1010/1/012157.
5. Jumayev A., Atayev E. Pilot projects of industrial photovoltaic solar stations // Improving energy efficiency, environmental safety and sustainable development in agriculture: International scientific and practical conference. London: IOP Publishing Ltd, 2022. Pp. 012142. Doi:10.1088/1755-1315/979/1/012142.

References

1. Berdymuhamedov G. M. *Gosudarstvennoe regulirovanie social'no-ekonomicheskogo razvitiya Turkmenistana* [State regulation of the socio-economic development of Turkmenistan]. Ashkhabad: Turkmen State Publishing Service, 2010. Vol. 1. 445 p. (In Russ.)

2. Babaev A. G. et al. *Fizicheskaya geografiya Turkmenistana : uchebnoe posobie* [Physical Geography of Turkmenistan : a textbook]. Ashkhabad: Turkmen State Publishing Service, 2014. 350 p. (In Russ.)

3. Vissarionov V. I., Deryugina G. V., Kuznecova V. A., Malinin N. K. *Solnechnaya energetika* [Solar energy]. Moscow: MEI, 2008. 276 p. (In Russ.)

4. Jumayev A. Distribution of solar energy potential on territory of Turkmenistan. *International scientific and practical conference on ensuring sustainable development: agriculture, ecology and earth science, Aees 2021, London, Virtual, 27–29 October's 2021*. London: IOP Publishing Ltd, 2022. Vol. 1010. Pp. 012157. Doi:10.1088/1755-1315/1010/1/012157.

5. Jumayev A., Atayev E. Pilot projects of industrial photovoltaic solar stations. *Improving energy efficiency, environmental safety and sustainable development in agriculture: International scientific and practical conference*. London: IOP Publishing Ltd, 2022. Pp. 012142. Doi:10.1088/1755-1315/979/1/012142.

Информация об авторе

Янгибай Чарыев, доктор физико-математических наук, профессор, Туркменский государственный институт физкультуры и спорта (744013, Туркменистан, Ашхабад, пр. Сапармурата Туркменбаши, 40)

Information about the author

Yangibay Charyyev, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Turkmen State Institute of Physical Education and Sports (40, Saparmurat Turkmenbashi Ave., Ashgabat, 744013, Turkmenistan)

Статья поступила в редакцию / The article was submitted	19.01.2024
Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing	23.01.2024
Принята к публикации / Accepted for publication	26.01.2024

Научная статья / Article

УДК 621

<https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-77>

Методика использования микроводорослей для очистки сточных вод промышленных предприятий

Гулялек Аннаоразовна Гурбанова¹, Гулджахан Джумадурдыева²

¹Туркменский государственный педагогический институт им. Сейитназара Сейди,
Туркменабат, Туркменистан, gulya3409@mail.ru

²Государственный энергетический институт Туркменистана, Мары, Туркменистан,
jumadurdyevaguljahan@gmail.com

Аннотация. Одним из перспективных методов очистки сточных вод является биологический способ, в котором очищение воды осуществляется без использования химикатов. Биологическая очистка сточных вод основана на способности микроорганизмов использовать в качестве питательного субстрата находящиеся в сточных водах органические вещества (кислоты, спирты, белки, углеводы и т. д.), которые являются для них источником углерода, а азот — из аммиака, нитратов, аминокислот и фосфор, калий — из минеральных солей этих веществ. В процессе питания микроорганизмов происходит прирост их биомассы. Процесс биологической очистки условно разделяют на две стадии (протекающие одновременно, но с различной скоростью): адсорбцию из сточных вод тонкодисперсной и растворенной примеси органических и неорганических веществ поверхностью тела микроорганизмов и разрушение адсорбированных веществ внутри аэробных и анаэробных. В данной научной статье представлена возможность очистки сточных вод с использованием микроводорослей.

