

ISSN 2306-6229

**Вестник  
Сыктывкарского  
университета**

**СЕРИЯ 2**

**ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ  
МЕДИЦИНА**

**2(34)2025**

<b>Вестник Сыктывкарского университета (научный журнал)</b>	<b>Серия 2</b>  Естествознание Медицина	<b>Выпуск 2 (34) 2025</b>  <b>12+</b>
---	--	---

## СОДЕРЖАНИЕ

### СТАТЬИ

#### *Паразитология / Parasitology*

<b>Доровских Г. Н.</b> Паразитофауна ерша <i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus, 1758) (Perciformes: Percidae Rafinesque, 1815) из водотоков бассейна реки Мезени <i>Dorovskikh G. N.</i> The parasitofauna of the ruff <i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus, 1758) (Perciformes: Percidae Rafinesque, 1815) from the watercourses of the Mezen River basin	6
<b>Доровских Г. Н.</b> Паразитофауна карася <i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) из озер бассейна реки Вашки (бассейн реки Мезени) <i>Dorovskikh G. N.</i> Parasite fauna of crucian carp <i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) from the lakes of the Vashka River basin (Mezen River basin)	17
<b><i>Медицина / Medicine</i></b>	
<b>Козловская А. В.</b> Артериальная гипертензия у беременных <i>Kozlovskaya A. V.</i> Arterial hypertension in pregnant women	22
<b>Гребнев А. В., Марков Э. В., Тебенков А. А., Ильиных Е. И.</b> Трудности диагностики экссудативного плеврита вследствие кистозного эхинококкоза <i>Grebnev A. V., Markov E. V., Tebenkov A. A., Ilinykh E. I.</i> Difficulties in diagnosing exudative pleurisy due to cystic echinococcosis	32
<b><i>Экология / Ecology</i></b>	
<b>Алланазаров Н. А., Сарыев М., Башимова А. О.</b> Комплексная оценка солнечного и ветроэнергетического потенциала для развития возобновляемой энергетики в поселке Ялкым и городе Балканабад <i>Allanazarov N. A., Saryyev M., Bashimova A. O.</i> Integrated assessment of solar and wind energy potential for renewable energy development in Yalkym village and Balkanabad city	42
<b>Джумаев А. Я.</b> Экономический анализ солнечно-водородной системы энергоснабжения <i>Jumayev A. Y.</i> Economic analysis of a solar hydrogen energy system	53

---

*Педагогика / Pedagogy*

---

- Репина Е. Н., Рогачевская О. В.** Формирование на уроках основ безопасности и защиты Родины практических навыков информационной безопасности современных школьников
- Repina E. N., Rogachevskaya O. V.* Formation of practical information security skills of modern schoolchildren in lessons on security and protection of the Motherland 63
- 

*К 80-летию Великой Победы / On the 80th anniversary of the Great Victory*  
*Историческая справка / Historical reference*

---

- Силин В. И.** Военные биографии преподавателей Коми государственного педагогического института А. Ф. Худяева и Л. И. Цвеленьева
- Silin V. I.* Military biographies of teachers of the Komi State Pedagogical Institute A. F. Khudyaev and L. I. Tsvelenyev 71
- 
- Доровских Г. Н.** Челдон...
- Dorovskikh G. N.* Cheldon... 83
- 

*Студенческие работы / Student papers*

---

- Балохин С. Д., Истомина Д. Н., Хайбулин Т. Л.** Популярные поведенческие тесты для оценки динамики физического и эмоционального состояния крыс
- Balokhin S. D., Istomina D. N., Khaibulin T. L.* Popular behavioral tests for assessing the dynamics of the physical and emotional state of rats 89
-

## 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, 2025. Выпуск 2 (34). 96 с.

*Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство ПИ № ФС77-80688 от 23.03.2021.*

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

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

## ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

**Т. В. Разина**, д-р психол. наук, доцент, 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, доктор медицинских наук. ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», Медицинский институт, зав. кафедрой неврологии, психиатрии и специальных клинических дисциплин, профессор (Санкт-Петербург, Сыктывкар, Россия)

## РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ 2

**А. В. Адрианов**, д-р мед. наук, доцент, ФГБОУ ДПО «Санкт-Петербургский институт усовершенствования врачей-экспертов Министерства труда РФ», 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 (Минск, Республика Беларусь)

**О. В. Ермакова**, д-р биол. наук, старший научный сотрудник Института биологии Коми научного центра 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 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 Института перинатологии и педиатрии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» МЗ РФ; ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», профессор кафедры хирургии медицинского института (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 им. 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, Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького, зав. кафедрой детской и общей неврологии факультета интернатуры и последипломного образования (Донецк, ДНР)
- В. В. Мазур**, канд. геогр. 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, Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН, главный научный сотрудник (Сыктывкар, Россия)
- А. Ю. Мейгал**, д-р мед. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», медицинский институт, кафедра физиологии человека и животных, патофизиологии, гистологии, заведующий кафедрой (Петрозаводск, Россия)
- Г. М. Насыбуллина**, д-р мед. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, зав. кафедрой гигиены и экологии (Екатеринбург, Россия)
- В. П. Никишин**, д-р биол. наук, старший научный сотрудник, ФГБУН «Институт биологических проблем Севера Дальневосточного отделения РАН», 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 Республиканской детской клинической больницы г. Сыктывкара (Сыктывкар, Россия)
- Е. С. Слепович**, чл.-корр. Академии образования Республики Беларусь, д-р психол. наук, профессор, Белорусский государственный университет, кафедра общей и медицинской психологии, профессор (Минск, Республика Беларусь)
- Ю. Г. Солонин**, д-р мед. наук, профессор, действительный член (академик) Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности, ФГБУН «Институт физиологии 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, Республика Коми, Сыктывкар, Октябрьский пр., 55  
Тел./факс (8212) 390-309

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

Подписано в печать 14.05.2025. Дата выхода в свет 04.06.2025.  
Формат 70×108/16. Усл.-печ. л. 11,6.  
Заказ № 31. 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  
Сайт: komitip.ru

# Паразитология

## Parasitology

Научная статья / Article

УДК 576.8

<https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-6>

### Паразитофауна ерша *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758) (Perciformes: Percidae Rafinesque, 1815) из водотоков бассейна реки Мезени

Геннадий Николаевич Доровских

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

**Аннотация.** В статье собраны воедино и проанализированы сведения о паразитофауне ерша из бассейна р. Мезени.

Сбор и обработка материала проведены общепринятыми методами. Ерша отлавливали в течение 10–20 мин. и сразу фиксировали в 10%-м растворе формалина в пластиковые бутылки. В обязательном порядке на наличие паразитов просматривали осадок из емкостей, в которых хранили рыбу до вскрытия.

Всего у ерша (вскрыто 64 экз.) из водотоков Мезенского бассейна нашли 27 видов паразитов. В составе фауны его инвадентов отсутствуют ракообразные *Crustacea* Brünnich, 1772 и *Proteocephalus* Weinland, 1858, в минимальном количестве отмечены инфузории *Ciliophora* Doflein, 1901 и *Dermocystidium* sp. Во всех выборках ерша, исследованного на наличие инвадентов, присутствовал только *Dactylogyrus amphibotrium* Wagener, 1857 — его специфичный паразит. Из последних найдены *D. hemiamphibotrium* Ergens, 1956 и *Bunodera luciopercae* (Müller, 1776).

Из специфичных паразитов окуневых рыб *Percidae* Rafinesque, 1815 у ерша в бассейне р. Мезени отмечены *Gyrodactylus cernuae* Malmberg, 1957 и *G. longiradix* Malmberg, 1957. Необходима проверка на наличие у этого вида хозяина трематоды *Bunodera l. luciopercae* (Müller, 1776). Рыбы этого семейства преимущественно являются окончательными хозяевами и для *Samallanus lacustris* (Zoega, 1776). *Diplostomum volvens* Nordmann, 1832 — довольно узкоспецифичный паразит окуневых рыб *Percidae* Rafinesque, 1815.

Самую многочисленную группу паразитов ерша в бассейне р. Мезени формируют широкоспецифичные и случайные виды.

Наибольшее сходство видовой состав паразитов ерша из бассейна р. Мезени имеет с таковым из р. Вычегды и р. Печоры. Указанные бассейны на протяжении своей истории неоднократно были связаны друг с другом.

Интересно, что сходство паразитофауны ерша из Мезенского бассейна намного ниже с таковой из оз. Коматы ( $K_{CP} = 0.39$ ), чем с паразитофауной *G. cernuus* из бассейна р. Печоры, хотя озеро относится к Печорскому бассейну. Видимо, это связано с историческими особенностями формирования гидрофауны этих водоемов.

Максимальное видовое богатство паразитов ерша в бассейнах рек Волги, Дуная, Днепра и Дона может быть косвенным аргументом в пользу предположения о нахождении центра происхождения ерша в Палеодунае в понимании Г. У. Линдберга. К Палеодунаю относились бассейны рек Дуная и Днепра. Формирование фауны рыб р. Дон, а также р. Волги происходило в тесной связи с палеодунайской. В бассейны рр. С. Двины, Мезени и Печоры ерш вселялся по мере того как отступал ледник, по пути теряя часть своих симбионтов.

**Ключевые слова:** паразиты, ерш, *Gymnocephalus cernuus*, бассейн реки Мезени

**Для цитирования:** Доровских Г. Н. Паразитофауна ерша *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758) (Perciformes: Percidae Rafinesque, 1815) из водотоков бассейна реки Мезени // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Естествознание. Медицина. 2025. № 2 (34). С. 6–17. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-6>

## The parasitofauna of the ruff *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758) (Perciformes: Percidae Rafinesque, 1815) from the watercourses of the Mezen River basin

Gennady N. Dorovskikh

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

**Abstract.** The article brings together and analyzes information about the parasitofauna of the ruff from the Mezen River basin.

The collection and processing of the material were carried out using generally accepted methods. The ruff was captured for 10-20 minutes and immediately fixed in a 10 % formalin solution in plastic bottles. It was mandatory to check the sediment from the containers in which the fish were stored before opening for the presence of parasites.

In total, 27 species of parasites were found in the ruff (64 specimens were uncovered) from the watercourses of the Mezen basin. Crustaceans *Crustacea* Brunnich, 1772 and *Proteocephalus* Weinland, 1858 are absent from the fauna of its invaders, while infusoria *Ciliophora* Doflein, 1901 and *Dermocystidium* sp are noted in minimal numbers. In all samples of ruff examined for the presence of invaders, only *Dactylogyrus amphibotrium* Wagener, 1857, its specific parasite, was present. Of the latter, *D. hemiamphibotrium* Ergens, 1956 and *Bunodera luciopercae* (Müller, 1776) were found.

*Gyrodactylus cernuae* Malmberg, 1957 and *G. longiradix* Malmberg, 1957 were found among the specific parasites of perch fish *Percidae* Rafinesque, 1815 in the ruff in the Mezen River basin. It is necessary to check for the presence of the fluke *Bunodera L. luciopercae* in this host species (Müller, 1776). Fish of this family are mainly the final hosts for *Camallanus lacustris* (Zoega, 1776). *Diplostomum volvens* Nordmann, 1832 is a rather narrowly specific parasite of perch fishes *Percidae* Rafinesque, 1815.

The most numerous group of ruff parasites in the Mezen River basin is formed by widely specific and random species.

The species composition of the ruff parasites from the Mezen River basin has the greatest similarity with those from the Vychegda River and the Pechora River. These basins have been repeatedly linked to each other throughout their history.

Interestingly, the similarity of the ruff parasitofauna from the Mezen basin is much lower than that from Lake Baikal. Komaty ( $KCP=0.39$ ) than with the parasitofauna *G. cernuus* from the Pechora River basin, although the lake belongs to the Pechora basin. Apparently, this is due to the historical features of the formation of the hydrofauna of these reservoirs.

The maximum species richness of ruff parasites in the basins of the Volga, Danube, Dnieper and Don rivers may be an indirect argument in favor of the assumption that the ruff origin center is located in the Paleodunaeon in the understanding of G. W. Lindberg. The basins of the Danube and Dnieper rivers belonged to the Paleodunai. The fish fauna of the Don River, as well as the Volga River, was formed in close connection with the Paleodunai fauna. The ruff moved into the basins of the Dvina, Mezen, and Pechora rivers as the glacier retreated, losing some of its symbionts along the way.

**Keywords:** parasites, ruff, *Gymnocephalus cernuus*, the basin of the Mezen River

**For citation:** Dorovskikh G. N. The parasitofauna of the ruff *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758) (Perciformes: Percidae Rafinesque, 1815) from the watercourses of the Mezen River basin. *Vestnik Syktyvkarского университета. Seriya 2: Estestvoznaniye. Medicina = Syktyvkar University Bulletin. Series 2: Natural science. Medicine.* 2025. 2 (34): 6–17. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-6>

**Введение.** Ихтиопаразитофауна северо-востока европейской части России изучена достаточно хорошо [1–7]. В том числе исследована и паразитофауна ерша *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758) из бассейнов рек Кары, Печоры [8], Вычегды [9]. Имеются данные и о фауне инвадентов ерша из бассейна р. Мезени [10; 11].

К настоящему времени появилась необходимость собрать воедино и проанализировать сведения о паразитофауне этого вида рыб из указанного бассейна.

**Материал и методы.** Сбор и обработка материала проведены общепринятыми методами [12]. Водоёмы (см. рисунок), даты лова рыбы, объемы выборок указаны в таблице. Длина тела вскрытых экземпляров ерша 55.0–80.0 мм, число самок и самцов в выборках примерно одинаково. Ерша отлавливали в течение 10–20 мин. и сразу фиксировали в 10%-м растворе формалина в пластиковые бутылки. В обязательном порядке на наличие паразитов просматривали осадок из емкостей, в которых хранили рыбу до вскрытия.

Для сопоставления видового состава паразитов ерша использовали коэффициент Чекановского ( $K_{CP}$ ) и критерий Фишера (F) [13].

Сведения о жизненных циклах паразитов и их хозяевах заимствованы из Каталога паразитов пресноводных рыб Северной Азии [14–17].

**Результаты и обсуждение.** Всего у ерша (вскрыто 64 экз.) из водотоков Мезенского бассейна нашли 27 видов паразитов (см. таблицу). В составе фауны его инвадентов отсутствуют ракообразные Crustacea Brünnich, 1772 и *Proteocephalus* Weinland, 1858, в минимальном числе отмечены инфузории Ciliophora Doflein, 1901 и *Dermocystidium* sp. Во всех выборках ерша, исследованного на наличие инвадентов, присутствовал только *Dactylogyrus amphibotrium* Wagener, 1857 — его специфичный паразит. Из последних найдены *D. hemiamphibothrium* Ergens, 1956 и *Bunodera luciopercae* (Müller, 1776). *B. luciopercae* — сборный вид. Доказано, что у ерша встречается вид *B. l. acerinae* Roitman et Sokolov, 1999 [18–21]. Сказанное требует подтверждения для рассматриваемых водоёмов.

Из специфичных паразитов окуневых рыб Percidae Rafinesque, 1815 у ерша в бассейне р. Мезени отмечены *Gyrodactylus cernuae* Malmberg, 1957 и *G. longiradix* Malmberg, 1957. Необходима проверка на наличие у этого вида хозяина здесь трематоды *Bunodera l. luciopercae* (Müller, 1776). Рыбы этого семейства преимущественно являются окончательными хозяевами и для *Camallanus lacustris* (Zoega, 1776). *Diplostomum volvens* Nordmann, 1832 — довольно узкоспецифичный паразит окуневых рыб и налима *Lota lota* (Linnaeus, 1758), однако был обнаружен у пеляди *Coregonus peled* (Gmelin, 1788), радужной форели *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) и девятиглай колюшки *Pungitius pungitius* (Linnaeus, 1758). Жизненный цикл *Apatemon* sp. не изучен, второй промежуточный хозяин — окунь *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758.

Особенностью паразитофауны ерша здесь является присутствие у него довольно большого числа несвойственных ему паразитов: *Rhipidocotyle campanula* (Dujardin, 1845), *Allocreadium isoporum* (Looss, 1894), *Sphaerostomum bramae* (Müller, 1776), *Phyllodistomum folium* (Olbers, 1926), *Cystidicoloides ephemeridarum* (Linstow, 1872), *Rhabdochona denudata* (Dujardin, 1845).

Для *R. campanula* вторыми промежуточными хозяевами являются карповые рыбы Cyprinidae Rafinesque, 1815, последние для *A. isoporum*, *S. bramae* и *R. denudata* — окончательные хозяева, для *P. folium* дефинитивным хозяином служит преимущественно щука *Esox lucius* Linnaeus, 1758, а для *C. ephemeridarum* — различные виды лососевых рыб Salmonidae G. Cuvier, 1816.



Рис. Карта-схема района сбора материала в бассейне р. Мезени.

▲ — точки вылова ерша

Показано, что в условиях бассейна р. Мезени основным дефинитивным хозяином *C. ephemeridarum* является хариус *Thymallus thymallus* (Linnaeus, 1758) [22]. Указанные нематоды Nematoda Diesing, 1861, найденные у ерша, налима и молоди семги *Salmo salar* Linnaeus, 1758 из верховой р. Мезени, представлены исключительно молодыми самками. У хариуса отмечены и молодые, и зрелые черви. Однако в некоторых бассейнах, где хариус, видимо, отсутствует или малочислен, таковыми могут быть и другие виды рыб. Так, в Черновицкой Бруге (бассейн Эльбы) это форель (*Salmo trutta m. fario* Linnaeus, 1758) [23], в р. Роки-Согин в Онтарио — крапчатая форель *Salvelinus fontinalis* (Mitchill, 1814) [24], в р. Суинкомб в Англии — бурая форель *Salmo trutta* Linnaeus, 1758 и молодь атлантического лосося *S. salar* [25].

*Triaenophorus nodulosus* (Pallas, 1781) — специфичный паразит щуки. Вторыми промежуточными хозяевами являются многие виды рыб.

У *S. globiporum* (Rudolphi, 1802), *P. simile* Nybelin, 1926 дефинитивные хозяева — рыбы разных семейств.

Личинки *Raphidascaris acus* (Bloch, 1779) отмечены у более 70 видов рыб, в основном карповых. Последние также являются преимущественно хозяином для *Neoechinorhynchus rutili* (Müller, 1780) Stiles et Hassal, 1905.

Глохидии Unionidae gen. sp. указаны для очень широкого круга рыб.

У представителей *D. spathaceum* (Rudolphi, 1819), *D. commutatum* (Diesing, 1850), *D. helveticum* (Dubois, 1929) вторые промежуточные хозяева — самые разнообразные пресноводные рыбы.

Для *Ichthyocotylurus platycephalus* (Creplin, 1852) Odening, 1969 вторые промежуточные хозяева — представители многих семейств пресноводных рыб, но преимущественно карповые.

Таким образом, самую многочисленную группу паразитов ерша в бассейне р. Мезени формируют широко специфичные и случайные виды.

Сравним с помощью коэффициента Чекановского ( $K_{CP}$ ) и критерия Фишера (F) [13] видовой состав паразитов ерша из бассейна р. Мезени с таковыми других бассейнов.