Ключевые слова: энергосбережение, биологическая очистка, сточные воды, качество воды, микроводоросли

Для цитирования: Гурбанова Г. А., Джумадуурдыева Г. Методика использования микроводорослей для очистки сточных вод промышленных предприятий // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Естественные науки. Медицина. 2024. № 1. С. 77–80. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-77>

Methodology for using microalgae for wastewater treatment from industrial enterprises

Gulalek A. Gurbanova¹, Guljahan Jumadurdyeva²

¹ Turkmen State Pedagogical Institute named after. Seyitnazar Seydi, Turkmenabat, Turkmenistan, gulya3409@mail.ru

² State Energy Institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan, jumadurdyevaguljahan@gmail.com

Abstract. *One of the promising methods for purifying succulent waters is the biological method, in which water purification is carried out without the use of chemicals. Biological wastewater treatment is based on the ability of microorganisms to use as a nutrient substrate organic substances found in wastewater (acids, alcohols, proteins, carbohydrates, etc.), which are a source of carbon for them, and nitrogen from ammonia, nitrates, amino acids and phosphorus and potassium — from the mineral salts of these substances. In the process of feeding microorganisms, their biomass increases. The biological treatment process is conventionally divided into two stages (occurring simultaneously, but at different speeds): adsorption of finely dispersed and dissolved impurities of organic and inorganic substances from wastewater by the surface of the body of microorganisms and the destruction of adsorbed substances inside aerobic and anaerobic. This scientific article presents the possibility of wastewater treatment using microalgae.*

Keywords: energy saving, biological treatment, wastewater, water quality, microalgae

For citation: Gurbanova G. A., Jumadurdyeva G. Methodology for using microalgae for wastewater treatment from industrial enterprises. *Vestnik Syktyvkarskogo universiteta. Seriya 2: Estestvoznaniye. Medicina = Syktyvkar University Bulletin. Series 2: Natural science. Medicine.* 2024. 1: 77–80. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2024-1-77>

Введение. Промышленность Туркменистана представлена предприятиями электроэнергетики, нефте- и газодобывающей, нефтеперерабатывающей, химической и нефтехимической отраслей, машиностроения и металлообработки, объектами по производству строительных материалов, легкой и пищевой индустрии. Промышленность страны значительно расширяет перерабатывающие мощности, являясь наиболее динамично развивающимся сектором экономики. Увеличение доли сферы услуг связано с постепенным ростом потребительского спроса. Этому способствует рост доли промышленности в структуре ВВП в 2022 г. до 33.8 %. Туркменистан, заинтересованный в экономической, социальной и экологической стабильности страны, придает особое значение проблемам рационального использования водных ресурсов в промышленности. В настоящее время незначительные потребности промышленного сектора удовлетворяются в полном объеме и не существует конкуренции между водопотребляющими отраслями [1–6].

Материалы и методы. В условиях изменения климата для удовлетворения растущих потребностей промышленности в воде необходимо внедрить водосберегающие технологии в производство и повторное использование промышленных сточных вод. Одним из источников водных ресурсов для земледелия может быть полив очищенными промышленными сточными водами, которые также могут сократить дефицит водных ресурсов. Однако имеющиеся очистные сооружения по фактической мощности не обеспечивают качественную очистку стоков.

По превалированию технологического процесса во время очистки стоков и вне зависимости от устройства, оборудования, сооружения очистка сточных вод условно подразделяется на механическую (физическую), химическую (как правило, физико-химическую), биологическую (более корректно — биохимическую и биогенную), а также очистку стоков обеззараживанием и дезинфекцией. Биологическая очистка сточных вод основана на способности микроорганизмов разлагать органическое вещество, присутствующее в сточных водах, для собственного роста [1–6].

Суммарное количество органических веществ, которое может быть изъято и разрушено комплексом микроорганизмов, зависит в основном от биомассы этого комплекса. Скорость же изъятия веществ и их окисления определяется многочисленными факторами: структурой веществ и их концентрацией, их сочетанием в очищаемых водах и способностью взаимодействовать между собой, степенью их токсичности и т. д.

Промышленные сточные воды, направляемые на биологическую очистку, должны удовлетворять определенным требованиям [1–6]:

- в промышленных сточных водах должны содержаться растворенные и коллоидные органические загрязнители;
- вода должна содержать необходимое количество биогенных элементов (азот, фосфор, калий и др.);
- БПК₂₀ сточной воды не должно быть очень большим;
- оптимальное рН = 7–8 (допускается рН = 6.5–9);
- температура 6–30 °С (оптимальная 20 °С);
- сточные воды не должны содержать ядовитых веществ в концентрациях выше допустимых;
- общее солесодержание должно быть меньше 10 г/л.