Набор видов инвадентов *G. cernuus* из бассейна р. Мезени статистически не отличается от таковых из оз. Имандра ( $K_{CP}=0.29$ ;  $F=1.49$ ;  $P \gg 0.05$ ;  $v_1=1$ ,  $v_2=40$ ) [26, 27], р. Вычегды ( $K_{CP}=0.69$ ;  $F=0.04$ ;  $P \gg 0.05$ ;  $v_1=1$ ,  $v_2=53$ ) [9], р. Печоры ( $K_{CP}=0.65$ ;  $F=3.06$ ;  $P > 0.05$ ;  $v_1=1$ ,  $v_2=62$ ), среднего течения р. Печоры ( $K_{CP}=0.52$ ;  $F=2.11$ ;  $P > 0.05$ ;  $v_1=1$ ,  $v_2=63$ ), оз. Коматы ( $K_{CP}=0.39$ ;  $F=2.93$ ;  $P > 0.05$ ;

$v_1=1$ ,  $v_2=39$ ) [8], р. Васюган ( $K_{CP}=0.37$ ;  $F=0.25$ ;  $P \gg 0.05$ ;  $v_1=1$ ,  $v_2=57$ ) [28], р. Енисей ( $K_{CP}=0.46$ ;  $F=2.62$ ;  $P > 0.05$ ;  $v_1=1$ ,  $v_2=41$ ) [14–17, 29], р. Лены ( $K_{CP}=0.31$ ;  $F=0.03$ ;  $P \gg 0.05$ ;  $v_1=1$ ,  $v_2=50$ ) [30]. Критические значения критерия Фишера F (0.95), в зависимости от числа степеней свободы  $v_2$  при  $v_1=1$  колеблются от 4.0 до 4.08. Однако степень сходства, отражаемая величиной коэффициента  $K_{CP}$ , в ряде случаев мала. Это свидетельствует о том, что бассейны р. Мезени и оз. Имандра, оз. Коматы, р. Васюган, р. Енисей и р. Лены скорее различаются, чем сходны по доле общих видов.

Наибольшее сходство видовой состав паразитов ерша из бассейна р. Мезени имеет с таковым из р. Вычегды ( $K_{CP}=0.69$ ) и р. Печоры ( $K_{CP}=0.65$ ). Указанные бассейны на протяжении своей истории неоднократно были связаны друг с другом (см. обзор в [7]).

#### Паразитофауна ерша из бассейна рек Мезени, Вашки и Ертом

Вид паразита	Р. Мезень 04–25.08.1989 n=18	Р. Мезень 07.1990 n=12	Р. Вашка лето 1990 n=16	Р. Ертом лето 1990 n=18
1	2	3	4	5
<i>Myxosporidia gen. sp.</i>	-	6(?)	3(?)	1(?)
<i>Trichodina sp.</i>	-	-	1(?)	-
<i>Dermocystidium sp.</i>	-	-	-	1(?)
<i>Dactylogyrus amphibotrium</i> Wagener, 1857	16(1–26)	1(1)	15(1–12)	13(1–15)
<i>D. hemiamphibothrium</i> Ergens, 1956	1(1)	-	2(1–3)	4(1)
<i>Gyrodactylus longiradix</i> Malmberg, 1957	-	-	3(1–3)	8(1–8)
<i>G. cernuae</i> Malmberg, 1957	-	-	6(1–3)	2(1–4)
<i>Triaenophorus nodulosus</i> (Pallas, 1781) pl	-	-	10(1–3)	5(1–2)
<i>Rhipidocotyle campanula</i> (Dujardin, 1845) mc	-	1(1)	2(1–3)	-
<i>Bunodera luciopercae</i> (Müller, 1776)	6(1–3)	-	3(5–12)	3(1–2)
<i>Phyllodistomum simile</i> Nybelin, 1926	-	-	2(3–9)	-
<i>P. folium</i> (Olbers, 1926)	1(2)	-	-	-
<i>Allocreadium isoporum</i> (Looss, 1894)	10(1–9)	-	-	-
<i>Sphaerostomum bramae</i> (Müller, 1776)	-	-	1(3)	-
<i>S. globiporum</i> (Rudolphi, 1802)	-	-	-	1(1)
<i>Diplostomum spathaceum</i> (Rudolphi, 1819) mc	-	1(1)	-	-
<i>D. commutatum</i> (Diesing, 1850) mc	2(1)	1(2)	-	-
<i>D. helveticum</i> (Dubois, 1929) mc	-	1(1)	-	-
<i>D. volvens</i> Nordmann, 1832 mc	15(1–2)	10(4–8)	12(3–18)	-

1	2	3	4	5
<i>Ichthyocotylurus platycephalus</i> (Creplin, 1852) Odening, 1969 mc	-	-	6(2-9)	6(1-16)
<i>Apatemon</i> sp. mc	2(1-11)	1(1)	-	-
<i>Rhabdochona denudata</i> (Dujardin, 1845)	1(1)	4(1-4)	-	-
<i>Cystidicoloides ephemeridarum</i> (Linstow, 1872)	-	2(1-5)	-	-
<i>Camallanus lacustris</i> (Zoega, 1776)	5(1)	-	1(1)	-
<i>Raphidascaris acus</i> (Bloch, 1779) larvae	-	1(1)	3(1-6)	-
<i>Neoechinorhynchus rutili</i> (Müller, 1780) Stiles et Hassal, 1905	1(1)	1(1)	-	-
Unionidae gen. sp. larvae	-	-	2(2)	-

Особенно тесные связи отмечены между бассейнами Мезени и Вычегды. И сейчас р. Ирва, приток р. Мезени, протекает недалеко от р. Елвы, притока р. Выми, впадающей в р. Вычегду. Расстояние между этими водотоками в ряде мест не достигает и семи километров. Другие притоки Мезени и Вычегды вообще начинаются из одних и тех же болот (см. карту).

Связь бассейнов Мезени и Печоры осуществлялась через сквозную долину прорыва Цильма — Пеза, соединявшего бассейны рр. Мезени и Печоры. Через эту связь в бассейн р. Печоры проникли в том числе и окуневые рыбы. В бассейн р. Мезени они попали из бассейна р. С. Двина. Эти процессы, похоже, происходили неоднократно (см. обзор в [7, 31, 32]).

Интересно, что сходство паразитофауны ерша из Мезенского бассейна намного ниже с таковой из оз. Коматы ( $K_{CP}=0.39$ ), чем с паразитофауной *G. cernuus* из бассейна р. Печоры, хотя озеро относится к Печорскому бассейну. Видимо, это связано с историческими особенностями формирования гидрофауны этих водоемов [8].

На северо-востоке Европы поздневалдайский (полярный, осташковский) ледник в свою максимальную стадию (17–24 тыс. л. н.) в районе современного оз. Коматы отсутствовал. Именно паразитофауна ерша из оз. Коматы, находящемся в 385-м км вверх от устья р. Колвы, статистически достоверно отличается от таковых из водоемов нижнего и среднего течения р. Печоры [8]. В то же время видовой состав паразитов ерша из бассейна р. Мезени статистически совпадает с таковым из всего бассейна р. Печоры ( $K_{CP}=0.65$ ) и бассейна ее среднего течения ( $K_{CP}=0.52$ ).

У ерша во всем ареале зарегистрировано 220 видов/таксонов паразитов, из них Protozoa — 43 вида, Metazoa — 176 (включая миксоспоридий), один вид (*Dermocystidium percae* Reichenbach-Klinke, 1950) относится к группе простейших неопределенного положения [33]. По другим данным, у этого вида рыб найдено 211 видов/таксонов, относящихся к 17 классам. В фауне паразитов ерша паразитические Metazoa (150 видов/таксонов) преобладают над Protozoa (61 вид/таксон) [34]. В центре ареала у ерша отмечается наибольшее богатство фауны паразитов (Metazoa): в бассейне р. Волги — 78, р. Дунай — 42, рек Днепр и Дон — 40 видов. В восточном направлении разнообразие паразитов ерша уменьшается: в бассейне р. Оби — 31, р. Енисей — 18, р. Лены — 24 вида Metazoa [33]. Наименьшее количество видов паразитических Metazoa (14) наблюдается у ерша на западной окраине ареала, в Англии [35]. Эта же закономерность отмечена и в отношении набора инвадентов у щуки, голяна *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758), налима и карася *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) [36, 37]. За Уралом в бассейне р. Оби увеличивается число видов инвадентов, а далее следует снижение числа их видов.

Максимальное видовое богатство паразитов ерша в бассейнах Волги, Дуная, Днепра и Дона может быть косвенным аргументом в пользу предположения о нахождении центра происхождения ерша в Палеодунае в понимании Г. У. Линдберга [38]. К Палеодунаю относились бассейны Дуная и Днепра; формирование фауны рыб р. Дон, а также р. Волги происходило в тесной связи с палеодунайской [38]. В бассейны С. Двины, Мезени и Печоры ерш вселялся по мере того как отступал ледник, по пути теряя часть своих симбионтов (см. обзор в [7, 8]).

**Заключение.** Всего у ерша из водотоков Мезенского бассейна нашли 27 видов паразитов. В составе фауны его инвадентов отсутствуют ракообразные Crustacea Brünnich, 1772 и *Proteocephalus* Weinland, 1858, в минимальном числе отмечены инфузории Ciliophora Doflein, 1901 и *Dermocystidium* sp. Во всех выборках ерша, исследованного на наличие инвадентов, присутствовал только *Dactylogyrus amphibotrium* Wagener, 1857 — его специфичный паразит. Из последних найдены *D. hemiamphibothrium* Ergens, 1956 и *Bunodera luciopercae* (Müller, 1776).

Из специфичных паразитов окуневых рыб Percidae Rafinesque, 1815 у ерша в бассейне р. Мезени отмечены *Gyrodactylus cernuae* Malmberg, 1957 и *G. longiradix* Malmberg, 1957. Необходима проверка на наличие здесь у этого вида хозяина трематоды *Bunodera l. luciopercae* (Müller, 1776). Рыбы этого семейства преимущественно являются окончательными хозяевами и для *Camallanus lacustris* (Zoega, 1776). *Diplostomum volvens* Nordmann, 1832 довольно узкоспецифичный паразит окуневых рыб Percidae Rafinesque, 1815. Самую многочисленную группу паразитов ерша в бассейне р. Мезени формируют широкоспецифичные и случайные виды.

Наибольшее сходство видовой состав паразитов ерша из бассейна р. Мезени имеет с таковым из р. Вычегды и р. Печоры. Указанные бассейны на протяжении своей истории неоднократно были связаны друг с другом.

Интересно, что сходство паразитофауны ерша из Мезенского бассейна намного ниже с таковой из оз. Коматы, чем с паразитофауной *G. cernuus* из бассейна р. Печоры, хотя озеро относится к Печорскому бассейну. Видимо, это связано с историческими особенностями формирования гидрофауны этих водоемов.

Предполагают, что центр происхождения ерша находится в Палеодунае (по Г. У. Линдбергу), к которому относились бассейны рек Волги, Дуная, Днепра и Дона. Именно в них отмечено максимальное видовое богатство паразитов ерша. В бассейны рек С. Двины, Мезени и Печоры ерш вселялся по мере того как отступал ледник, по пути теряя часть своих симбионтов.

#### Список источников

1. Доровских Г. Н. Итоги изучения видового состава паразитов рыб бассейнов рек северо-востока Европейской России. Простейшие // Паразитология. 1997. Т. 31. Вып. 4. С. 296–306.
2. Доровских Г. Н. Итоги изучения видового состава паразитов рыб бассейнов рек северо-востока Европейской России. Моногенеи (Monogenea) // Паразитология. 1997. Т. 31. Вып. 5. С. 427–437.
3. Доровских Г. Н. Итоги изучения видового состава паразитов рыб бассейнов рек северо-востока Европейской России. Трематоды (Trematoda) // Паразитология. 1997. Т. 31. Вып. 6. С. 551–564.
4. Доровских Г. Н. Итоги изучения видового состава паразитов рыб бассейнов рек северо-востока Европейской России. Нематоды (Nematoda) и скребни (Acanthocephala) // Паразитология. 1999. Т. 33. Вып. 5. С. 446–452.
5. Доровских Г. Н. Итоги изучения видового состава паразитов рыб бассейнов рек северо-востока Европейской России. Пиявки (Hirudinea), моллюски (Mollusca), раки (Crustacea), паукообразные (Arachnida) // Паразитология. 2000. Т. 34. Вып. 2. С. 158–163.

6. Доровских Г. Н. Итоги изучения видового состава паразитов рыб бассейнов рек северо-востока Европейской России. Цестоды (Cestoda) // Паразитология. 2000. Т. 34. Вып. 5. С. 441–446.
7. Доровских Г. Н. Зоогеография паразитов рыб главных рек северо-востока Европы : монография. Сыктывкар: Изд-во СГУ им. Питирима Сорокина, 2011. 142 с.
8. Доровских Г. Н. Паразитофауна ерша *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758) из бассейна реки Печоры // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. 2019. Вып. 2 (10). С. 68–88.
9. Доровских Г. Н. Паразитофауна ерша *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758) из бассейна реки Вычегды // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Естественные. Медицина. 2025. № 1 (33). С. 6–21. DOI: 10.34130/2306-6229-2025-1-6.
10. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Компонентные сообщества паразитов рыб из водоемов северо-востока европейской части России. Часть 4. Ерш // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. 2018. Вып. 8. С. 113–162.
11. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Компонентные сообщества паразитов рыб из водоемов северо-востока европейской части России. Часть 5. Ерш // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. 2018. Вып. 8. С. 163–180.
12. Быховская-Павловская И. Е. Паразиты рыб : руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 122 с.
13. Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.
14. Пугачев О. Н. Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии. Простейшие. СПб., 2001. 242 с.
15. Пугачев О. Н. Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии. Книдарии, моногенеи, цестоды. СПб., 2002. 248 с. (Тр. ЗИН РАН. Т. 297).
16. Пугачев О. Н. Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии. Трематоды. СПб., 2003. 224 с. (Тр. ЗИН РАН. Т. 298).
17. Пугачев О. Н. Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии. Нематоды, скребни, пиявки, моллюски, ракообразные, клещи. СПб.: Изд-во Зоол. ин-та РАН, 2004. 250 с. (Тр. ЗИН РАН. Т. 304).
18. Ройтман В. А., Соколов С. Г. Таксономический анализ *Bunodera luciopercae* (O. F. Müller 1776) в палеарктической части ареала // Взаимоотношения паразита и хозяина. М.: Ин-т паразитологии РАН, 1999. С. 73–87.
19. Соколов С. Г., Цейтлин Д. Г., Афанасьев К. И. и др. Сравнительное изучение двух симпатрических подвидов трематод *Bunodera luciopercae luciopercae* (Müller, 1776) и *Bunodera l. acerina* Roitman et Sokolov, 1999 (Trematoda: Bunoderidae) // Зоология беспозвоночных. 2006. Т. 3. № 2. С. 209–223.
20. Petkevičiūtė R., Stunžėnas V., Stanevičiūtė G., Sokolov S. G. Comparison of the developmental stages of some European allocreadiid trematode species and a clarification of their life cycles based on ITS2 and 28S sequences // Systematic Parasitology. 2010. Vol. 76. Iss. 3. Pp. 169–178. DOI: 10.1007/s11230-010-9249-8.
21. Соколов С. Г., Протасова Е. Н., Черевичко А. В. Новый таксономический статус трематод *Bunodera luciopercae* s. str. и *Bunodera acerinae* stat. n. (Trematoda, Allocreadiidae) и второй промежуточный хозяин *Bunodera luciopercae* s. str. // Зоологический журнал. 2013. Т. 92. № 2. С. 184–193. DOI: 10.7868/S0044513413020165
22. Доровских Г. Н. *Cystidicoloides tenuissima* (Nematoda: Ascarophididae) в популяциях своих хозяев в условиях бассейна реки Мезень // Паразитология. 1996. Т. 30. Вып. 4. С. 357–363.
23. Moravec F., De Nimai C. Some new data on the bionomics of *Cystidicoloides tenuissima* (Nematoda: Cystidicoloides) // Věstník Československé Společnosti Zoologické. 1982. Vol. 56. No 2. Pp. 100–108.
24. Greenwood S. J., Baker M. R. *Cystidicoloides ephemeridarum* (Linstow, 1872) (Nematoda) in speckled trout, *Salvelinus fontinalis*, from southern Ontario // Canadian Journal of Zoology. 2011. Vol. 65. Iss. 11. Pp. 2589–2593. DOI: 10.1139/z87-392.
25. Aho J. M., Kennedy C. R. Seasonal population dynamics of the nematode *Cystidicoloides tenuissima* (Zeder) from the River Swincombe, England // Journal of Fish Biology. 1984. Vol. 25. Iss. 4. Pp. 473–489.

26. Митенев В. К. Паразиты пресноводных рыб Кольского Севера. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1997. 199 с.
27. Митенев В. К., Шульман Б. С., Карасев А. В., Кузьмин О. Г. Паразиты рыб Экостровской и Бабинской Имандры // Паразиты и болезни морских и пресноводных рыб Северного бассейна : сб. науч. тр. ПИНРО. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1998. С. 67–87.
28. Бочарова Т. А., Симакова А. В. Паразитофауна рыб водоемов бассейна реки Васюган. Томск: Изд-во Томского государственного университета, 2023. 306 с.
29. Бауер О. Н. Паразиты рыб реки Енисей // Известия ВНИИОРХ. 1948. Т. 27. С. 97–173.
30. Однокурцев В. А. Паразитофауна рыб пресноводных водоёмов Якутии. Новосибирск: Наука, 2010. 152 с.
31. Доровских Г. Н. Итоги изучения географической изменчивости паразитофауны и структуры компонентных сообществ паразитов гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.). 2. Водоёмы севера восточно-европейской части России // Паразитология. 2016. Т. 50. Вып. 4. С. 303–324.
32. Доровских Г. Н. Паразитофауна окуня *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 из бассейна верхнего и среднего течения реки Печоры // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. 2019. Вып. 1 (9). С. 23–44.
33. Дугаров Ж. Н., Батуева М. Д., Бурдуковская Т. Г. и др. Особенности фауны паразитов обыкновенного ерша *Gymnocephalus cernuus* (L.) в Ципо-Ципиканских озерах (Забайкалье) // Биология внутренних вод. 2019. № 2. Вып. 2. С. 75–82 DOI: 10.1134/S0320965219030045.
34. Жохов А. Е. Список паразитических Protozoa и Metazoa обыкновенного ерша (*Gymnocephalus cernuus*) // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. 2010. Т. 3. № 1. С. 57–81.
35. Kennedy C. R. A checklist of British and Irish freshwater fish parasites with notes on their distribution // Journal of Fish Biology. 1974. Vol. 6. Iss. 6. Pp. 613–644.
36. Доровских Г. Н. Паразиты пресноводных рыб северо-востока европейской части России (фауна, экология паразитарных сообществ, зоогеография) : дис. ... д-ра биол. наук. Сыктывкар, 2002. 761 с.
37. Доровских Г. Н. Паразитофауна щуки *Esox lucius* L. в бассейне реки Печоры // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. 2022. № 3 (23). С. 31–55. DOI: 10.34130/2306-6229-2022-3-31.
38. Линдберг Г. У. Четвертичный период в свете биогеографических данных. Л.: Изд-во АН СССР, 1955. 334 с.