Для снижения концентрации вредных и ядовитых веществ, БПК, изменения рН среды, охлаждения и т. п. стоки подвергаются предварительной специальной обработке механическими, физико-химическими и другими способами.

Результаты и обсуждение. С целью испытания биологического способа очистки сточных вод в научно-производственном центре «Возобновляемые источники энергии» Государственного энергетического института Туркменистана ведутся научно-исследовательские работы. Целью исследования является изучение жизнеспособности микроводоросли *Chlorella vulgaris* Beijerinck, 1890 (отдел Chlorophyta Pascher, 1914; класс Trebouxiophyceae Friedl, 1995; порядок Chlorellales H. C. Bold et M. J. Wynne, 1985; сем. Chlorellaceae Brunthaler, 1913) в сточных водах. Для достижения цели исследования проводятся эксперименты по накоплению биомассы из микроводорослей, совмещают его с заменой традиционно используемых сред для сточных вод.

Выращивание микроводорослей представляется как утилизация сточных вод, сформированных на промышленных предприятиях и негативно влияющих на окружающую среду, а также трансформация возобновляемой энергии с целью получения энергетического сырья. Энергетическое сырье из микроводорослей окажет во многом меньшее воздействие на окружающую среду и продовольственную безопасность, чем сырье из масличных культур. Таким образом, возможно совмещение технологий очистки загрязнений сточной воды с получением водорослевой биомассы для задач биоэнергетики.

Заключение. Полученные результаты исследований по изучению жизнеспособности микроводоросли *Ch. vulgaris* в сточной воде показали, что сточные воды промышленных предприятий вполне применимы для выращивания биомассы микроводорослей при условии смешивания ее с почвенной вытяжкой. Почвенная вытяжка — достаточно сложный объект, сочетающий в себе признаки живой и неживой природы. Тем не менее, при правильном выборе методик она является неоценимым компонентом питательной среды для микроводорослей.

Способ культивирования микроводорослей с использованием сточных вод сочетает в себе экологические и экономические интересы страны. Такое сочетание является одним из основных условий устойчивого развития. Обеззараживание сточных вод будет способствовать обеспечению продовольственного изобилия за счет эффективного использования ограниченных водных ресурсов страны.

Список литературы

1. Оразбердиева М., Гурбанова Г., Мамедова Т., Оразбердиев Р. Перспективы выращивания микроводорослей в дренажных водах для биоэнергетики // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XXIII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 27–28 апр. 2023 г. : в 2 ч. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого; под общ. ред. А. А. Бойко. Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2023. Ч. 1. С. 273–276. URL: <https://elibr.gstu.by/handle/220612/29366> (дата обращения: 24.01.2024).
2. Джумадурдыев О., Оразбердиева М. Р., Шыхыева М. Ш. Изучение возможностей культивирования микроводорослей в дренажных водах // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2 Биология, геология, химия, экология. 2023 № 1 (25). С. 26–30. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-1-26>.
3. Ёллыбаев А., Сейиткулиев Я., Джумадурдыев О. Оценка мелиоративного состояния орошаемых земель : науч.-произв. пособие для землевладельцев и дехканов. Ашхабад: Ёлым, 2019. 25 с. URL: <https://www.tohi.edu.tm/usulygollan/ma/ru/file/15.pdf> (дата обращения: 24.01.2024).

4. Shyhyeva M., Orazberdiyeva M. Creating additional water reserves through drainage water during climate change // *Fundamental science innovation and technology* : сб. науч. статей по материалам III Международ. науч.-практич. конференции (10 ноября 2023 г., г. Уфа). Уфа: Изд. НИЦ «Вестник науки», 2023. С. 56–60.

5. Оvezberdiyeva A. Интеграция сельского и водного хозяйства Туркменистана в планы по адаптации к изменению климата // *Научно-практический журнал «Проблемы освоения пустынь»*. 2022. № 1–2. С. 14–19.

6. Курнакова Н. Ю., Католиченко Д. С., Сухарев О., Волхонский А. А. Анализ развития производства биоэнергетического топлива // *Фундаментальные исследования*. 2016. № 9–2. С. 268–272.

Reference

1. Orazberdiyeva M., Gurbanova G., Mamedova T., Orazberdiyev R. Prospects for growing microalgae in drainage waters for bioenergy. *Issledovaniya i razrabotki v oblasti mashinostroeniya, energetiki i upravleniya : materialy XXIII Mezhdunar. nauch.-tekh. konf. studentov, aspirantov i molodyh uchenyh, Gomel', 27–28 apr. 2023 g. : v 2 ch. CH. I* [Research and development in the field of mechanical engineering, energy and management: materials of the XXIII International Scientific and Technical Conference of students, postgraduates and young scientists, Gomel, April 27–28, 2023: at 2 a.m. 1]. M-in education Rep. Belarus, Gomel State Technical University P. O. Sukhoi University; under the general editorship of A. A. Boyko. Gomel: Sukhoi State Technical University, 2023. Pp. 273–276. Available at: <https://elib.gstu.by/handle/220612/29366> (accessed: 24.01.2024). (In Russ.).

2. Jumadurdyev O., Orazberdiyeva M. R., Shyhyyyeva M. Sh. Studying the possibilities of cultivation of microalgae in drainage waters. *Vestnik Syktyvskarskogo universiteta. Seriya 2 Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Bulletin of Syktyvkar University. Series 2 Biology, geology, chemistry, ecology]. 2023. № 1 (25). Pp. 26–30. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-1-26>. (In Russ.)

3. Yollybaev A., Sejitkuliev YA., Dzhumadurdyev O. *Ocenka meliorativnogo sostoyaniya oroshaemyh zemel' : nauch.-proizv. Posobie dlya zemlevladel'cev i dekhkanov* [Assessment of the reclamation status of irrigated lands : scientific-proc. A benefit for landowners and dehkans]. Ashkhabad: Ylym, 2019. 25 p. Available at: <https://www.tohi.edu.tm/usulygollan/ma/ru/file/15.pdf>. (accessed: 24.01.2024). (In Russ.)

4. Shyhyeva M., Orazberdiyeva M. Creating additional water reserves through drainage water during climate change. *Fundamental science innovation and technology : sb. nauchn. statej po materialam III Mezhdunarod. nauch.-praktich. konferencii (10 noyabrya 2023 g., g. Ufa)* [Fundamental science innovation and technology. Scientific collection articles based on the materials of the III International scientific and practical conferences (November 10, 2023, Ufa)]. Ufa: Ed. SIC Bulletin of Science, 2023. Pp. 56–60.

5. Ovezberdiyeva A. Integration of agriculture and water management of Turkmenistan into plans for adaptation to climate change. *Nauchno-prakticheskij zhurnal «Problemy osvoeniya pustyn'»* [Scientific and practical journal «Problems of desert development»]. 2022. No 1–2. Pp. 14–19. (In Russ.).

6. Kurnakova N. YU., Katolichenko D. S., Suharev O., Volhonskij A. A. Analysis of the development of bioenergy fuel production. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Research]. 2016. No 9–2. Pp. 268–272. (In Russ.)

Информация об авторах

Гурбанова Гулялек Аннаоразовна, преподаватель, Туркменский государственный педагогический институт им. Сейитназара Сейди (744013, Туркменистан, Туркменабат, ул. Шабенде, 7)

Джумадурдыева Гулджахан, студентка, Государственный энергетический институт Туркменистана (745400, Туркменистан, Мары, ул. Байрамхана 62)

Information about the authors

Gulalek A. Gurbanova, teacher, Turkmen State Pedagogical Institute named after. Seyitnazar Seydi (7, st. Shabende, Turkmenabat, 744013, Turkmenistan)

Guljahan Jumadurdyeva, Students, State Energy Institute of Turkmenistan (62, Bayramkhan str., Mary, 745400, Turkmenistan)

Статья поступила в редакцию / The article was submitted	20.01.2024
Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing	23.01.2024
Принята к публикации / Accepted for publication	26.01.2024

Экспедиционная жизнь *Expedition life*

Рассказ / Story

Один...