## References

1. Dorovskih G. N. Results of the study of the species composition of fish parasites in the river basins of the north-east of European Russia. Protozoa. *Parazitologiya* [Parasitology]. 1997. Vol. 31. Iss. 4. Pp. 296–306. (In Russ.)
2. Dorovskih G. N. Results of the study of the species composition of fish parasites in the river basins of the north-east of European Russia. Monogenea. *Parazitologiya* [Parasitology]. 1997. Vol. 31. Iss. 5. Pp. 427–437. (In Russ.)
3. Dorovskih G. N. Results of the study of the species composition of fish parasites in the river basins of the north-east of European Russia. Trematoda. *Parazitologiya* [Parasitology]. 1997. Vol. 31. Iss. 6. Pp. 551–564. (In Russ.)
4. Dorovskih G. N. Results of the study of the species composition of fish parasites in the river basins of the north-east of European Russia. Nematoda, Acanthocephala. *Parazitologiya* [Parasitology]. 1999. Vol. 33. Iss. 5. Pp. 446–452. (In Russ.)
5. Dorovskih G. N. The results of the study of the species composition of fish parasites in the river basins of the North-east of European Russia. Leeches (Hirudinea), Molluscs (Mollusca), Crayfish (Crustacea), Arachnids (Arachnida). *Parazitologiya* [Parasitology]. 2000. Vol. 34. Iss. 2. Pp. 158–163. (In Russ.)
6. Dorovskih G. N. Results of the study of the species composition of fish parasites in the river basins of the north-east of European Russia. Cestoda. *Parazitologiya* [Parasitology]. 2000. Vol. 34. Iss. 5. Pp. 441–446. (In Russ.)

7. Dorovskih G. N. *Zoogeografiya parazitov ryb glavnyh rek Severo-Vostoka Evropy : monografiya* [Zoogeography of fish parasites of the main rivers of Northeastern Europe : monograph]. Syktyvkar: Publishing house of the Syktyvkar State University, 2011. 142 p. (In Russ.)
8. Dorovskih G. N. The parasite fauna of the ruff *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758) in the Pechora river basin. *Vestnik Syktyvskarskogo universiteta. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology]. Syktyvkar: Publishing house of the Syktyvkar State University, 2019. Iss. 2 (10). Pp. 68–88. (In Russ.)
9. Dorovskikh G. N. The parasitofauna of the ruff *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758) from the Vychegda River basin. *Vestnik Syktyvskarskogo universiteta. Seriya 2: Estestvoznaniye. Medicina = Syktyvkar University Bulletin. Series 2: Natural science. Medicine.* 2025. No 1 (33). Pp. 6–21. DOI: 10.34130/2306-6229-2025-1-6. (In Russ.)
10. Dorovskih G. N., Stepanov V. G. Component communities of fish parasites from reservoirs in the north-east of the European part of Russia. Part 4. Ruff. *Vestnik Syktyvskarskogo universiteta. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology]. Syktyvkar: Publishing house of the Syktyvkar State University, 2018. Iss. 8. Pp. 113–162. (In Russ.)
11. Dorovskih G. N., Stepanov V. G. Component communities of fish parasites from reservoirs in the north-east of the European part of Russia. Part 5. Ruff. *Vestnik Syktyvskarskogo universiteta. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology]. Syktyvkar: Publishing house of the Syktyvkar State University, 2018. Iss. 8. Pp. 163–180. (In Russ.)
12. Bykhovskaya-Pavlovskaya I. E. *Parazity ryb : rukovodstvo po izucheniyu* [Parasites of fish : Study Guide]. Leningrad: Nauka, 1985. 122 p. (In Russ.)
13. Zaitsev G. N. *Matematicheskaya statistika v eksperimental'noj botanike* [Mathematical statistics in experimental botany]. Moscow: Nauka, 1984. 424 p. (In Russ.)
14. Pugachev O. N. *Katalog parazitov presnovodnyh ryb Severnoj Azii. Prostejshie* [Catalog of parasites of freshwater fish of North Asia. Protozoa]. Saint-Petersburg: Publishing House of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, 2001. 242 p. (In Russ.)
15. Pugachev O. N. *Katalog parazitov presnovodnyh ryb Severnoj Azii. Knidarii, monogenei, custody* [Catalog of parasites of freshwater fish of North Asia. Knidarii, Monogenea, Cestoda]. Saint-Petersburg: Publishing House of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, 2002. 248 p. (Proceedings of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences Vol. 297). (In Russ.)
16. 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.)
17. Pugachev O. N. *Katalog parazitov presnovodnyh ryb Severnoj Azii. Nematody, skrebni, piyavki, mollyuski, 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 21 of the Russian Academy of Sciences, 2004. 250 p. (Proceedings of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences. Vol. 304). (In Russ.)
18. Rojzman V. A., Sokolov S. G. Taxonomic analysis of *Bunodera luciopercae* (O. F. Müller 1776) in the Palearctic part of its range. *Vzaimootnosheniya parazita i hozyaina* [Relationship of parasite and host]. Moscow: Institute of Parasitology RAS, 1999. Pp. 73–87. (In Russ.)
19. Sokolov S. G., Cejtlin D. G., Afanas'ev K. I. et al. Comparative study of two sympatric trematode subspecies *Bunodera luciopercae luciopercae* (Müller, 1776) and *Bunodera L. acerina* Roitman et Sokolov, 1999 (Trematoda: Bunoderidae). *Zoologiya bespozvonochnyh* [Zoology of invertebrates]. 2006. Vol. 3. No 2. Pp. 209–223. (In Russ.)
20. Petkevičiūtė R., Stunžėnas V., Stanevičiūtė G., Sokolov S. G. Comparison of the developmental stages of some European allocreadiid trematode species and a clarification of their life cycles based on ITS2 and 28S sequences. *Systematic Parasitology.* 2010. Vol. 76. Iss. 3. Pp. 169–178. DOI: 10.1007/s11230-010-9249-8.
21. Sokolov S. G., Protasova E. N., Cherevichko A. V. New taxonomic status of *Bunodera luciopercae* s. str. and *Bunodera acerinae* stat. n. (Trematoda, Allocreadiidae) trematodes and the second intermediate

- host *Bunodera luciopercae* s. str. *Zoologicheskij zhurnal* [Zoologicheskij zhurnal]. 2013. Vol. 92. No 2. Pp. 184–193. DOI: 10.7868/S0044513413020165. (In Russ.)
22. Dorovskih G. N. *Cystidicoloides tenuissima* (Nematoda: Ascarophididae) in hosts populations of the Mezen river basin. *Parazitologiya* [Parasitology]. 1996. Vol. 30. Iss. 4. Pp. 357–363. (In Russ.)
23. Moravec F., De Nimai S. Some new data on the bionomics of *Cystidicoloides tenuissima* (Nematoda: Cystidicoloides). *Věstník Československe Společnosti Zoologické*. 1982. Vol. 56. No2. Pp. 100–108.
24. Greenwood S. J., Baker M. R. *Cystidicoloides ephemeridarum* (Linstow, 1872) (Nematoda) in speckled trout, *Salvelinus fontinalis*, from southern Ontario. *Canadian Journal of Zoology*. 2011. Vol. 65. Iss. 11. Pp. 2589–2593. DOI: 10.1139/z87-392.
25. Aho J. M., Kennedy C. R. Seasonal population dynamics of the nematode *Cystidicoloides tenuissima* (Zeder) from the River Swincombe, England. *Journal of Fish Biology*. 1984. Vol. 25. Iss. 4. Pp. 473–489.
26. Mitenev V. K. *Parazity presnovodnyh ryb Kol'skogo Severa* [Parasites of freshwater fish of the Kola North]. Murmansk: PINRO Publishing House, 1997. 199 p. (In Russ.)
27. Mitenev V. K., SHul'man B. S., Karasev A. V., Kuz'min O. G. *Ecostrovsckaya i Babinskaya Imanders. Parazity i bolezni morskikh i presnovodnyh ryb Severnogo bassejna : sb. nauch. tr. PINRO* [Parasites and diseases of marine and freshwater fish of the Northern basin : collection of scientific The works of PINRO]. Murmansk: PINRO Publishing House, 1998. Pp. 67–87. (In Russ.)
28. Bocharova T. A., Simakova A. V. *Parazitofauna ryb vodoemov bassejna reki Vasyugan* [The parasitofauna of fish in reservoirs of the Vasyugan River basin]. Tomsk: Tomsk State University Publishing House, 2023. 306 p. (In Russ.)
29. Bauer O. N. Fish parasites of the Yenisei River. *Izvestiya VNIORH* [Izvestiya VNIORKH]. 1948. Vol. 27. Pp. 97–173. (In Russ.)
30. Odnokurcev V. A. *Parazitofauna ryb presnovodnyh vodoemov YAkutii* [Parasitofauna of fish in freshwater reservoirs of Yakutia]. Novosibirsk: Nauka, 2010. 152 p. (In Russ.)
31. Dorovskih G. N. Results of the study of the geographical variability of the parasite fauna and the structure of the component parasite communities of the minnow *Phoxinus phoxinus* (L.). 2. Reservoirs of the north of the Eastern European part of Russia. *Parazitologiya* [Parasitology]. 2016. Vol. 50. Iss. 4. Pp. 303–324. (In Russ.)
32. Dorovskih G. N. The parasite fauna of the perch *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 in the upper and middle stream of the Pechora river basin. *Vestnik Syktyvckarskogo universiteta. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology]. Syktyvkar: Publishing house of the Syktyvkar State University, 2019. Iss. 1 (9). Pp. 23–44. (In Russ.)
33. Dugarova Zh. N., Batuevaa M. D., Burdukovskayaa T. G. et al. Features of Parasitic Fauna of the Common Ruffe *Gymnocephalus cernuus* (L.) in Tsipo-Tsipikanskiye Lakes (Transbaikalia). *Biologiya vnutrennih vod* [Inland Water Biology]. 2019. Vol. 2. No 2. Pp. 75–82. DOI: 10.1134/S0320965219030045. (In Russ.)
34. ZHohov A. E. List of parasitic Protozoa and Metazoa of the common ruff (*Gymnocephalus cernuus*). *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta* [Biologiya Journal of the Siberian Federal University. Biology]. 2010. Vol. 3. No 1. Pp. 57–81. (In Russ.)
35. Kennedy C. R. A checklist of British and Irish freshwater fish parasites with notes on their distribution. *Journal of Fish Biology*. 1974. Vol. 6. Iss. 6. Pp. 613–644.
36. Dorovskih G. N. *Parazity presnovodnyh ryb severo-vostoka evropejskoj chasti Rossii (fauna, ekologiya parazitarnyh soobshchestv, zoogeografiya) : dis. ... do-ra biol. nauk* [Parasites of freshwater fish in the northeast of the European part of Russia (fauna, ecology of parasitic communities, zoogeography) : diss. ... doctor of biol. sciences]. Syktyvkar, 2002. 761 p. (In Russ.)
37. Dorovskikh G. N. Parasitofauna of pike *Esox lucius* L. in the Pechora River basin. *Vestnik Syktyvckarskogo universiteta. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology]. 2022. No 3 (23). Pp. 31–55. DOI: 10.34130/2306-6229-2022- 3-31. (In Russ.)
38. Lindberg G. U. *CHetvertichnyj period v svete biogeograficheskikh dannyh* [The Quaternary period in the light of biogeographic data]. Leningrad: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1955. 334 p. (In Russ.)

### **Информация об авторе**

**Доровских Геннадий Николаевич**, доктор биологических наук, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и физической культуры, Researcher ID: В-3209-2014, Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина (Россия, 167001, Сыктывкар, 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: В-3209-2014, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University (55, Oktyabrsky prosp., Syktyvkar, 167000, Russia)

Статья поступила в редакцию / The article was submitted	12.02.2024
Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing	15.03.2024
Принята к публикации / Accepted for publication	31.03.2025

### **Научная статья / Article**

УДК 576.8

<https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-17>

## **Паразитофауна карася *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) из озер бассейна реки Вашки (бассейн реки Мезени)**

**Геннадий Николаевич Доровских**

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

**Аннотация.** Цель публикации — описание паразитофауны золотого карася *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) из озер бассейнов р. Вашки и ее притока р. Ертом, относящихся к бассейну р. Мезени. Уверенно можно говорить лишь о семи видах паразитов у карася из исследованных двух озер в указанном бассейне.

Всего у карася из обследованных озер зарегистрировано 10 видов паразитов, из них многоклеточных — 7 видов. Найдены микроспоридии *Muxosporaea* — 2 вида, инфузории *Ciliophora* — 1, моногенеи *Monogenea* — 6, трематоды *Trematoda* — 1 вид.

Для полного выявления видового состава паразитов у карася из указанного бассейна необходимо провести работы по их выявлению у рыбы из водоемов бассейнов как самой р. Мезени, так и ее правых притоков, а также водоемов южной его части.

**Ключевые слова:** карась, *Carassius carassius*, паразит, паразитофауна, река Мезень, река Локчим

**Для цитирования:** Доровских Г. Н. Паразитофауна карася *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) из озер бассейна реки Вашки (бассейн реки Мезени) // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Естественные науки. Медицина. 2025. № 2 (34). С. 17–21. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-17>

## **Parasite fauna of crucian carp *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) from the lakes of the Vashka River basin (Mezen River basin)**

## Gennady N. Dorovskikh

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

**Abstract.** The purpose of the publication is to describe the parasite fauna of the golden crucian carp *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) from the lakes of the river basins. *Vashka* and its tributary. *Yertom*, belonging to the basin of the river. *Mezen*. We can confidently speak about only seven species of parasites in crucian carp from the studied two lakes in this basin.

In total, 10 species of parasites were registered in crucian carp from the surveyed lakes, of which 7 species are multicellular. *Myxosporea* — 2 species, *Ciliophora* — 1, *Monogenea* — 6, *Trematoda* — 1 species were found.

In order to fully identify the species composition of parasites in crucian carp from the specified basin, it is necessary to carry out work to identify them in fish from water bodies of basins such as the river itself. *Mezen*, and its right tributaries, as well as reservoirs of its southern part.

**Keywords:** crucian carp, *Carassius carassius*, parasite, parasite fauna, *Mezen* river, *Lokchim* river

**For citation:** Dorovskikh G. N. Parasite fauna of crucian carp *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Cypriniformes: Cyprinidae Bonaparte, 1832) from the lakes of the *Vashka* River basin (*Mezen* River basin). *Vestnik Syktyvkarского университета. Seriya 2: Estestvoznaniye. Medicina = Syktyvkar University Bulletin. Series 2: Natural science. Medicine*. 2025. 2 (34): 17–21. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-17>

**Введение.** Сведения о паразитофауне обыкновенного карася *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) из водоемов бассейнов рек *Вятки*, *С. Двины* с ее главным притоком — *р. Вычегдой*, *Печоры* опубликованы в Вестнике Сыктывкарского университета в 2023 году во 2–4 номерах. Цель этой публикации — описание паразитофауны золотого карася из озер бассейнов *р. Вашки* и ее притока *р. Ертом*, относящихся к бассейну *р. Мезени*.

**Материал и методы.** Сбор материала произведен по общепринятой методике [1].

Вскрыто 24 экз. карася возрастом 3+... 7+ (табл. 1). Рыба взята из 2 озер, расположенных в бассейне *р. Вашки* на территории Республики Коми в *Удорском р-не* (см. рисунок; табл. 2).

**Результаты и обсуждение.** Всего у карася из обследованных озер зарегистрировано 10 видов паразитов, из них многоклеточных 7 видов. Найдены микроспоридии *Myxosporea Bütschli*, 1881 — 2 вида, инфузории *Ciliophora Doflein*, 1901 — 1, моногенеи *Monogenea Carus*, 1863 — 6, трематоды *Trematoda Rudolphi*, 1808 — 1 вид (табл. 3).

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. Каджером, Удорский р-н	20.05.– 19.06.1995	5	4+–5+	123.8– 153.9	49.7–99.8
Оз. Керьюты, Удорский р-н	20.05.– 19.06.1995	9	3+–6+	104.1– 127.7	25.7–45.9
	21.07.1996	10	4+–7+	95.8–155.9	18.1–104.0

## Характеристика водоемов

Характеристики озера	Оз. Каджером, Удорский р-н (бас. р. Вашки)	Оз. Керъюты, Удорский р-н (бас. р. Ертом)
Длина (м)	220	310
Ширина (м)	50–60	60–70
Глубина (м)	0.5–4.0	0.5–8.0
Грунт	Ил, растительный мусор	Ил, растительный мусор
Связь с рекой	В половодье	В половодье. Имеется пересыхающая летом протока
Зарастание (%)	30–40	35–40

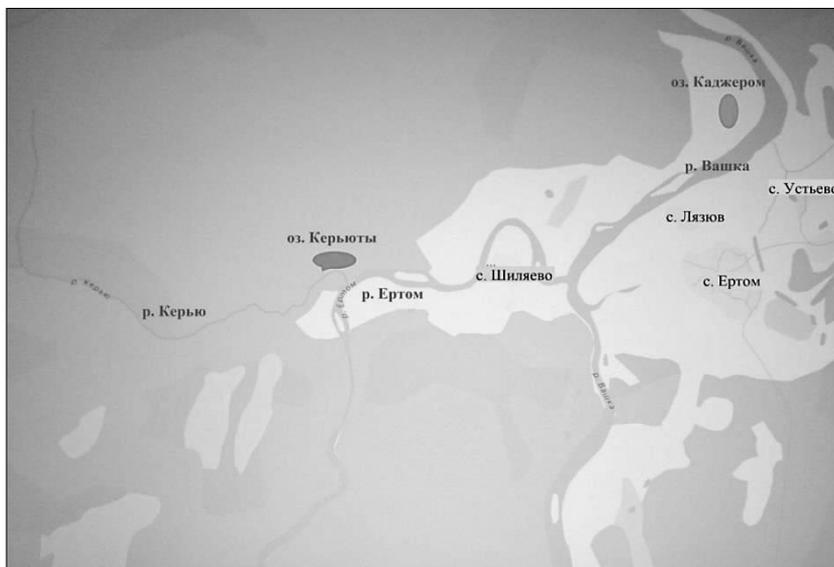


Рис. Карта-схема района сбора материала в бассейне реки Вашки

Только у карася из оз. Керъюты найден *Dactylogyrus vastator* Nybelin, 1924, у карася из оз. Каджером — *Muxobolus dogieli* I. et B. Vychowsky, 1940 и *D. anchoratus* (Dujardin, 1845).

Общими для рыбы из обоих водоемов являются 7 видов.

Ранее показано [2], что ядро паразитофауны золотого карася состоит из 8–11 видов (*Trichodina reticulata*, *D. vastator*, *D. intermedius* Wegener, 1910. *D. formosus* Kulwicz, 1927, *D. anchoratus*, *D. wegneri* Kulwicz, 1927, *D. dulkeiti* Vychowsky, 1936, *Gyrodactylus carassii* Malmberg, 1957; *Khawia rossittensis* (Szidat, 1937), *Allocreadium isoporum* (Looss, 1894), *Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758). Под ядром паразитофауны понимается совокупность видов паразитов, обязательно присутствующих у хозяина на большей части его ареала.

У карася из исследуемых водоемов, относящихся к бассейну р. Вашки, из перечисленных 11 видов, формирующих ядро паразитофауны *C. carassius*, представлены 8 видов. Отсутствуют *D. dulkeiti*, *K. rossittensis*, *L. cyprinacea*. Однако фауна паразитов обогащена двумя видами микроспоридий *M. dogieli* и *M. albovae* Krassilnikova in: Schulman, 1966. Оба вида являются паразитами для широкого круга хозяев, но если у первого вида в этот круг входят в том числе и два вида карася (*C. carassius*, *C. gibelio* (Bloch, 1782), то для второго вида караси в качестве хозяина не указаны [3].

## Паразитофауна карася из водоемов бассейна р. Вашки

Вид паразита	Озера	
	Керъюты	Каджером
	20.05.–19.06.1995; 21.07.1996 n=19	20.05.–19.06.1995 n=5
<i>Myxobolus dogieli</i> I. et B. Bychowsky, 1940	–	1(?)
<i>M. albovae</i> Krassilnikova in: Schulman, 1966	8(?)	3(?)
<i>Trichodina reticulata</i> Hirschmann et Partsch, 1955	6(?)	2(?)
<i>Dactylogyrus vastator</i> Nybelin, 1924	2(1)	–
<i>D. intermedius</i> Wegener, 1910	16(1–169)	3(76–171)
<i>D. formosus</i> Kulwiec, 1927	14(1–23)	4(1–19)
<i>D. anchoratus</i> (Dujardin, 1845)	–	2(1)
<i>D. wegneri</i> Kulwiec, 1927	5(1–9)	4(1–18)
<i>G. carassii</i> Malmberg, 1957	5(1–3)	2(1–3)
<i>Gyrodactylus</i> sp.	1(1)	1(1)
<i>Allocreadium isoporum</i> (Looss, 1894)	5(1–31)	2(2–5)

*Примечание.* Перед скобками — число зараженных рыб данным видом паразита; в скобках — интенсивность заражения.

Многочисленные свидетельства строгой хозяйинной [4] и тканевой специфичности [5] у микоспоридий, подтвержденные на молекулярно-генетическом уровне [6], появившиеся в последние годы, послужили основанием для переописания видов микоспоридий, особенно с широким кругом хозяев, с использованием современного, комплексного диагностического подхода [7]. Исходя из этого, считаем, что видовую принадлежность микоспоридий, указанных для карася из озер бассейна р. Вашки, необходимо проверить.

**Закключение.** Итак, уверенно можно говорить лишь о 7 видах паразитов у карася золотого из исследованных двух озер в бассейне р. Вашки, левом притоке р. Мезени.

Для полного выявления видового состава паразитов у карася из указанного бассейна необходимо провести работы по их выявлению у рыбы из водоемов бассейнов как самой р. Мезени, так и ее правых притоков, а также водоемов южной его части.

## Список источников

1. Быховская-Павловская И. Е. Паразиты рыб : руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.
2. Доровских Г. Н. Паразиты пресноводных рыб северо-востока европейской части России (фауна, экология паразитарных сообществ, зоогеография) : дис. ... д-ра биол. наук. Сыктывкар, 2002. 761 с.
3. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 1. Паразитические простейшие. Л.: Наука, 1984. 428 с. (Определители по фауне СССР, изд. Зоол. ин-том АН СССР; вып. 140).
4. Molnár K., Eszterbauer E., Székely C. et al. Morphological and molecular biological studies on intramuscular *Myxobolus spp.* of cyprinid fish // Journal of Fish Diseases. 2002. Vol. 25. Pp. 643–652.
5. Воронин В. Н., Дудин А. С. О необходимости ревизии фауны микоспоридий рыб России // Современные проблемы общей паразитологии : материалы междунар. науч. конф. М.: Центр паразитологии Ин-та проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцева РАН, 2012. С. 69–72.
6. Eszterbauer E. Genetic relationship among gill-infecting *Myxobolus* species (Myxosporea) of cyprinids: molecular evidence of importance of tissue-specificity // Diseases of Aquatic Organisms. 2004. Vol. 58. Pp. 35–40.

7. Воронин В. Н., Дудин А. С., Батуева М. Д.-Д., Zhang J. Y. Специфичность микоспоридий пресноводных рыб Евразии // Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов : расширенные материалы IV Международной конференции. Борок — Москва, 2015. Ярославль: Филлигрань, 2015. С. 6–10.) URL: Документ 2275648 (studylib.ru) (дата обращения: 23.08.2022).

## References

1. Bykhovskaya-Pavlovskaya I. E. *Parazity ryb. Rukovodstvo po izucheniyu* [Parasites of fish. Study Guide]. Leningrad: Nauka, 1985. 122 p. (In Russ.)
2. Dorovskikh G. N. *Parazity presnovodnyh ryb severo-vostoka evropejskoj chasti Rossii (fauna, ekologiya parazitarnyh soobshchestv, zoogeografiya)* : dis. ... do-ra biol. nauk [Parasites of freshwater fish in the northeast of the European part of Russia (fauna, ecology of parasitic communities, zoogeography Dis) : diss. ... doctor of biol. sciences]. Syktyvkar, 2002. 761 p. (In Russ.)
3. *Opredelitel' parazitov presnovodnyh ryb fauny SSSR. T. 1. Paraziticheskie prostejshie* [Determinant of parasites of freshwater fish fauna of the USSR Vol. 1. Parasitic protozoa]. L.: Nauka, 1984. 431 p. (Keys to the fauna of the USSR, ed. Zool. in-volume of the Academy of Sciences of the USSR; Iss. 140). (In Russ.)
4. Molnár K., Eszterbauer E., Székely C. et al. Morphological and molecular biological studies on intramuscular *Myxobolus spp.* of cyprinid fish. *Journal of Fish Diseases*. 2002. Vol. 25. Pp. 643–652.
5. Voronin V. N., Dudin A. S. *On the need to revise the fauna of myxosporean fish in Russia. Sovremennye problemy obshchej parazitologii : materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii* [Modern problems of general parasitology : materials of the International scientific conference]. Moscow: Center of Parasitology Institute of Problems of Ecology and Evolution named after A. N. Severtsev, Russian Academy of Sciences, 2012. Pp. 69–72. (In Russ.)
6. Eszterbauer E. Genetic relationship among gill-infecting *Myxobolus* species (Myxosporea) of cyprinids: molecular evidence of importance of tissue-specificity. *Diseases of Aquatic Organisms*. 2004. Vol. 58. Pp. 35–40.
7. Voronin V. N., Dudin A. S., Batueva M. D.-D., Zhang J. Y. *Specificity of myxosporidium in freshwater fish of Eurasia. Problemy patologii, immunologii i ohrany zdorov'ya ryb i drugih gidrobiontov : rasshirennye materialy IV Vezhdunarodnoj konferencii* [Problems of pathology, immunology and health protection of fish and other hydrobionts : expanded materials of the IV V International Conference]. Borok — Moscow, 2015. Yaroslavl': Filigran' Publishing House, 2015. S. 6–10. Available at: Dokument 2275648 (studylib.ru) (accessed: 23.08.2022). (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 имени Питирима Сорокина (Россия, 167001, Сыктывкар, 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	21.01.2023
Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing	24.02.2023
Принята к публикации / Accepted for publication	29.03.2023

**Научная статья / Article**

УДК 616

<https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-22>

**Артериальная гипертензия у беременных**

**Анна Владимировна Козловская**

Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина,  
Сыктывкар, Россия, kozlovskaya3@yandex.ru

**Аннотация.** Северные территории занимают значительную часть Российской Федерации, и здоровье их населения — в фокусе внимания. На основе журналов родов проанализированы исходы родов у женщин с артериальной гипертензией. Выявлено, что возраст рожениц с артериальной гипертензией выше, чем в группе «здоровых» ( $p = 0.001$ ), преждевременные роды у них случаются чаще и составляют 5.6 % против 2.8 %, вес новорожденных от преждевременных родов у рожениц с АГ ниже, чем в группе «здоровых» ( $p = 0.014$ ). Медицинские аспекты по раннему выявлению и лечению артериальной гипертензии должны быть основаны в том числе на знании процессов адаптации к условиям Севера.

**Ключевые слова:** беременность, артериальная гипертензия, исходы родов, северные территории.

**Для цитирования:** Козловская А. В. Артериальная гипертензия у беременных // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Естествензнание. Медицина. 2025. № 2 (34). С. 22–32. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-22>

**Arterial hypertension in pregnant women**

**Anna V. Kozlovskaya**

Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar, Russia, kozlovskaya3@yandex.ru

**Abstract.** The northern territories occupy a significant part of the Russian Federation and the health of their population is in the focus of attention. Birth outcomes in women with arterial hypertension were analyzed based on birth official reports of the Maternity Hospital. It was revealed that the age of women in labor with hypertension is higher than in the "healthy" group ( $p=0.001$ ), premature birth occurs more often and amounted to 5.6% versus 2.8%, the average weight of newborns from premature birth in women with hypertension is lower than in the "healthy" group ( $p=0.014$ ). Medical aspects of early detection and treatment of hypertension should be based, among other things, on knowledge of the processes of adaptation to the conditions of the North.

**Keywords:** pregnancy, arterial hypertension, birth outcomes, northern territories.

**For citation:** Kozlovskaya A. V. Arterial hypertension in pregnant women. Vestnik Vestnik Syktyvkarского университета. Seriya 2: Estestvoznanie. Medicina = Syktyvkar University Bulletin. Series 2: Natural science. Medicine. 2025. 2 (34): 22–32. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-22>

**Введение.** Северные территории занимают значительные площади в России (РФ). Они обладают большими природными ресурсами, необходимость освоения которых не вызывает сомнения. Решение демографических задач на них достигается снижением заболеваемости и смертности населения, с одной стороны, а с другой — повышением рождаемости.

Большая продолжительность холодного периода года и контрастная фотопериодика — характерная особенность климата на Севере. Реакции организма направлены на повышение теплопродукции и уменьшение теплоотдачи. Усиление теплопродукции на холоде связано с гиперфункцией щитовидной железы [1] и повышением секреции катехоламинов и кортикостероидов [2–4]. Показана активация процесса перекисного окисления липидов [5]. Наблюдается увеличение объема микроциркуляторного русла органов [6].

При длительном пребывании на Севере у человека развивается комплекс адаптационных механизмов органов дыхания. А. П. Авцын [7] и другие исследователи упоминают о циркумполярном гипоксическом синдроме, физиологическим проявлением которого являются скрытая или явная дыхательная недостаточность, увеличение минутного объема дыхания, низкая эффективность газообмена в легких, снижение их жизненной емкости, легочная гипертензия, гипертрофия правого желудочка, снижение ударного объема сердца, интерстициальный отек паренхиматозных органов и выраженная интенсификация эритропоэза [8–9]. Холодный воздух содержит мало влаги, что повышает ее потерю с дыханием и кожей, снижая диурез. Одновременно наблюдается увеличение водопотребления, получившее название «жажда Севера» [10]. Повышенная потеря влаги обуславливает большее выведение водорастворимых соединений, например, фтора и витамина С.

Адаптивные возможности сердечно-сосудистой системы, функций внешнего дыхания и газообмена во многом определяют успешность приспособления человека к экстремальным условиям внешней среды. Ответной реакцией на холод является вазоконстрикция периферических сосудов, приводящая к централизации кровообращения, увеличению частоты сердечных сокращений и сердечного выброса, повышению артериального давления. Как результат вдыхания холодного воздуха наблюдается гипертрофия правых отделов сердца, связанная с гипертензией в малом круге кровообращения, что, в свою очередь, снижает частоту сердечного ритма через активацию влияния вагуса. Со стороны респираторной системы это увеличение числа дыхательных движений, приводящих к гипокании и бронхоспазму. Кроме того, у жителей Севера отмечен более высокий риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, связанных с накоплением в крови атерогенных фракций липидов [11–12].

Важно заметить, что формирование и оценка полной картины физиологических и патологических процессов у жителей Севера должны быть основаны на понимании в различиях адаптивных возможностей коренного и пришлого населения с учетом его «северного стажа» [13].

Вопросы полового созревания, вынашивания беременности и акушерской патологии у женщин на Севере сохраняют свою актуальность [14–15]. Отмечено влияние климатических, этнических и социальных факторов на исходы родов [16–18].

Артериальная гипертензия (АГ) в развитых странах мира занимает второе место после ТЭЛА по смертности беременных [19]. Даже наличие незначительной АГ в анамнезе удваивает риск развития преэклампсии (ПЭ), а также увеличивает риск отслойки плаценты и гипотрофии плода [20]. АГ обуславливает осложнения беременности,

сопряженные как непосредственно с гипертензионным синдромом, так и с генитальной патологией, влияет на формирование плаценты и оболочек, фетоплацентарной недостаточности, недоношенности и гипоксии плода [21–22]. При гипертензивных нарушениях, вызванных гестационным процессом (ПЭ), беременность завершается преждевременными родами у 54.7 %, репродуктивные потери составляют 22.7 %, доля оперативного родоразрешения увеличивается до 70.7 % [23]. У новорожденных отмечается повышенная перинатальная заболеваемость и смертность [24]. Вместе с тем при эффективном контроле АД у пациенток с АГ в анамнезе исходы родов соответствуют показателям для здоровых беременных.

Распространенность АГ у беременных, по данным экспертов Европейского общества кардиологов [24], составляет 1–5 %. В РФ АГ диагностируется у 5–30 % беременных, на протяжении последних десятилетий отмечается тенденция к увеличению этого показателя [25–26].

**Материалы и методы.** Автором собрана база данных обо всех исходах родов за 2010 г. на основе журналов родов ГУ РК «Кардиологический диспансер» в Сыктывкаре, который специализируется на оказании помощи пациентам с сердечно-сосудистыми заболеваниями на территории Республики Коми (РК). Для исследования отобраны две группы: первая — роженицы с артериальной гипертензией (согласно критерию — повышение АД  $\geq 140/90$  мм рт. ст. до беременности или в первые 20 недель беременности)  $N = 109$  (исключены женщины с преэклампсией, пороками сердца, нарушениями ритма сердца и заболеваниями сосудов) и вторая — здоровых рожениц  $N = 763$ . Использованы сведения о сроке гестации, возрасте и паритете матери, весе и росте новорожденного, его оценок по шкале Апгар на 1-й и 5-й минутах после рождения. При анализе базы данных были рассчитаны средние арифметические значения ( $M$ ) и стандартные отклонения ( $SD$ ) для количественных переменных (массы и длины тела новорожденных, возраста матерей, оценки по шкале Апгар). Сравнение результатов между группами проведено с использованием  $t$ -критерия Стьюдента (при нормальном распределении данных в выборке). Достоверными признаны различия при  $p < 0.05$  [27]. Из анализа исключены роженицы с многоплодной беременностью и случаи с отсутствием каких-либо сведений в исходах родов.

**Результаты и их обсуждение.** Анализ данных показал: 1) возраст рожениц с артериальной гипертензией выше, чем в группе «здоровых» ( $p = 0.001$ ), 2) преждевременные роды у рожениц с АГ случаются чаще и составили 5.6 % против 2.8 %, 3) вес новорожденных от преждевременных родов у рожениц с АГ ниже, чем в группе «здоровых» ( $p = 0.014$ ).

Сравнение изучаемых в группах показателей представлено в таблице.

Считается, что АГ является одной из форм эндотелиальной дисфункции в период гестации. Рост пациенток с АГ связан с увеличением возраста матерей (35 лет и старше), у них чаще встречаются нарушения углеводного обмена и ожирение [28].

Этиология АГ у женщин молодого возраста чаще всего связана с заболеваниями почек. Среди основных исследователи указывают пиелонефрит, развитию которого способствуют анатомические особенности строения женской мочеполовой системы. При астеническом телосложении нередко диагностируют нефроптоз, связанный с дисплазией соединительной ткани или изменениями тела после беременности. Реже наблюдают хронический гломерулонефрит, в том числе вследствие системных заболеваний соединительной ткани — системной красной волчанки и системной склеродермии — и

заболевания эндокринных желез (синдром Иценко — Кушинга, феохромоцитома, синдром Конна). Необходимо также исключать болезнь Такаюсу — аортоартериит с вовлечением в воспалительный процесс иммунного генеза аорты и отходящих от нее артерий и снижение концентрации внутриклеточного калия, уменьшение содержания хлоридов в крови вследствие увеличения их экскреции [29].

На данный момент идентифицировано более 1500 генетических полиморфизмов, ассоциированных с уровнем АД, которые осуществляют свой вклад через различные патогенетические механизмы, однако степень достоверности ассоциаций варьирует.

Активация ренин-ангиотензиновой системы (РАС) является одним из основных патогенезов артериальной гипертензии. Среди выдающихся генов, подозреваемых в патогенезе артериальной гипертензии, АТГ, полиморфизм гена M235T, также может быть очень вероятной причиной. Во многих исследованиях были обнаружены некоторые корреляции между полиморфизмом этого гена и артериальной гипертензией.

Многочисленными экспериментами доказано, что уровень артериального давления во многом зависит как от генетики, так и от факторов окружающей среды. Именно на фоне генетической предрасположенности к гипертонии (генетические полигенные структурные дефекты) внешние факторы оказывают наиболее существенное влияние на развитие заболевания [30].

Гестационная АГ в настоящее время рассматривается не только как транзитное повышение артериального давления у беременных, но и как один из важных прогностических факторов развития в дальнейшем гипертонической болезни и ишемической болезни сердца (ИБС) [31]. Интерес вызывают данные о связи между спонтанными преждевременными родами в анамнезе и развитием артериальной гипертензии у матери в дальнейшей жизни (через 9–16 лет). Риск развития АГ повышался в течение 10 лет после преждевременных родов по сравнению со своевременными и имел зависимость от длительности течения беременности [32].

Типичные физиологические изменения у беременных в виде увеличения сердечного выброса, учащения частоты сердечных сокращений, повышения объема циркулирующей крови, повышения вязкости крови увеличивают риски для здоровья и развитие осложнений у женщин с уже имеющейся патологией сердечно-сосудистой системы [33].

Известно, что АГ может стать причиной развития фетоплацентарной недостаточности, которая часто сопровождается нарушениями кровотока в сосудах пуповины, что, в свою очередь, приводит к развитию различных акушерских осложнений. В плацентах таких пациенток морфологически отмечено уменьшение площади капилляров, увеличение диаметра ворсин, снижение количества синцитиальных узлов. Эти изменения часто запускают каскад необратимых реакций, лежащих в основе патогенеза ПЭ. При развитии АГ неизбежно страдают самые мелкие сосуды плаценты, что в сочетании со спазмом может приводить к уменьшению поступления кислорода и питательных веществ к плоду [34].

Гипоксия плода и снижение скорости его внутриутробного роста имеют большой удельный вес в структуре причин перинатальной заболеваемости и смертности, оказывает влияние на развитие ребенка, в дальнейшем является фактором риска развития АГ, ИБС и сахарного диабета.