Геннадий Николаевич Доровских

Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина, Сыктывкар, Россия,
dorovskg@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7502-8989>

Верховья Печоры, территория Печоро-Илычского заповедника. Лето выдалось жарким, засушливым. Река обмелела.

Один из небольших экспедиционных отрядов застрял на стационаре в устье речки Левобережной Гаревки. Они не ожидали, что воды будет так мало, а дождей не будет совсем. Такого еще не было. В их немалом экспедиционном опыте такая ситуация отсутствовала.

После нескольких дней ожидания «у моря погоды» они предложили мне рвануть с ними выше по реке, помочь добраться до избы на плато Яны-пупы-нер. Самому затем в одиночку сплавиться на резиновой надувной лодке вниз к базе.

Зная, что я еще там не был, но очень хотел бы туда попасть, а по пути заглянуть еще и в Медвежью пещеру, что в Иорданском логе, на этом и сыграли. Я с готовностью согласился. Другой возможности побывать в горах у меня не было. Дело в том, что находился я, так сказать, в автономном плавании, перебираясь с места на место на перекладных.

Решили подыматься вверх по реке на другой день на двух лодках.

Двигались медленно, пришлось заночевать в избе «Строганая доска», расположенной несколько ниже устья реки Большая Порожня.

В другие годы при большей воде до этого места подымались за несколько часов, а во второй половине дня уже доходили до избы на плато Яны-пупы-нер. В этот раз на ночевку встали около десяти часов вечера, изрядно устав. В пути в общей сложности находились около четырнадцати часов всего с одной остановкой на обед в районе местечка «Тургарь».

На утро позавтракав и умывшись, добрались до устья Б. Порожней. Я поставил здесь палатку, в которой на обратном пути планировал укрыться в случае непогоды или, если придется, переночевать. Лодку и вещи для обратного пути оставил еще в избе «Строганая доска».

Подъем на плато оказался намного сложнее, чем мне представлялось. На себе пришлось нести весьма значительный груз, и это в горы, по лесной тропинке. Идешь, а где-то торчит корень дерева, где-то болото, грязь или камни, пересекаешь ручьи...

Потом по этой тропе ходил неоднократно, но в этот раз путь казался чудовищным. Давила неизвестность, как далеко идти, насколько крутой подъем, что там за очередным поворотом... Путь дался весьма нелегко, хотя затем вниз через два дня сбежал минут за сорок. А тут тащились почти пять часов. Сказался еще и груз, да и уложил его неудачно. Опыта еще не хватало, маловато было.

Неожиданно за очередным поворотом открылся вид на избу. Сил как будто прибавилось. Подошли, сбросили рюкзаки, сразу развели костер, повесили котелок вскипятить воду для чая, затопили печь в избе. Стали устраиваться. Легли спать только после одиннадцати часов вечера. Завтра мне предстояло знакомство с окрестностями.

Утром всю округу затянул густой туман. Прождав несколько часов, решил все же пройти в сторону плато Мань-пупы-нер. Понятно было, что не дойду, но хоть посмотреть в направлении знаменитых столбов.

Потихоньку, стараясь не сбиваться с тропы, продвигаюсь в тумане к намеченной цели. Дошел до останца «Заячий камень». Обошел его, осмотрел. Направился уже обратно к избе... Туман начал

рассеиваться, и через час-полтора открылся вид на Заячий камень, а затем и на столбы на плато Мань-пупы-нер.



Стационар в устье Левобережной Гаревки



Медвежья пещера в логе Иорданский



Продвигались медленно. Пригодились и лопаты



Изба «Строганая доска»



Б. Порожня впадает в Печору



Подъем на плато оказался намного сложнее, чем мне представлялось



«Перекур» при подъеме в горы. Чай у ручья



За очередным поворотом открылся вид на избу



Жаль, уже поздно идти к ним. Вторая половина дня, а завтра надо возвращаться. Потом, в другие годы, трижды ходил к ним и даже по три-четыре дня жил в палатке рядом с ними. Но это будет потом, а сейчас надо вернуться к избе.

Поворачиваюсь, а там за мной наблюдает пара оленей. Совсем близко, около пяти метров всего! Вот это да! Им любопытно, мне забавно. Через некоторое время они скрылись.

Открылся замечательный вид! Все же насколько хороша и разнообразна наша природа! Не перестаю удивляться.