## Исследуемые исходы родов у рожениц

Показатели		Роженицы с артериальной гипертензией			Здоровые роженицы			p-value
		N	Среднее	D	N	Среднее	D	
Матери	Возраст	109	28.5	5,4	763	26.8	5.0	0.001
	Количество беременностей в анамнезе	109	2.68	1.66	763	2.37	1.57	0.056
	Количество родов	109	1.7	0.87	763	1.61	0.86	0.3
Новорожденные	Вес новорожденных (г)	109	3341	581	763	3417	485	0.13
	Длина тела новорожденных (сантиметров)	109	50.4	3.7	763	50.8	2.2	0.1
	Оценка по Апгар (баллов) 1 мин. 5 мин.	108	7.07 8.37	0.87 0.66	763	7.11 8.48	1.0 0.7	0.69 0.12
	Пол новорожденных: мальчики девочки	67 42	61.5% 38.5%	-	388 375	50.9% 49.1%	-	-
Срок родов	преждевременные	6	5.6%	-	21	2.8%	-	-
	срочные	102	94.4%	-	736	96.5%	-	-
	запоздалые	0	0	-	6	0.7%	-	-
Срочные роды	Вес доношенных мальчиков (г)	63	3461	485	375	3500	472	0.5
	Вес доношенных девочек (г)	39	3355	474	360	3371	441	0.8
Преждевременные роды	Срок преждевременных родов	6	33.0	2.5	21	34.1	1.7	0.2
	Вес новорожденных (г)	6	1987	538	21	2552	441	0.014
	Оценка по Апгар (баллов) 1 мин. 5 мин.	6	5.7 7.2	1.9 1.2	21	6.3 7.9	1.5 1.0	0.4 0.16

В литературе описано развитие фетоплацентарной недостаточности на фоне недостаточной инвазии трофобласта при ПЭ, со склерозом и облитерацией ворсин хориона, а также диссоциированным развитием плаценты на фоне хронической артериальной гипертензии. Более высокие индексы резистентности в маточных артериях получены у беременных с эссенциальной гипертензией по сравнению с преэклампсией. Частота преждевременного созревания плаценты, недостаточный рост плода к сроку гестации также выше при эссенциальной гипертензии по сравнению с ПЭ [35].

Частота осложнений беременности зависит от климатогеографических условий проживания, времени года и этнической принадлежности пациенток. В условиях Северо-Востока России имеет место недостаточность плацентарного кровообращения, прямо связанная с продолжительностью северного «стажа» рожениц [36]. Так, в плаценте рожениц Магадана при валовом исследовании в 58.5 % родов отмечено наличие воспалительных и в 89.7 % дистрофических изменений. Параллельное изучение аналогичного материала в Балашихе Московской области показало такие изменения лишь в 22.3 и 16.2 % случаев соответственно. У женщин, проживающих в условиях Севера, отмечается устойчивая тенденция к увеличению плодово-плацентарного коэффициента не только из-за возрастания массы последа, но и вследствие уменьшения среднего веса плода. При исследовании плацент человека показано, что с увеличением продолжительности времени проживания в условиях Севера растет объемная плотность сосудов венозного русла, достигая максимума у коренного населения. Такие сдвиги структур ворсинчатого хориона относят к компенсаторно-приспособительным, оптимизирующим вынашивание беременности в экстремальных условиях.

В вопросе времени родоразрешения беременных с АГ данные свидетельствуют, что у женщин с изолированной хронической артериальной гипертензией индукция родов на 38-й или 39-й неделе беременности позволяет предотвратить тяжелые гипертензивные осложнения без увеличения риска кесарева сечения [37]. При развитии тяжелых форм соматической и акушерской патологии эффективным способом преодоления этой проблемы является своевременное родоразрешение в более ранние сроки. Анализ причин преждевременных родов констатирует, что артериальная гипертензия остается одной из ведущих причин, несмотря на современные достижения медицины [38].

К сожалению, лимитация нашего исследования, связанная с ограниченным количеством встречаемости изучаемых случаев и информации, которая обязательна для записей в журналах родов, не дают возможности автору четко разделить адаптационно-компенсаторные изменения сердечно-сосудистой системы у беременных в условиях Севера и уже сформировавшимся соматическим заболеванием. Однако показано, что АГ достоверно влияет на исходы родов в условиях Севера.

**Заключение.** Здоровье родителей оказывает влияние на течение и исход беременности. В свою очередь, беременность может способствовать развитию или активизации патологических процессов в женском организме. Медицинские аспекты по раннему выявлению и лечению артериальной гипертензии должны быть основаны на знании процессов адаптации к условиям Севера и сочетаться с физической активностью населения, правильным питанием, избеганием курения и алкоголя, а также использованием защитных средств от климатических воздействий (холод и др.) и загрязнения окружающей среды.

#### Список источников

1. Горский Л. А., Горская А. И. Функциональная активность щитовидной железы у жителей Крайнего Севера в период полярной ночи // Всесоюз. симпозиум по вопросам медицинской климатологии : тез. докл. М., 1967. С. 54–57.

2. Данишевский Г. М. Патология человека и профилактика заболеваний на Севере. М.: Медицина, 1968. 412 с.
3. Деряпа Н. Р., Рябинин И. Ф. Адаптация человека в полярных районах Земли. Л.: Медицина, 1977. 293 с.
4. Казначеев В. П. Механизмы адаптации человека в условиях высоких широт. Л.: Медицина, 1980. 200 с.
5. Панин Л. Е. Энергетические аспекты адаптации. Л.: Медицина, 1978. 192 с.
6. Марачев А. Г. Кислородный режим организма человека на Севере // Патология человека на Севере. М.: Медицина, 1985. С. 32–46.
7. Авцын А. П., Жаворонков А. А., Марачев А. Г. и др. Патология человека на Севере. М.: Медицина, 1985. 416 с.
8. Агаджанян Н. А., Ермакова Н. В. Экологический портрет человека на Севере. М.: Крук, 1997. 208 с.
9. Литовченко О. Г., Литвинова Н. С. Адаптация респираторной системы человека в условиях северного региона к низкотемпературным факторам // Вестник СурГУ. Медицина. 2024. Вып. 17 (2). С. 68–72.
10. Бобров Н. И., Ломов О. П., Тихомиров В. П. Физиолого-гигиенические аспекты акклиматизации человека на Севере. Л.: Медицина, 1979. 183 с.
11. Бойко Е. Р. Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере. Екатеринбург: Наука, 2005. 190 с.
12. Бичкаева Ф. А. Эндокринная регуляция метаболических процессов на Севере. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2008. 303 с.
13. Хаснулин В. И., Артамонова М. В., Хаснулин П. В. Реальное состояние здоровья жителей высоких широт в неблагоприятных климатогеографических условиях Арктики и показатели официальной статистики здравоохранения // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 9 (1). С. 68–73.
14. Макаричева А. Д. Репродуктивная функция женщины и здоровье новорожденных // Вопросы экологии человека в условиях Крайнего Севера. Новосибирск: Сиб. отд. АМН СССР, 1979. С. 60–61.
15. Губкина З. Д., Ткачев А. В. Особенности гормональной регуляции репродуктивной системы у женщин на Севере // Эндокринная система и обмен веществ у человека на Севере. Сыктывкар: Коми научный центр, 1992. С. 45–71.
16. Козловская А. В., Шадрин В. Д., Бойко Е. Р. Состояние антиоксидантных ферментных систем у рожениц Севера // Акушерство и гинекология. 2007. № 1. С. 14–16.
17. Вершубская Г. Г., Козлов А. И., Козловская А. В. и др. Репродуктивное поведение женщин и размеры тела новорожденных Европейского Севера, Урала и Сибири // Экология человека. 2009. № 4. С. 35–41.
18. Козловская А. В., Бойко Е. Р., Удлан Ю. Й. Анализ исходов родов в Республике Коми с использованием многолетней базы данных // Журнал акушерства и женских болезней. 2005. № 4. С. 74–81.
19. Gifford R. W., August P. A., Cunningham G. Report of the National High Blood Pressure Education Program working group report on high blood pressure in pregnancy // American Journal of Obstetrics and Gynecology. 2000. Iss. 18. Pp. 1–22.
20. Баранова Е. И. Артериальная гипертензия у беременных // Артериальная гипертензия. 2006. Т. 12. № 1. С. 7–15.
21. Никитаева А. П., Росюк Е. А., Вишнева Е. М. Влияние гестационной артериальной гипертензии на течение беременности и развитие осложнений со стороны матери и плода // Современные проблемы науки и образования. 2023. № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32862> (дата обращения: 21.01.2025).
22. Шахбазова Н. А. Исходы беременности при гипертензивных расстройствах, вызванных гестационным процессом // Акушерство и гинекология. 2015. № 2. С. 20–26.
23. Туманова У. Н., Шувалова М. П., Щеголев А. И. Артериальная гипертензия у беременной и ранняя неонатальная смертность (по данным Росстата за 2012–2016 годы) // Международный

журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 10. С. 96–100. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=12423> (дата обращения: 23.01.2025).

24. Guidelines Committee. 2003 European Society of Hypertension — European Society of Cardiology guidelines for the management of arterial hypertension // *Journal of Hypertens.* 2003. Vol. 21. No 6. P. 1011–1053.

25. Ших Е. В., Жукова О. В., Остроумова О. Д. и др. Артериальная гипертензия у беременных: взгляд с позиций европейских рекомендаций 2018 года // *Артериальная гипертензия.* 2019. Вып. 25 (1). С. 105–115.

26. Емельянова Д. И. Беременность и артериальная гипертония: новые подходы к антигипертензивной терапии с учетом исходов для плода : дис. ... канд. мед. наук. Киров, 2015. 143 с.

27. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1973. 343 с.

28. Халенко В. В., Аржанова О. Н., Мозговая Е. В. Предикторы поздних осложнений у беременных с артериальной гипертензией // *Журнал акушерства и женских болезней.* 2022. № 6. С. 71–82.

29. Пластун М. Ю., Зорин В. Н., Полищук Т. Ф. Особенности артериальной гипертензии у женщин молодого возраста // *Крымский терапевтический.* 2011. № 2. С. 13–16.

30. Гармс А. А., Кузьминых В. А., Стахеева А. Г., Шуман Е. А. Генетическая предрасположенность к гипертонии // *Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения : материалы VI Международной научно-практической конференции молодых учёных и студентов, посвященной году науки и технологий.* Екатеринбург: Изд-во Уральского государственного медицинского университета (УГМУ). 2021. Т. 1. С. 1309–1313.

31. Баранова Е. И., Большакова О. О. Прогностическое значение высокого артериального давления в период беременности // *Артериальная гипертензия.* 2008. Т. 14. № 1. С. 22–26.

32. Janssen L. E., de Boer M. A., von Königslöw E. C. E., Oudijk M. A., de Groot C. J. M. The association between spontaneous preterm birth and maternal hypertension in the fifth decade of life: a retrospective case-control study // *VJOG.* 2023. No 130 (5). Pp. 507–513. DOI: 10.1111/1471-0528.17368.

33. Потапова М. В., Макарова Ю. А., Шамрова Е. А., Белова О. А. Сердечно-сосудистые заболевания у женщин во время беременности, особенности патогенеза и клинического течения // *Научное обозрение. Медицинские науки.* 2021. № 3. С. 85–89.

34. Никитаева А. П., Росюк Е. А., Вишнева Е. М. Влияние гестационной артериальной гипертензии на течение беременности и развитие осложнений со стороны матери и плода // *Современные проблемы науки и образования.* 2023. № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32862> (дата обращения: 30.03.2025).

35. Фаткуллина И. Б. Влияние параметров суточного профиля артериального давления на состояние плода и ростовесовые показатели новорожденного от матерей с преэклампсией и эссенциальной гипертензией разных этнических групп // *Вестник Российского университета дружбы народов (РУДН). Сер.: Медицина. Акушерство и гинекология.* 2011. № 6. С. 47–52.

36. Шуберт Э. Е. Патология плаценты и состояние здоровья женщин и новорожденных в условиях Северо-Востока СССР : дис. ... д-ра мед. наук. М., 1988. 377 с.

37. Maya Ram, Howard Berger, Michael Geary et al. Timing of delivery in women with chronic hypertension // *Obstetrics & Gynecology.* 2018. Iss. 132 (3). С. 669–677. DOI: 10.1097/AOG.0000000000002800.

38. Садуакасова Ш. М., Базарбаева Ж. У., Айгырбаева А. Н. и др. Анализ причин преждевременных родов // *Репродуктивная медицина (Центральная Азия).* 2024. № 1. С. 34–43. DOI: 10.37800/RM.1.2024.34-43.

## References

1. Gorskij L. A., Gorskaya A. I. Functional activity of the thyroid gland in the inhabitants of the Far North during the polar night. симпозиум. по вопросам медицинской климатологии : тез. докл. *Simposium. po voprosam medicinskoj klimatologii : tez. dokl.* [The symposium. on issues of medical climatology : tez. dokl.]. Moscow, 1967. Pp. 54–57. (In Russ.)

2. Danishevskij G. M. *Patologiya cheloveka i profilaktika zabolevanij na Severe* [Human pathology and disease prevention in the North]. Moscow: Medicine, 1968. 412 p. (In Russ.)
3. Deryapa N. R., Ryabinin I. F. *Adaptaciya cheloveka v polyarnyh rajonah Zemli* [Human adaptation in the polar regions of the Earth]. Leningrad: Medicine, 1977. 293 p. (In Russ.)
4. Kaznacheev V. P. *Mekhanizmy adaptacii cheloveka v usloviyah vysokih shirot* [Mechanisms of human adaptation in high latitude conditions]. Leningrad: Medicine, 1980. 200 p. (In Russ.)
5. Panin L. E. *Energeticheskie aspekty adaptacii* [Energy aspects of adaptation]. Leningrad: Medicine, 1978. 192 p. (In Russ.)
6. Marachev A. G. Oxygen regime of the human body in the North. *Patologiya cheloveka na Severe* [Human pathology in the North]. Moscow: Medicine, 1985. Pp. 32–46. (In Russ.)
7. Avsyn A. P., ZHavoponkov A. A., Mapachev A. G. et al. *Patologiya cheloveka na Severe* [Human pathology in the North]. Moscow: Medicine, 1985. 416 p. (In Russ.)
8. Agadzhanyan N. A., Ermakova N. V. *Ekologicheskij portret cheloveka na severe* [Ecological portrait of a man in the north]. Moscow: Kruk Publishing House, 1997. 208 p. (In Russ.)
9. Litovchenko O. G., Litvinova N. S. Adaptation of the human respiratory system in the conditions of the northern region to low-temperature factors. *Vestnik SurGU. Medicina* [Bulletin of Surgut State University. Medicine]. 2024. Iss. 17 (2). Pp. 68–72. (In Russ.)
10. Bobpov N. I., Lomov O. P., Tixomipov V. P. *Fiziologo-gigienicheskie aspekty akklimatizacii cheloveka na Sevepe* [Physiological and hygienic aspects of human acclimatization in the North]. Leningrad: Medicine, 1979. 183 p. (In Russ.)
11. Bojko E. R. *Fiziologo-biohimicheskie osnovy zhiznedeyatel'nosti cheloveka na Severe* [Physiological and biochemical foundations of human activity in the North]. Ekaterinburg: Nauka, 2005. 190 p. (In Russ.)
12. Bichkaeva F. A. *Endokrinnaya regulyaciya metabolicheskikh processov na Severe* [Endocrine regulation of metabolic processes in the North]. Ekaterinburg: Publishing House Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2008. 303 p. (In Russ.)
13. Hasnulin V. I., Artamonova M. V., Hasnulin P. V. The real state of health of residents of high latitudes in the unfavorable climatic and geographical conditions of the Arctic and the indicators of official health statistics. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij* [International Journal of Applied and Fundamental Research]. 2015. No 9 (1). Pp. 68–73. (In Russ.)
14. Makaricheva A. D. The reproductive function of women and the health of newborns. *Voprosy ekologii cheloveka v usloviyah Krajnego Severa* [Human ecology issues in the Far North]. Novosibirsk: Siberian Branch of the USSR Academy of Medical Sciences, 1979. Pp. 60–61. (In Russ.)
15. Gubkina Z. D., Tkachev A. V. Features of hormonal regulation of the reproductive system in women in the North. *Endokrinnaya sistema i obmen veshchestv u cheloveka na Severe* [Human endocrine system and metabolism in the North]. Syktyvkar: Publishing House of the Komi Scientific Center, 1992. Pp. 45–71. (In Russ.)
16. Kozlovskaya A. V., SHadrina V. D., Bojko E. R. The state of antioxidant enzyme systems in Northern women in labor. *Akusherstvo i ginekologiya* [Obstetrics and Gynecology]. 2007. No 1. Pp. 14–16. (In Russ.)
17. Verhubskaya G. G., Kozlov A. I., Kozlovskaya A. V. et al. Reproductive behavior of women and the body size of newborns in the European North, the Urals and Siberia. *Ekologiya cheloveka* [Human ecology]. 2009. No 4. Pp. 35–41. (In Russ.)
18. Kozlovskaya A. V., Bojko E. R., Udlan YU. J. Analysis of birth outcomes in the Komi Republic using a multi-year database. *ZHurnal akusherstva i zhenskikh boleznej* [Journal of Obstetrics and Women's Diseases]. 2005. No 4. Pp. 74–81. (In Russ.)
19. Gifford R. W., August P. A., Cunningham G. Report of the National High Blood Pressure Education Program working group report on high blood pressure in pregnancy. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2000. Iss. 18. Pp. 1–22.
20. Baranova E. I. Arterial hypertension in pregnant women. *Arterial'naya gipertenziya* [Arterial hypertension]. 2006. Vol. 12. No 1. Pp. 7–15. (In Russ.)
21. Nikitaeva A.P., Rosyuk E.A., Vishneva E.M. The influence of gestational hypertension on the course of pregnancy and the development of maternal and fetal complications. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2023. No 4. Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32862> (accessed: 21.01.2025). (In Russ.)
22. SHahbazova N. A. Pregnancy outcomes in hypertensive disorders caused by the gestational process. *Akusherstvo i ginekologiya* [Obstetrics and Gynecology]. 2015. No 2. Pp. 20–26. (In Russ.)