Замечаю на горизонте темную тучу, достаточно быстродвигающуюся в мою сторону. Догадываюсь, что будет дождь и неслабый. Ветер усилился. Надо искать укрытие. Но где? Вспоминаю, что в рюкзак на всякий случай положил кусок пленки. Быстро достаю пленку, заматываюсь в нее с головой, и на меня обрушивается ливень.



Туман начал рассеиваться, и через час-полтора открылся вид на Заячий камень,



а затем и на столбы на плато Мань-пупы-нер



Потом трижды ходил к ним и даже по три-четыре дня жил в палатке рядом с ними

Это был водопад. Вокруг все потемнело. Продолжалось это светопреставление две-три минуты. Дождь также быстро закончился, как и начался. По его окончании я свернул пленку, положил ее в рюкзак и направился к избе.

На другой день, позавтракав, собрал рюкзак и двинулся в обратный путь. На удивление быстро дошел до устья Б. Порожной. Забрался в оставленную здесь палатку, перекусил, прилег отдохнуть. Торопиться некуда, у меня минимум три дня. Выходя из палатки, увидел дерево, на котором медведь оставил свою метку. Последняя была еще свежей.

Немного поразмыслив, решил сходить на «Медвежий камень», придётся ли еще побывать в этих местах. Пробыл там почти три часа, вернулся к палатке, свернул ее и направился к избе «Строганая доска», там и заночевал.

Утром развел костер, приготовил завтрак. Затем накачал лодку, проверил ее, собрал и сгрузил вещи. Теперь в путь.

Посидел на дорожку и оттолкнулся от берега. Первый километр дался нелегко. Мелко даже для моего судна. Просто тащить лодку за веревку не рискнул. Вдруг порву, поэтому осторожно проводил лодку промеж камней. Все это в наклонку, так что к концу этой операции поясницу не чувствовал.

Наконец вышел на русло, разместился в своем «корабле», и началось ознакомление с его характером. Благо грести особо не приходилось, течение несло лодку в нужном направлении.



За мной наблюдает пара оленей



Медведь оставил метку



Медвежий камень. Вид от устья Б. Порожней

Поскольку плыл бесшумно, мотора нет, разговаривать не с кем, то мир природы воспринимал меня как свою часть. Вот на берег вышел лось, позже олениха с олененком, а тут куница с добычей, там воробей-оляпка кормит своего отпрыска, рябчик любопытствует...

В другой раз из-за поворота выскочил волк, под вечер на берегу заметил медведя.

Вот так неторопливо, плывя по направлению к базе, знакомился с заповедной природой, не знавшей не только топора, но и выстрела ружья или почти не знавшей этого.

Размяться пристал к острову «Тургарь». Прошелся до избы. Старый домик, заливаемый в половодье, стоит в зарослях. В жаркую погоду здесь прохладно. Интересно посмотреть, как раньше люди устраивали свой быт в этих диких местах.

Погоулял, взял пробы для работы, и опять в путь.

Прошло несколько часов. Сплав идет без приключений. В конце концов, устал сидеть в лодке, пристал к берегу, приготовил обед, поел и решил прогуляться вдоль русла с заходами в лес. Все-таки интересно, как это быть в девственной тайге. Что такое этот нетронутый рукой человека мир?

Побродив, решил остаться здесь на ночевку.





Вид на Печору с Медвежьего камня и его обитатели



Лось



Куница

Ночь прошла спокойно. Утром солнце достаточно быстро нагрело палатку, пришлось вставать и готовить завтрак. Развел костер, повесил котелок с водой, а сам искупался, взбодрился. Поев, собрал палатку, спальник и вещи, сгрузил в лодку. Немного постоял и зачем-то прошел до места на берегу, где не было травы, просто грязь. В этом месте течение намыло ил.

Следы. Недавние. Похоже, в то время, когда я спал в палатке, метрах пятидесяти прошел олень, за ним волк...

Впереди сплав длиною в день. По пути предстояло обследовать несколько пойменных водоемов, а также добрать пробы на питание рыб и их паразитов.

С погодой повезло, все предвещало хороший день. Так и получилось.