23. Tumanova U. N., SHuvalova M. P., SHCHegolev A. I. Arterial hypertension in pregnant women and early neonatal mortality (according to Rosstat data for 2012–2016). *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij* [International Journal of Applied and Fundamental Research]. 2018. No 10. Pp. 96–100. Available at: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=12423> (accessed: 23.01.2025). (In Russ.)
24. Guidelines Committee. 2003 European Society of Hypertension — European Society of Cardiology guidelines for the management of arterial hypertension. *Journal of Hypertens.* 2003. Vol. 21. No 6. Pp. 1011–1053.
25. SHih E. V., ZHukova O. V., Ostroumova O. D. et al. Arterial hypertension in pregnant women: a view from the perspective of the European recommendations of 2018. *Arterial'naya gipertenziya* [Arterial hypertension]. 2019. Iss. 25 (1). Pp. 105–115. (In Russ.)
26. Emel'yanova D. I. *Beremennost' i arterial'naya gipertoniya: novye podhody k antigipertenzivnoj terapii s uchetom iskhodov dlya ploda : dis. ... kand. med. nauk* [Pregnancy and arterial hypertension: new approaches to antihypertensive therapy based on fetal outcomes : diss. ... Candidate of Medical Sciences]. Kirov, 2015. 143 p. (In Russ.)
27. Lakin G. F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow: Higher School, 1973. 343 p. (In Russ.)
28. Halenko V. V., Arzhanova O. N., Mozgovaya E. V. Predictors of late complications in pregnant women with arterial hypertension. *ZHurnal akusherstva i zhenskikh boleznej* [Journal of Obstetrics and Women's Diseases]. 2022. No 6. Pp. 71–82. (In Russ.)
29. Plastun M. YU., Zorin V. N., Polishchuk T. F. Features of arterial hypertension in young women. *Krymskij terapevticheskij* [Crimean Therapeutic]. 2011. No 2. Pp. 13–16. (In Russ.)
30. Garms A. A., Kuz'minyh V. A., Staheeva A. G., SHuman E. A. Genetic predisposition to hypertension. *Aktual'nye voprosy sovremennoj medicinskoj nauki i zdavoohraneniya : materialy VI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchyonyh i studentov, posvyashchennoj godu nauki i tekhnologii. Ekaterinburg: Izd-vo Ural'skogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta (UGMU)* [Current issues of modern medical science and healthcare: proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students dedicated to the Year of Science and Technology]. Ekaterinburg: Publishing House of the Ural State Medical University (UGMU), 2021. Vol. 1. Pp. 1309–1313. (In Russ.)
31. Baranova E. I., Bol'shakova O. O. The prognostic value of high blood pressure during pregnancy. *Arterial'naya gipertenziya* [Arterial hypertension]. 2008. Vol. 14. No 1. Pp. 22–26. (In Russ.)
32. Janssen L. E., de Boer M. A., von Königslöw E. C. E., Oudijk M. A., de Groot C. J. M. The association between spontaneous preterm birth and maternal hypertension in the fifth decade of life: a retrospective case–control study. *BJOG.* 2023. No 130 (5). Pp. 507–513. DOI: 10.1111/1471-0528.17368.
33. Potapova M. V., Makarova YU. A., SHamrova E. A., Belova O. A. Cardiovascular diseases in women during pregnancy, features of pathogenesis and clinical course. *Nauchnoe obozrenie. Medicinskie nauki* [Scientific review. Medical sciences]. 2021. No 3. Pp. 85–89. (In Russ.)
34. Nikitaeva A. P., Rosyuk E. A., Vishneva E. M. The influence of gestational hypertension on the course of pregnancy and the development of maternal and fetal complications. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2023. № 4. Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32862> (accessed: 30.03.2025). (In Russ.)
35. Fatkullina I. B. The influence of the parameters of the daily blood pressure profile on the fetal condition and height and weight indicators of a newborn from mothers with preeclampsia and essential hypertension of different ethnic groups. *Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov (RUDN). Ser.: Medicina. Akusherstvo i ginekologiya* [Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University). Ser. Medicine. Obstetrics and gynecology]. 2011. No 6. Pp. 47–52. (In Russ.)
36. SHubert E. E. *Patologiya placenty i sostoyanie zdorov'ya zhenshchin i novorozhdennyh v usloviyah Severo-Vostoka SSSR : dis. ... d-ra med. nauk* [Pathology of the placenta and the state of health of women and newborns in the conditions of the North-East of the USSR : diss. ... of the Doctor of Medical Sciences]. Moscow, 1988. 377 p. (In Russ.)
37. Maya Ram, Howard Berger, Michael Geary et al. Timing of delivery in women with chronic hypertension. *Obstetrics & Gynecology.* 2018. Iss. 132 (3). Pp. 669–677. DOI: 10.1097/AOG.0000000000002800.

38. Saduakasova SH. M., Bazarbaeva ZH. U., Ajgyrbaeva A. N. et al. Analysis of the causes of premature birth. *Reproduktivnaya medicina (Central'naya Aziya)* [Reproductive medicine (Central Asia)]. 2024. No 1. Pp. 34–43. DOI: 10.37800/RM.1.2024.34-43. (In Russ.)

### **Информация об авторе**

**Козловская Анна Владимировна**, кандидат медицинских наук, доцент, Медицинский институт, Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина (Россия, 167001, Сыктывкар, Октябрьский пр., 55)

### **Information about the author**

**Anna V. Kozlovskaya**, Associate Professor of the Medical Institute, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University (55, Oktyabrsky prosp., Syktyvkar, 167001, Russia)

Статья поступила в редакцию / The article was submitted	17.03.2025
Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing	25.03.2025
Принята к публикации / Accepted for publication	31.03.2025

### **Научная статья / Article**

УДК 616

<https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-32>

## **Трудности диагностики экссудативного плеврита вследствие кистозного эхинококкоза**

**Андрей Валерьевич Гребнев<sup>1,2</sup>, Эдгар Вячеславович Марков<sup>1</sup>, Александр Александрович Тебеньков<sup>1</sup>, Елена Игоревна Ильиных<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Республиканский противотуберкулезный диспансер, Сыктывкар, Россия

<sup>2</sup> Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина, Сыктывкар, Россия, [anel73@inbox.ru](mailto:anel73@inbox.ru), <https://orcid.org/0009-0009-6562-9030>

**Аннотация.** В эндемичных районах диагностика кистозного эхинококкоза может быть значительно затруднена из-за низкой заболеваемости и отсутствия диагностической настороженности у врачей первичного звена, особенно если эхинококковые кисты располагаются вне печени. В статье приводится клинический случай, показывающий проблемы диагностики кистозного эхинококкоза, когда первоначальным проявлением эхинококкоза у пациентки оказался плевральный выпот, который вначале был расценен как вероятно туберкулезный. При последующем динамическом наблюдении на компьютерной томографии было выявлено округлое образование в плевральном выпоте, что с учетом выявленных кист в печени позволило предположить эхинококковую этиологию плеврита.

**Ключевые слова:** кистозный эхинококкоз, плевральный выпот, экссудативный плеврит, паразитарный плеврит, гидатидный эхинококкоз

**Для цитирования:** Гребнев А. В., Марков Э. В., Тебеньков А. А., Ильиных Е. И. Трудности диагностики экссудативного плеврита вследствие кистозного эхинококкоза // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Естествознание. Медицина. 2025. № 2 (34). С. 32–41. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-32>

## Difficulties in diagnosing exudative pleurisy due to cystic echinococcosis

Andrey V. Grebnev<sup>1, 2</sup>, Edgar V. Markov<sup>1</sup>, Alexander A. Tebenkov<sup>1</sup>, Elena I. Ilyinykh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Republican Anti-Tuberculosis Dispensary, Syktyvkar, Russia

<sup>2</sup>Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar, Russia,

anel73@inbox.ru, <https://orcid.org/0009-0009-6562-9030>

**Abstract.** In non-endemic areas, diagnosis of cystic echinococcosis can be significantly complicated due to the low incidence and lack of diagnostic alertness among primary care physicians, especially if the echinococcal cysts are located outside the liver. The article presents a clinical case showing the problems of diagnosing cystic echinococcosis, when the initial manifestation of echinococcosis in a patient was pleural effusion, which was initially assessed as probably of tuberculous etiology. During subsequent dynamic observation, a rounded formation in the pleural effusion was detected on computed tomography, which, taking into account the identified cysts in the liver, allowed us to assume echinococcal etiology of pleurisy.

**Keywords:** cystic echinococcosis, pleural effusion, exudative pleurisy, parasitic pleurisy, hydatid echinococcosis

**For citation:** Grebnev A. V., Markov E. V., Tebenkov A. A., Ilyinykh E. I. Difficulties in diagnosing exudative pleurisy due to cystic echinococcosis. *Vestnik Syktyvkarского университета. Серия 2: Estestvoznaniye. Medicina = Syktyvkar University Bulletin. Series 2: Natural science. Medicine.* 2025. 2 (34): 32–41. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-32>

**Введение.** В Российской Федерации эхинококкоз является редким спорадическим заболеванием с показателем заболеваемости кистозным эхинококкозом от 0.16 на 100 тыс. населения в 2020 г. до 0.33 на 100 тыс. населения в 2018 г.; среднемноголетний показатель составил 0.26 на 100 тыс. населения [1]. Единичные случаи эхинококкоза ежегодно регистрируются во всех регионах России, но наиболее неблагоприятными регионами по заболеваемости эхинококкозом являются регионы Юга России (Астраханская область и Республика Калмыкия), где показатели заболеваемости кистозным эхинококкозом в 2019 г. составили 1.48 и 2.19 случаев на 100 тыс. населения соответственно [2]. В глобальном масштабе заболеваемость кистозным эхинококкозом в мире остается стабильно высокой с 1990 г. (2.65 на 100 тыс. населения) по 2019 г. (2.6 на 100 тыс. населения), что в 10 раз превышает показатели заболеваемости кистозным эхинококкозом в России [3].

Кистозный эхинококкоз — зоонозное заболевание, вызываемое личиночной стадией ленточного червя *Echinococcus granulosus* Batsch, 1786 (Cyclophyllidea van Beneden in Braun, 1900: Taeniidae Ludwig, 1886). Травоядные животные, такие как овцы и крупный рогатый скот, являются промежуточными хозяевами для этого гельминта. Плотоядные животные, в первую очередь собаки, являются окончательными хозяевами, у которых эхинококк паразитирует в тонком кишечнике, что приводит к выделению яиц эхинококка во внешнюю среду. Люди непреднамеренно становятся промежуточными хозяевами для эхинококка и заражаются, проглатывая яйца паразита, которые затем вылупляются в личинки (онкосферы) в кишечнике и проникают в слизистую оболочку кишечника, после чего они мигрируют в различные органы через кровоток, особенно в печень и легкие, где они развиваются в эхинококковые кисты [4]. Описан ряд путей передачи, начиная от фекально-орального пути (потребление зараженной воды, немывтых сырых продуктов и контакт с зараженной почвой), а также через контакт с собаками и домашним скотом (особенно жвачными животными), либо прямой, либо через зараженную шерсть [5].

Основным клиническим проявлением паразитарной инвазии *E. granulosus* у человека как промежуточного хозяина является образование кист. Структура вовлекаемых органов в кистозный эхинококкоз следующая: печень — 75 % случаев, легкие — 5–15 % случаев, другие органы (селезенка, мозг, сердце и почки) — 10–20 % случаев [4; 6]. Описаны случаи множественного вовлечения органов, когда эхинококковые кисты выявлялись в печени, легких и сердце [7].

Эхинококковые кисты увеличиваются очень медленно, и у многих пациентов бессимптомный период составляет 10–15 лет [6]. Аллергические реакции и эозинофилия крови при кистозном эхинококкозе встречаются нечасто, так как плотные стенки кист не позволяют антигенам эхинококка контактировать с клетками иммунной системы. Но при разрыве кист может развиваться иммунный ответ 2-го типа с эозинофилией и появлением специфических IgE [6]. Небольшие эхинококковые кисты могут быть случайной находкой у бессимптомных пациентов при проведении ультразвукового исследования печени или рентгенологического исследования легких. Клинические симптомы обычно вызывают большие кисты печени или легких, когда достигают размера 10 см, вызывая сдавление и дисфункцию органа [6].

Кисты печени и легких являются первичным кистозным эхинококкозом. Вторичный кистозный эхинококкоз, преимущественно в брюшной и/или плевральной полости, возникает в результате спонтанного или вызванного травмой разрыва кисты и высвобождения *протосколексов* и/или небольших кист, которые могут перерасти в более крупные кисты. Первичный эхинококкоз легких может приводить к таким осложнениям, как плеврит, абсцесс легкого и пневмоторакс [8].

Поражение плевры и плевральный выпот являются очень редкими проявлениями гидатидного эхинококкоза. Паразитарный плевральный выпот при эхинококкозе чаще встречается либо как осложнение легочной эхинококковой кисты, которая разрывается в плевру, либо как следствие разрыва печеночной эхинококковой кисты с проникновением эхинококка в плевральную полость через диафрагму. Крайне редко встречаются первичные эхинококковые кисты плевральной полости [9–11].

Легкие являются вторым по частоте местом гематогенного распространения эхинококковой кисты у взрослых и, вероятно, наиболее распространенной локализацией у детей. Помимо легочной локализации, торакальная эхинококковая киста может локализоваться в грудной стенке, плевральной полости, диафрагме, средостении, сердце и сосудистых структурах. Поскольку симптомы кистозного эхинококкоза неспецифичны, визуализация с помощью компьютерной томографии играет решающую роль в диагностике торакальных эхинококковых кист. Неосложненные эхинококковые кисты легких визуализируются на компьютерной томографии как четко очерченные однородные образования с низкой плотностью и гладкими стенками различной толщины [12].

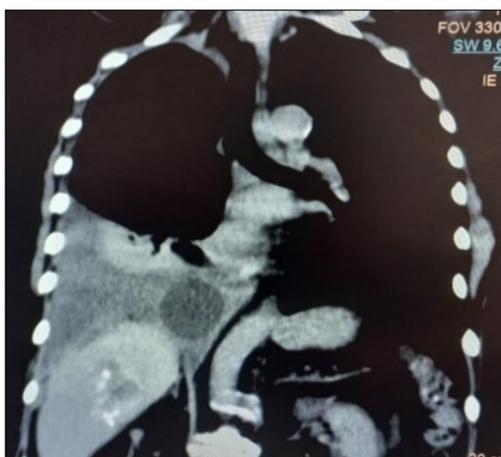
Клиническая диагностика эхинококкоза затруднена, что особенно проявляется в эндемичных по эхинококкозу регионах, где отсутствует настороженность в отношении этого гельминтоза [13]. Клинические рекомендации по диагностике и лечению эхинококкоза в Российской Федерации в настоящее время отсутствуют. Из противопаразитарных препаратов только альбендазол и мебендазол клинически эффективны для прерывания личиночного роста *Echinococcus* [6]. Но альбендазол имеет лучшую биодоступность, поэтому общепринятой противопаразитарной медикаментозной терапией при эхинококкозе является длительный (3–6 мес.) прием альбендазола в дозе 10–15 мг/кг. После хирургического лечения кистозных форм эхинококкоза терапия альбендазолом также должна проводиться, чтобы предотвратить рецидив эхинококкоза

из-за возможной неполной хирургической эрадикации при удалении кист (вытекание жидкости, разрыв кисты, неполная резекция и т. д.) [4–6].

**Описание клинического случая.** Представлен клинический случай эхинококкового поражения плевральной полости и печени у пациентки 50 лет, которая проходила обследование и хирургическое лечение в Государственном бюджетном учреждении здравоохранения Республики Коми “Республиканский противотуберкулезный диспансер” в феврале 2021 г.

Пациентка предъявляла жалобы на одышку при незначительной физической нагрузке и периодическое повышение температуры тела до субфебрильных цифр. В мае 2017 г. появилась одышка при умеренной нагрузке, периодический сухой кашель, эпизоды субфебрильной температуры. Пациентка была госпитализирована для обследования в Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Республики Коми “Воркутинская больница скорой медицинской помощи”. При обследовании был выявлен правосторонний экссудативный плеврит, по поводу которого выполнена диагностическая видеоторакоскопия с биопсией плевры. По результатам гистологического исследования плевры был выявлен продуктивно-экссудативный плеврит. Для дальнейшего лечения пациентка была переведена в Воркутинский противотуберкулезный диспансер, где было проведено несколько курсов противотуберкулезной химиотерапии. Необходимо отметить, что при проведении диагностических тестов *M. tuberculosis* не была выявлена, но при высокой вероятности туберкулеза химиотерапия могла быть назначена без окончательной идентификации возбудителя. В мае 2020 г. курс противотуберкулезного лечения был признан эффективным, лечение было закончено и пациентка была переведена в 3-ю группу диспансерного учета. В июле 2020 г. на рентгенограмме органов грудной клетки вновь был выявлен правосторонний экссудативный плеврит и назначен повторный курс противотуберкулезной терапии. В декабре 2020 г. на компьютерной томографии органов грудной клетки был выявлен большой плевральный выпот справа с гиподенсным округлым образованием в правой плевральной полости. В динамике по сравнению с 2017 г. отмечалось значительное увеличение объема плеврального выпота. При ультразвуковом исследовании органов брюшной полости были выявлены кисты в печени, типичные для эхинококкоза. В связи с отрицательной динамикой плеврального выпота и выявленного образования в плевральной полости пациентка была направлена в хирургическое торакальное отделение Республиканского противотуберкулезного диспансера.

При лабораторном исследовании в общем анализе крови: гемоглобин — 128 г/л, эритроциты —  $4 \cdot 10^{12}$ /л, тромбоциты —  $385 \cdot 10^9$ /л, лейкоциты —  $6.9 \cdot 10^9$ /л, нейтрофилы палочкоядерные — 3 %, нейтрофилы сегментоядерные — 53 %, эозинофилы — 2 %, лимфоциты — 35 %, моноциты — 5 %, СОЭ — 50 мм/ч. В биохимическом анализе крови общий белок — 69 г/л, мочевины — 2.1 ммоль/л, креатинин — 0.07 ммоль/л, билирубин общий — 8 мкмоль/л, АЛТ — 9 Ед/л, АСТ — 33 Ед/л, глюкоза — 4.6 ммоль/л. При проведении фибробронхоскопии выявлен левосторонний умеренно выраженный эндобронхит. Заключение компьютерной томографии органов грудной клетки (рис. 1): в правой плевральной полости на всем протяжении жидкость максимальной толщиной по задней стенке до 60 мм, плотностью до 19.5 HU, на этом фоне в области заднемедиального синуса определяется гиподенсное образование округлой формы, с четким контуром, размером до 40 мм, плотностью 1.6 HU. Сегменты S7–S10 правого легкого безвоздушны (компрессионный ателектаз).



**Рис. 1.** Компьютерная томография органов грудной клетки пациентки: визуализируется гиподенное округлое образование, свободно располагающееся в плевральном выпоте



**Рис. 2.** Компьютерная томография органов брюшной полости пациентки: эхинококковые кисты правой доли печени с частично обызвествленными стенками

При компьютерной томографии органов брюшной полости (рис. 2) выявлены эхинококковые кисты правой доли печени размером до 43\*47 мм, стенки кист частично обызвествлены.



**Рис. 3.** Удаленные эхинококковые кисты из плевральной полости

Учитывая данные анамнеза и обследования, было предположено, что экссудативный плеврит справа обусловлен эхинококкозом, и выполнена диагностическая боковая торакотомия. В ходе операции в плевральной полости выявлено около 700 мл белесоватого цвета жидкого экссудата, в котором свободно плавали эхинококковые кисты различного диаметра. После аспирации экссудата из плевральной полости удалено 24 эхинококковые кисты (рис. 3), из которых 22 кисты были вскрывшиеся и представляли из себя спавшиеся капсулы, две кисты наполнены прозрачным желтоватым экссудатом с мелкими включениями.

При интраоперационной ревизии плевральной полости выявлено, что правое легкое покрыто шероховатой шварттой серого цвета толщиной 1–2 мм, легкое частично ригидно, не расправляется. С техническими трудностями выполнена тотальная декортикация нижней доли субтотальная декортикация верхней и средней долей правого легкого, частичная плеврэктомия измененной парietальной плевры (рис. 4). Препараты направлены на гистологическое исследование.