Оляпка с птенцом



Рябчик наблюдает

Следующая остановка у местечка «Елма», где построены изба, баня, беседка. Замечательное место, где когда-то располагалась купеческая база. Здесь охотники меняли меха на порох, муку, соль и прочие продукты, изделия. Особую привлекательность этому месту придают кусты пионов. В период их цветения здесь красота необыкновенная.



Изба на острове «Тургарь»



Остановка на ночлег



Прошел олень



След волка

Приготовил обед, прилег в избе. После многочасового пребывания в маленькой резиновой лодке приятно вытянуться в полный рост.

Сплываюсь далее. Погода по-прежнему хороша. Тишину нарушает шум качающихся под ветром деревьев, течение воды, крик птицы... Красота!

Незаметно подкрался вечер. На излучине всплеск рыбы. Подбросил блесну. Взял хороший хариус. Ну вот и недостающая проба на его питание и паразитофауну, и ужин. Выбираю место для ночевки.

За поворотом прямой пологий берег Печоры, течение воды замедлилось, приходится грести. Замечаю тропинку, выходящую к воде, а далее за кустами избушку. Вопрос с местом для ночлега решен.



Участок «Елма», где построены изба, баня, беседка



Особую привлекательность этому месту придают кусты пионов

Вытащил на берег лодку, привязал. Перенес вещи к месту ночлега. Заготовил дрова для костра и печи в избе. Затопил печь, развел костер, повесил котелок с водой. Готовлю ужин.

Еще светло, можно разобрать и систематизировать материал, собранный по ходу сплава. По окончании работы искупался.

Избушка просохла и прогрелась, спальный мешок, развешанный в ней, избавился от влаги. Вложил в спальник вкладыш, залез в него и моментально заснул.

На другой день предстояло добраться до курьи у Манских лук (Уманские луки). Оказалось, что это совсем недалеко от избы, в которой ночевал.

Вытащил лодку и стал обустриваться. Поставил палатку, заготовил дрова. Затем приступил к подготовке орудий для сбора материала. Предстояло взять пробы на паразитофауну и питание плотвы, окуня и щуки. Это верхняя точка, где эти виды рыб держатся в заметном количестве. Выше по течению они встречаются в единичных экземплярах и не каждый год.

Планировал завершить сборы материала к середине дня. Однако объем работы оказался намного больше, а сами они существенно сложнее, чем я рассчитывал. Пришлось задержаться до глубокого вечера. Объем и качество собранного материала оправдывали такую задержку.

Закончив работы и упаковав сборы, развел костер и приготовил ужин. Вечер выдался на удивление теплым и безветренным, чем не преминули воспользоваться кровососы. Как нарочно, антикомарин куда-то запропастился. Пришлось забраться в палатку, зажечь «спираль» и так спастись от комаров и прочей живности, желавшей испить моей крови.

Сон не шел. Собрался с духом, выскочил из палатки, добежал до реки и плюхнулся в воду. Поплескался и бегом обратно в палатку. Обтерся, залез в спальник, зажег фонарик и стал читать журнал, на всякий случай захваченный в дорогу. Так незаметно и заснул.



На излучине всплеск рыбы



Изба у Манских луков



За мыском Манская курья



Старая изба в устье Манской курьи. За высокими деревьями вход в курью



Вытащил лодку на берег Манской курьи



Нападение кровососов



Не спалось...



Вот и утро

Утром разбудил птичий гвалт. Что-то, похоже, не поделили.

Развел костер, повесил котелок с водой, а сам пошел искупаться. Поев, собрался, сел в лодку и отплыл от берега. Однако любопытство взяло верх, причалил к другому берегу курьи, где находится старая избушка. Она уже не используется. Крыша в некоторых местах прохудилась, сама изба покосилась. Зайти в нее оказалось достаточно легко. Сохранился стол и лавки из толстенных досок. На столешнице были вырезаны даты и имена. Видимо, посетители отмечали время своего пребывания в ней. Это 1940-е, 1950-е и первая половина 1960-х годов. Повеяло стариной...

Через несколько часов причалил к берегу у стационара. На другой день должна была прибыть лодка, чтобы отвести нас в село Усть-Унья, а далее на машине до Якши, на центральную базу заповедника.