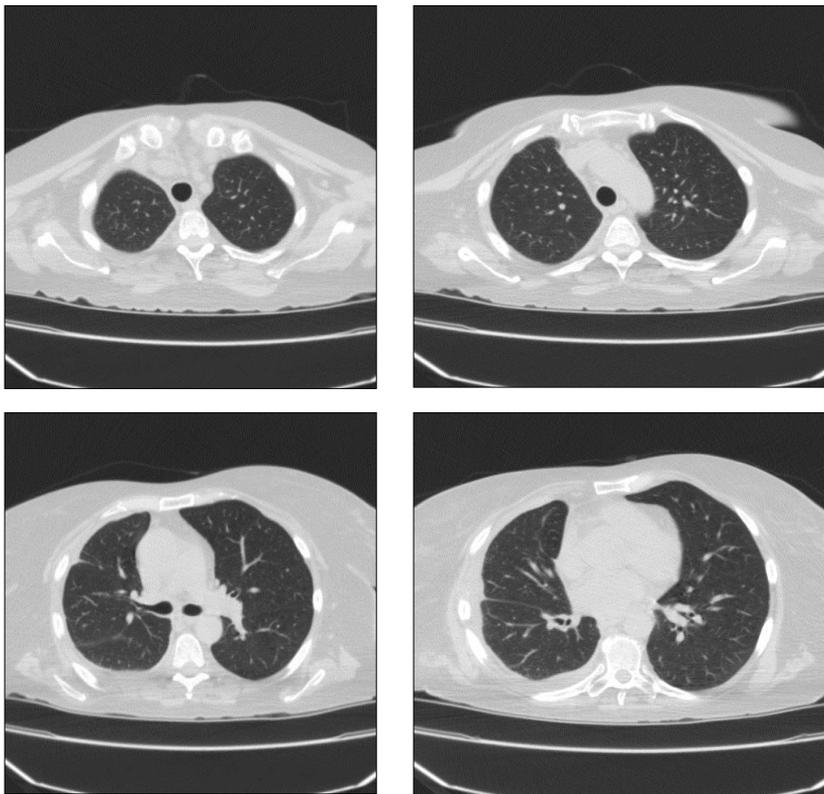


**Рис. 4.** Состояние легкого до удаления швартты и после декортикации

В общем анализе плевральной жидкости выявлено: характер экссудата хилоподобный, цвет молочный, консистенция жидкая мутная, белок невозможно определить, лейкоциты не дифференцируются, эритроциты — 10–15 в поле зрения, не изменены, капли жира — 3+, детрит — 2+, кристаллы холестерина — 1+, в окрашенном мазке осадок не дифференцируется, кислотоустойчивые микроорганизмы не обнаружены. При посеве плеврального экссудата рост микрофлоры не обнаружен. Результаты гистологического исследования операционного материала: висцеральная плевро — фиброзная ткань с острым расстройством кровообращения, хроническим воспалением; париетальная плевро — фиброзно-жировая ткань с острым расстройством кровообращения, хроническим воспалением. Кисты плевральной полости — многокамерная форма эхинококкоза (стенка кисты — хитин).

На девятые сутки после операции после прекращения экссудации дренажи удалены. Торакотомная рана зажила первичным натяжением. В послеоперационном периоде была проведена консультация врача-инфекциониста и рекомендовано лечение албендазолом по 400 мг 2 раза в сутки 3 курса по 28 дней. Через 14 дней после операции была выполнена контрольная компьютерная томография (рис. 5). Заключение: плевральная реакция — плевральные тяжи в верхней доле справа, в базальных отделах с двух сторон. Инфильтративной патологии не определено. Пневматизация легких сохранена.

Пациентка выписана на амбулаторное лечение в удовлетворительном состоянии с рекомендациями наблюдения у врача-инфекциониста общелечебной сети и консультации абдоминального хирурга с целью эхинококкэктомии кист печени.



**Рис. 5.** Компьютерная томография органов грудной клетки пациентки на 14-е сутки после оперативного лечения

**Заключение.** Представленный клинический случай кистозного эхинококкоза с поражением печени и плевры демонстрирует определенные сложности при первичной диагностике, когда плевральный выпот сначала был расценен как туберкулезный, а кисты в плевральной полости при первой компьютерной томографии не выявлялись. При повторном обследовании через три года в плевральном выпоте было обнаружено округлое образование, что позволило предположить эхинококковое поражение плевры с учетом выявленных эхинококковых кист в печени. Обращает внимание, что при компьютерной томографии выявилась только одна киста, а при оперативном лечении обнаружилось 2 целые кисты и 22 вскрывшиеся, которые не были видны при компьютерной визуализации. Описанный случай является достаточно редким для кистозного эхинококкоза, т. к. не было первичного поражения легочной ткани.

Поскольку диагностика кистозного эхинококкоза в первую очередь строится на методах визуализации, то важна осведомленность врачей, особенно рентгенологов и врачей ультразвуковой диагностики, по поводу особенностей визуальной картины эхинококковых кист, что позволит включать это заболевание в дифференциальную диагностику при выявлении округлых образований печени и / или легких.

#### Список источников

1. Ермакова Л. А., Думбадзе О. С., Черникова М. П. и др. Анализ заболеваемости эхинококкозами в Российской Федерации // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями : сб. науч. ст. по материалам междунар. науч. конф. М.: Наука, 2023. Вып. 24. С. 177–183. DOI: 10.31016/978-5-6048555-6-0.2023.24.177-183.
2. Драгомерецкая А. Г., Троценко О. Е., Логвин Ф. В. и др. Современная эпидемическая ситуация по эхинококкозам на Дальнем Востоке и Юге России // Медицинский вестник Юга России. 2024. № 1. С. 27–35. DOI: 10.21886/2219-8075-2024-15-1-27-35.
3. Yang Z., Liu K., Wen B. et al. Changes in the global epidemiological characteristics of cystic echinococcosis over the past 30 years and projections for the next decade: Findings from the Global Burden of Disease Study 2019 // Journal of Global Health. 2024. Vol. 14. Pp. 1–11. DOI: 10.7189/jogh.14.04056. PMID: 38547498; PMCID: PMC10978057.
4. Badwaik N., Gharde P., Shinde R. K. et al. Hydatid Cyst or Echinococcosis: A Comprehensive Review of Transmission, Clinical Manifestations, Diagnosis, and Multidisciplinary Treatment // Cureus. 2024. No 7. Pp. 1–9. DOI: 10.7759/cureus.63713.
5. Hogeia M. O., Ciomaga B. F., Muntean M. M. et al. Cystic Echinococcosis in the Early 2020s: A Review // Tropical medicine and infectious disease. 2024. No 2. Pp. 1–19. DOI: 10.3390/tropicalmed9020036.
6. Wen H., Vuitton L., Tuxun T. et al. Echinococcosis: Advances in the 21st Century // Clinical Microbiology Reviews. 2019. No 2. Pp. 1–38. DOI: 10.1128/cmr.00075-18.
7. Резник Е. В., Яровой М. Д., Завьялова С. А. и др. Сочетанный эхинококкоз легких, сердца и печени: клиника, диагностика и лечение. Клинический случай // Терапевтический архив. 2024. № 11. С. 1097–1103. DOI: 10.26442/00403660.2024.11.202998.
8. Greimelmaier K., Hager T., Moskalenko V. et al. Pulmonary echinococcosis: A rare pseudotumour of the lung // Rare Tumors. 2021. Vol. 13. Pp. 1–5. DOI: 10.1177/20363613211009769. PMID: 33953895; PMCID: PMC8044558.
9. Savu C., Melinte A., Grigorie V. et al. Primary Pleural Hydatidosis—A Rare Occurrence: A Case Report and Literature Review // Medicina. 2020. Vol. 56. Pp. 1–8. DOI: 10.3390/medicina56110567.
10. Moreno-Licea C., Medina-Franco H., Guerrero-Ixtlahuas J. et al. Primary Pleural Hydatid Cyst Case Report and Literature Review // Annals of Medicine and Surgery: Case Reports. 2021. No 1. Pp. 1–8. DOI: 10.29337/amscr.3.

11. Hanifa H., Al-Shaher T., Jaber M. et al. A primary pleural hydatid cyst was discovered months after an undiagnosed pneumothorax: A diagnostic and therapeutic dilemma in a rare case report from Syria // *International Journal of Surgery Case Reports*. 2024. Vol. 117. Pp. 1–6. DOI: 10.1016/j.ijscr.2024.109463.
12. Durhan G., Tan A. A., Düzgün, S. A. et al. Radiological manifestations of thoracic hydatid cysts: pulmonary and extrapulmonary findings // *Insights Imaging*. 2020. No 11. Pp. 1–11. DOI: 10.1186/s13244-020-00916-0.
13. Крылова И. А., Левицкий С. Н., Шабалина И. Причины поздней диагностики эхинококкоза легких в эндемичном районе // *Трансляционная медицина*. 2022. № 3. С. 81–87. DOI: 10.18705/2311-4495-2022-9-3-81-87.

## References

1. Ermakova L. A., Dumbadze O. S., Chernikova M. P. et al. Analysis of the incidence of echinococcosis in the Russian Federation. *Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami : sb. nauch. st. po materialam mezhdunar. nauch. konf.* [Theory and practice of combating parasitic diseases : a collection of scientific articles based on the materials of the international scientific conference]. Moscow: Nauka Publishing House, 2023. Iss. 24. Pp. 177–183. DOI: 10.31016/978-5-6048555-6-0.2023.24.177-183. (In Russ.)
2. Dragomereckaya A. G., Trocenko O. E., Logvin F. V. et al. The current epidemic situation of echinococcosis in the Far East and South of Russia. *Medicinskij vestnik YUga Rossii* [Medical Bulletin of the South of Russia]. 2024. No 1. Pp. 27–35. DOI: 10.21886/2219-8075-2024-15-1-27-35. (In Russ.)
3. Yang Z., Liu K., Wen B. et al. Changes in the global epidemiological characteristics of cystic echinococcosis over the past 30 years and projections for the next decade: Findings from the Global Burden of Disease Study 2019. *Journal of Global Health*. 2024. Vol. 14. Pp. 1–11. DOI: 10.7189/jogh.14.04056. PMID: 38547498; PMCID: PMC10978057.
4. Badwaik N., Gharde P., Shinde R. K. et al. Hydatid Cyst or Echinococcosis: A Comprehensive Review of Transmission, Clinical Manifestations, Diagnosis, and Multidisciplinary Treatment. *Cureus*. 2024. No 7. Pp. 1–9. DOI: 10.7759/cureus.63713.
5. Hogeia M. O., Ciomaga B. F., Muntean M. M. et al. Cystic Echinococcosis in the Early 2020s: A Review. *Tropical medicine and infectious disease*. 2024. No 2. Pp. 1–19. DOI: 10.3390/tropicalmed9020036.
6. Wen H., Vuitton L., Tuxun T. et al. Echinococcosis: Advances in the 21st Century. *Clinical Microbiology Reviews*. 2019. No 2. Pp. 1–38. DOI: 10.1128/cmr.00075-18.
7. Reznik E. V., Yarovoj M. D., Zav'yalova S. A. et al. Combined echinococcosis of the lungs, heart and liver: clinic, diagnosis and treatment. A clinical case. *Terapevticheskij arhiv* [Therapeutic Archive]. 2024. No 11. Pp. 1097–1103. DOI: 10.26442/00403660.2024.11.202998. (In Russ.)
8. Greimelmaier K., Hager T., Moskalenko V. et al. Pulmonary echinococcosis: A rare pseudotumour of the lung. *Rare Tumors*. 2021. Vol. 13. Pp. 1–5. DOI: 10.1177/20363613211009769. PMID: 33953895; PMCID: PMC8044558.
9. Savu C., Melinte A., Grigorie V. et al. Primary Pleural Hydatidosis—A Rare Occurrence: A Case Report and Literature Review. *Medicina*. 2020. Vol. 56. Pp. 1–8. DOI: 10.3390/medicina56110567.
10. Moreno-Licea C., Medina-Franco H., Guerrero-Ixtlahuas J. et al. Primary Pleural Hydatid Cyst Case Report and Literature Review. *Annals of Medicine and Surgery: Case Reports*. 2021. No 1. Pp. 1–8. DOI: 10.29337/amsr.3.
11. Hanifa H., Al-Shaher T., Jaber M. et al. A primary pleural hydatid cyst was discovered months after an undiagnosed pneumothorax: A diagnostic and therapeutic dilemma in a rare case report from Syria. *International Journal of Surgery Case Reports*. 2024. Vol. 117. Pp. 1–6. DOI: 10.1016/j.ijscr.2024.109463.
12. Durhan G., Tan A. A., Düzgün, S. A. et al. Radiological manifestations of thoracic hydatid cysts: pulmonary and extrapulmonary findings. *Insights Imaging*. 2020. No 11. Pp. 1–11. DOI: 10.1186/s13244-020-00916-0.
13. Krylova I. A., Levickij S. N., Shabalina I. Causes of late diagnosis of pulmonary echinococcosis in a non-endemic area. *Translyacionnaya medicina* [Translational medicine]. 2022. No 3. Pp. 81–87. DOI: 10.18705/2311-4495-2022-9-3-81-87. (In Russ.)

### ***Информация об авторах***

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

**Гребнев Андрей Валерьевич**, врач-фтизиатр, заведующий третьим фтизиатрическим отделением, Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Республики Коми «Республиканский противотуберкулезный диспансер» (Россия, 167981, Сыктывкар, ул. Димитрова, 3), старший преподаватель кафедры педиатрии, Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина (Россия, 167001, Сыктывкар, Октябрьский пр., 55)

**Марков Эдгар Вячеславович**, врач — торакальный хирург, Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Республики Коми «Республиканский противотуберкулезный диспансер» (Россия, 167981, Сыктывкар, ул. Димитрова, 3)

**Тебеньков Александр Александрович**, заведующий хирургическим отделением, Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Республики Коми «Республиканский противотуберкулезный диспансер» (Россия, 167981, Сыктывкар, ул. Димитрова, 3)

### ***Information about the authors***

**Andrey V. Grebnev**, Phthisiologist, State Budgetary Institution of Healthcare of the Komi Republic “Republican Anti-Tuberculosis Dispensary” (3, Dimitrov st., Syktyvkar, 167981, Russia)

**Edgar V. Markov**, Surgeon, State Budgetary Institution of Healthcare of the Komi Republic “Republican Anti-Tuberculosis Dispensary” (3, Dimitrov st., Syktyvkar, 167981, Russia)

**Alexander A. Tebenkov**, State Budgetary Institution of Healthcare of the Komi Republic “Republican Anti-Tuberculosis Dispensary” (3, Dimitrov st., Syktyvkar, 167981, Russia)

**Elena I. Ilinykh**, Associate Professor of the Department of Therapy, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University (55, Oktyabrsky prosp., Syktyvkar, 167001, Russia)

Статья поступила в редакцию / The article was submitted	02.04.2025
Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing	06.04.2025
Принята к публикации / Accepted for publication	08.04.2025

**Научная статья / Article**

УДК 620

<https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-42>

**Комплексная оценка солнечного и ветроэнергетического потенциала для развития возобновляемой энергетики в поселке Ялкым и городе Балканабад**

**Нурмухаммет Аганазарович Алланазаров, Мухаммедаман Сарыев, Айшат Оразгулыевна Башимова**

Государственный энергетический институт Туркменистана, Мары, Туркменистан, nurysh90@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0006-7549-3630>

**Аннотация.** В ходе исследования с применением цифровых моделирующих систем проведена комплексная оценка потенциала солнечной радиации для обоснования целесообразности установки фотоэлектрической генерации в целях энергообеспечения удаленного пос. Ялкым. Произведена оценка запасов ветроэнергии на территории Балканабада на основе характеристик ветроэнергетического кадастра.

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, цифровая система, фотоэлектрические солнечные станции, кадастр солнечной энергетики, ветроэнергетический кадастр, солнечная энергия, ветровая энергия, энергия

**Для цитирования:** Алланазаров Н. А., Сарыев М., Башимова А. О. Комплексная оценка солнечного и ветроэнергетического потенциала для развития возобновляемой энергетики в поселке Ялкым и городе Балканабад // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Естественные науки. Медицина. 2025. № 2 (34). С. 42–52. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-42>

**Integrated assessment of solar and wind energy potential for renewable energy development in Yalkym village and Balkanabad city**

**Nurmuhammet A. Allanazarov, Muhammedaman Saryyev, Ayshat O. Bashimova**

State Energy Institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan, nurysh90@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0006-7549-3630>

**Abstract.** In the course of the study, a comprehensive assessment of solar radiation potential was carried out using digital modeling systems to substantiate the feasibility of installing a photovoltaic power plant to supply energy to the remote village of Yalkym. The wind energy reserves in the territory of Balkanabad city were also assessed based on the characteristics of the wind energy cadastre.

**Keywords:** renewable energy, digital system, photovoltaic solar power plants, solar energy cadastre, wind energy cadastre, solar energy, wind energy, energy

**For citation:** Allanazarov N. A., Saryyev M., Bashimova A. O. Integrated assessment of solar and wind energy potential for renewable energy development in Yalkym village and Balkanabad city. *Vestnik Syktyvkarского университета. Seriya 2: Estestvoznaniye. Medicina = Syktyvkar University Bulletin. Series 2: Natural science. Medicine.* 2025. 2 (34): 42–52. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-42>

**Введение.** Туркменистан реализует национальные проекты, предусматривающие меры по сокращению выбросов парниковых газов и соблюдению Парижского соглашения по изменению климата. В своём выступлении Президент Туркменистана Сердар Бердымухамедов на COP 28 в декабря 2023 г. в Дубае (ОАЭ) подчеркнул, что присоединение Туркменистана к Глобальному обязательству по метану соответствует реализации политики и мер, направленных на снижение антропогенного воздействия на климатические показатели. Определяемый на национальном уровне вклад (ОНУВ/NDC) Туркменистана представляет собой сокращение выбросов парниковых газов в 2030 г. по сценарию BAU на 20 % относительно уровня выбросов 2010 г. [1].

После ратификации Парижского соглашения Туркменистан укрепил свою законодательную базу в области сокращения выбросов ПГ, разработав и приняв:

- законы Туркменистана: «Об отходах» (2015), «Об охране атмосферного воздуха» (2016), «Об экологической безопасности» (2017), «Об экологическом аудите» (2019) «О возобновляемых источниках энергии» (2021), «Об энергосбережения и энергоэффективности» (2024);
- государственную программу Туркменистана по энергосбережению на 2018–2024 годы (2018);
- национальную стратегию Туркменистана об изменении климата (новая редакция, 2019); национальную стратегию по развитию возобновляемой энергетики в Туркменистане до 2030 г. (2020);
- ратификацию Кигалийской поправки к Монреальскому протоколу по озоноразрушающим веществам (2020);
- межведомственную комиссию Туркменистана по вопросам охраны окружающей среды (2020).

**Методология исследования.** Для получения максимальной мощности фотоэлектрической станции важно ориентировать плоскость солнечных панелей на юг. Однако Солнце освещает земную поверхность в зависимости от времени суток и года под различным углом. Используется неподвижная СБ, размещаемая на самой высокой точке на крыше дома. Для монтажа СБ необходимо знать оптимальную ориентацию в пространстве в соответствующем районе. Для этого необходимо определить годовой оптимальный угол наклона между горизонтальной поверхностью и плоскостью солнечных панелей для определенного региона [2].

Под валовым потенциалом солнечной энергии (СЭ) или солнечного излучения (СИ) в заданной точке земной поверхности  $A$  ( $\varphi^\circ, \psi^\circ$ ) обычно понимается среднесуточная величина СЭ, поступающей на горизонтальную приемную площадку (ПП) площадью в  $1 \text{ м}^2$  за период, равный одному календарному году —  $\mathcal{E}_{\text{вал}}^\Gamma \left( \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{м}^2\cdot\text{год}} \right)$ . Учитывая переменный характер поступления СЭ по годам, для получения достаточно достоверного значения  $\mathcal{E}_{\text{вал}}^\Gamma$  требуется иметь информацию о приходе СЭ на горизонтальную площадку за достаточно длительный период времени  $T$  (годы) больший, чем известный 11-летний солнечный цикл (цикл Вольфа).

В этом случае, если имеются данные о непрерывном во времени приходе суммарной солнечной радиации (СР) на горизонтальную ПП —  $R_\Sigma^\Gamma(t)$  за длительный период времени  $T$  (годы) значение  $\mathcal{E}_{\text{вал}}^\Gamma$  можно рассчитать по следующей формуле [3]:

$$\mathcal{E}_{\text{вал}}^\Gamma = \frac{\sum_{k=1}^d \mathcal{E}_{\text{валк}}^\Gamma}{d}, \quad (1.1)$$

где  $d$  — число расчетных лет;  $\mathcal{E}_{\text{валк}}^{\Gamma}$  — приход СР на горизонтальную площадку за  $k$ -й год, рассчитываемый по формуле [3]:

$$\mathcal{E}_{\text{валк}}^{\Gamma} = \int_0^{T_{\text{год}}} R_{\Sigma}^{\Gamma}(t) dt. \quad (1.2)$$

Пусть далее требуется рассчитать валовые ресурсы СЭ для заданной территории  $S$  (км<sup>2</sup>) при наличии данных о непрерывном во времени приходе СР на горизонтальную ПП в необходимом числе расчетных точек  $A_j (\varphi^{\circ}, \psi^{\circ})$ ,  $j=1, \dots, m$ , равномерно распределенных по территории  $S$  в предположении возможности линейной или другой формы интерполяции значений СР между заданными точками  $A_j (\varphi^{\circ}, \psi^{\circ})$ . В этом случае вся территория  $S$  (км<sup>2</sup>) предварительно разделяется на  $l$  представительных зон, в каждой из которых можно рассчитать среднегодовое значение прихода СР на территорию  $l$ -й зоны площадью  $S_l$  (км<sup>2</sup>) —  $\mathcal{E}_{\text{валл}}^{\Gamma} \left( \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{год}} \right)$  при использовании известных законов интерполяции принятых исходных данных в расчетных точках  $A_j (\varphi^{\circ}, \psi^{\circ}) - R_{\Sigma_j}^{\Gamma}(t)$ . Например, если рассматривается единичная 1-я зона прямоугольного сечения площадью  $S_l$  (км<sup>2</sup>) с 4-мя исходными точками в ее узлах, где заданы значения  $R_{\Sigma_1}^{\Gamma}(t)$ ,  $R_{\Sigma_2}^{\Gamma}(t)$ ,  $R_{\Sigma_3}^{\Gamma}(t)$  и  $R_{\Sigma_4}^{\Gamma}(t)$  при линейном законе интерполяции значений  $R_{\Sigma}^{\Gamma}(t)$  между ними, величина  $\mathcal{E}_{\text{валл}}^{\Gamma} \left( \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{год}} \right)$  может быть получена по следующей формуле [3]:

$$\mathcal{E}_{\text{валл}}^{\Gamma}(S_l) = S_l \cdot 10^6 \cdot \int_0^{T_{\text{год}}} \bar{R}_{\Sigma_l}^{\Gamma}(t) dt, \quad (1.3)$$

где  $S_l$  (км<sup>2</sup>), а  $\bar{R}_{\Sigma_l}^{\Gamma}(t)$  определяется как средневзвешенная величина для 1-й зоны при линейной интерполяции между заданными 4-мя значениями  $R_{\Sigma}^{\Gamma}(t)$  в узлах 1-й зоны, т. е. [3]:

$$\bar{R}_{\Sigma_l}^{\Gamma}(t) = 0.25 \cdot \left( R_{\Sigma_1}^{\Gamma}(t) + R_{\Sigma_2}^{\Gamma}(t) + R_{\Sigma_3}^{\Gamma}(t) + R_{\Sigma_4}^{\Gamma}(t) \right). \quad (1.4)$$

Тогда валовые ресурсы СЭ для территории  $S$  (км<sup>2</sup>) —  $\mathcal{E}_{\text{вал}}^{\Gamma}(S)$ , состоящей из  $r$  расчетных зон  $S_l$  ( $l=1, \dots, r$ ), могут быть найдены по формуле [3]:

$$\mathcal{E}_{\text{вал}}^{\Gamma}(S) = \sum_{l=1}^r \mathcal{E}_{\text{валл}}^{\Gamma}(S_l), \quad (1.5)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{вал}}^{\Gamma}(S)$  — приход СР на горизонтальную территорию земной поверхности площадью  $S$  (км<sup>2</sup>) за период времени, равный одному году. В зависимости от величины  $S$  значение  $\mathcal{E}_{\text{вал}}^{\Gamma}(S)$  может измеряться в кВт·ч, МВт·ч, ГВт·ч или ТВт·ч.

Годовой ход ветра — это изменение в течение года среднемесячной скорости ветра  $\bar{v}_{m_j}$ , определяемой выражением [4]:

$$\bar{v}_{m_j} = \frac{\sum_{i=1}^I v_{m_{ij}}}{I}, \quad (1.6)$$

где  $\bar{v}_{m_j}$  — средняя скорость ветра  $j$ -го месяца  $i$ -го года.

Суточный ход ветра представляет собой изменение скорости ветра в течение суток, усредненное в пределах данного месяца. Для его определения усредняются скорости

ветра, замеряемые в одно и то же время суток. Для средней за  $I$  лет скорости ветра в  $l$ -й час  $j$ -го месяца будем иметь [4]:

$$V_{c_{jl}} = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K V_{ijkl}}{IK}, \quad (1.7)$$

где  $V_{ijkl}$  – скорость ветра в  $l$ -й час  $k$ -х суток  $j$ -го месяца  $i$ -го года.

Мощность единичной ВЭУ в киловаттах определяется выражением [4]:

$$N_0 = 4.81 \cdot 10^{-4} D^2 v_p^3 \xi \eta_r \eta_g, \quad (1.8)$$

где  $D$  — диаметр ветроколеса, м;  $v_p$  — расчетная скорость ветра, м/с;  $\eta_r$  и  $\eta_g$  — КПД редуктора и генератора.

Для исключения взаимного влияния ВЭУ друг на друга они должны располагаться на определенном расстоянии. По данным, оно составляет около 10 диаметров ветроколеса.

Тогда для суммарной установленной мощности ветроустановок, приходящейся на 1 км<sup>2</sup> земной поверхности, можно записать [4]:

$$N_I = N_0 \left( \frac{1000}{10D} \right)^2, \quad (1.9)$$

где  $10D$  — минимальное расстояние между ВЭУ. С учетом (1.8) будем иметь [4]:

$$N_I = 4.81 v_p^3 \xi \eta_r \eta_g. \quad (1.10)$$

Отсюда следует, что суммарная установленная мощность ВЭУ, размещенных на единице площади, не зависит от диаметра ветроколеса, а определяется расчетной скоростью ветра  $v_p$  и техническим совершенством ветроустановок (параметры  $\xi, \eta_r, \eta_g$ ).

Принимая  $\xi=0.45$ ,  $\eta_r=0.9$ ,  $\eta_g=0.95$  для текущего значения мощности, получим:

$$N_{Ii} = 1.85 v_i^3. \quad (1.11)$$

Годовая выработка энергии с 1 км<sup>2</sup> территории определится выражением:

$$Q_1 = T \int_{v_{\min p}}^{v_{\max p}} N_1(v) t(v) dv. \quad (1.12)$$

Используя (1.11) и заменяя операцию интегрирования простым суммированием, будем иметь:

$$Q = 1.85 T \left( \sum_{v_{\min p}}^{v_{\max p}} t_i v_i^3 + v_p^3 \sum_{v_p}^{v_{\max p}} t_i \right). \quad (1.13)$$

Произведение  $Q_1$  на площадь рассматриваемой зоны даст значение ее технических ветроэнергоресурсов.

В соответствии с техническим заданием первого этапа строительства солнечных электростанций различной мощности для электроснабжения приграничных городов и поселков, расположенных в отдаленных и труднодоступных районах страны, проведена оценка ресурсов солнечной энергии для территории пос. Ялкым с использованием раздела «Цифровая система оценки солнечной энергии» интернет-портала [5] (рис. 1).

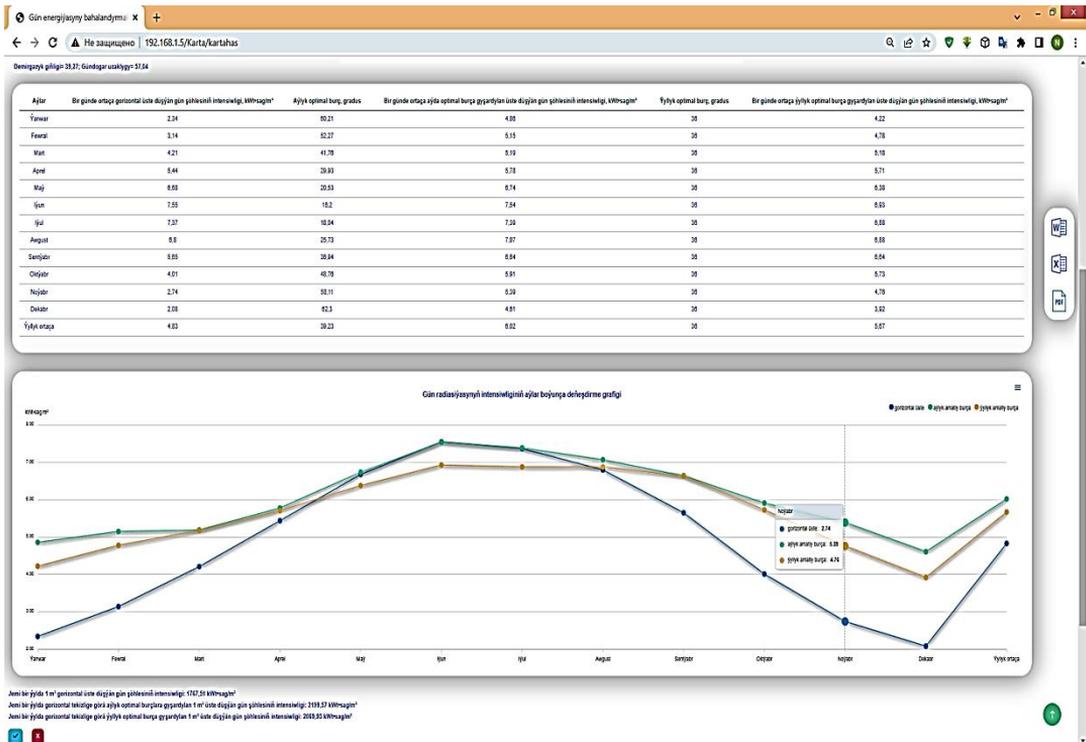


Рис. 1. Оценка ресурсов солнечной энергии по регионам

В разделе «Цифровая система разработки ветроэнергетического кадастра» интернет-портала усовершенствована цифровая система расчета ветроэнергетического кадастра и обеспечена высокая точность получаемого результата [5; 6]. В расчетах используется среднегодовая скорость ветра для этого участка, годовая и суточная изменчивость ветра, повторяемость скорости ветра, направление ветра, максимальная скорость ветра, удельная мощность и удельная энергия, запасы энергии ветра в регионе, а также широкий спектр других данных.

С помощью раздела интернет-портала «Цифровая система разработки ветроэнергетического кадастра» была проведена оценка ветроэнергетических ресурсов города Балканабад. В разделе «Средняя скорость ветра» рассчитываются средние значения скорости ветра на различных высотах за отдельные месяцы и годы, а также строятся графики для их сравнения. Многолетние данные о средних скоростях ветра отражают его характерные особенности (рис. 2).

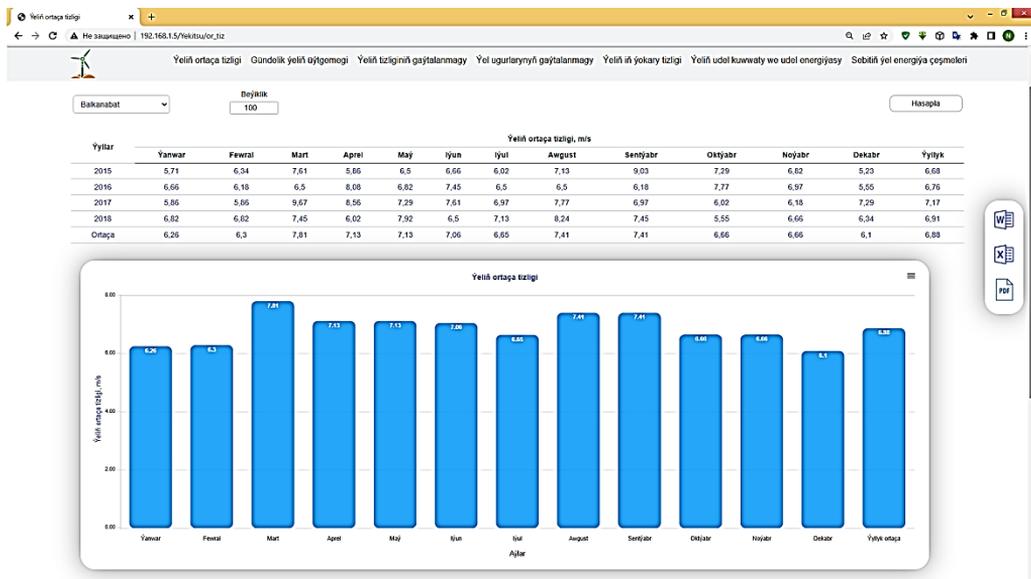


Рис. 2. Средняя скорость ветра в г. Балканабаде

Один из ключевых параметров ветроэнергетического кадастра — повторяемость направлений ветра, отражающая долю времени, в течение которой ветер дует в определенном направлении. В разделе «Повторение направлений ветра» проводится анализ преобладающих ветров на выбранной территории с определением их направленности и соответствующего процентного распределения (рис. 3).

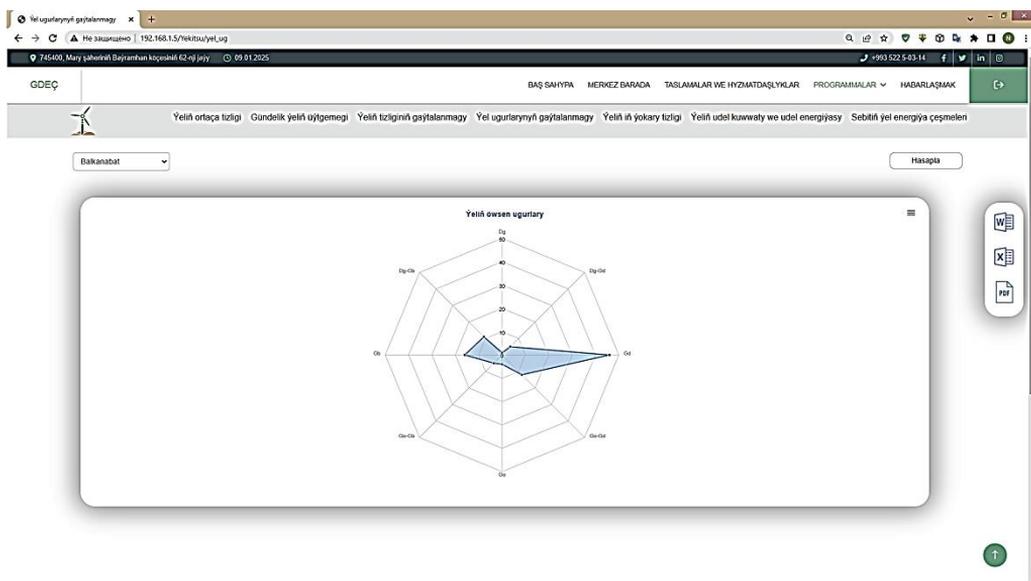


Рис. 3. Определение повторяемости направлений ветра в г. Балканабаде

Данные о пиковых значениях скорости ветра представляют собой важнейший элемент ветроэнергетического кадастра. Они необходимы для расчета прочностных характеристик отдельных компонентов ветроэнергетических установок, включая здания,

панели и конструктивные элементы ВЭУ. Ошибки в учете максимальных скоростей ветра могут привести к некорректному проектированию, что увеличивает риск выхода оборудования из строя в районах с высокой ветровой нагрузкой из-за недостаточной прочности конструкции. Раздел цифровой системы «Максимальная скорость ветра» определяет максимальные скорости ветра на разных высотах в регионах страны (рис. 4).

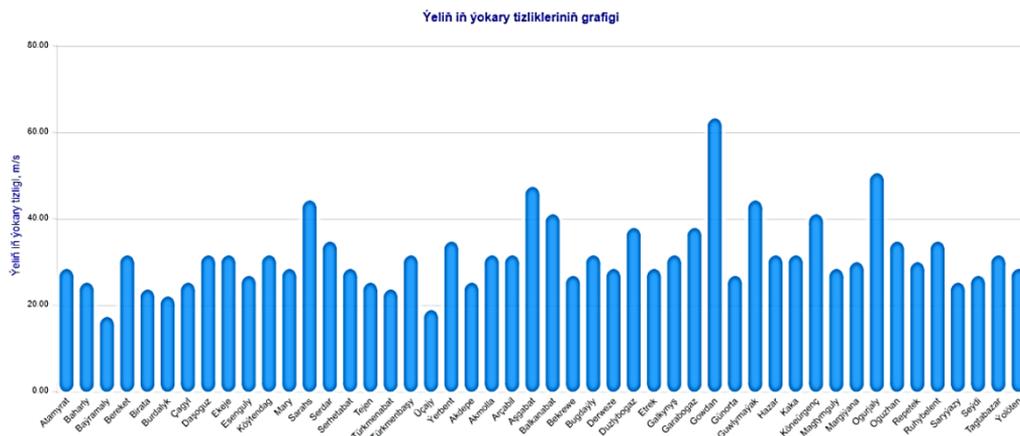


Рис. 4. Максимальная скорость ветра по регионам Туркменистана

Среднегодовая энергия ветра (энергия, приходящаяся на поперечное сечение площадью 1 м<sup>2</sup>) зависит от частоты возникновения различных скоростей ветра. В соответствующих разделах «Удельная мощность ветра» и «Удельная энергия» определяются средняя мощность ветра и мощность ветра на разных высотах в выбранном регионе за месяцы и годы. На основе полученных данных строятся графики для наглядного сравнения динамики изменений (рис. 5–6).

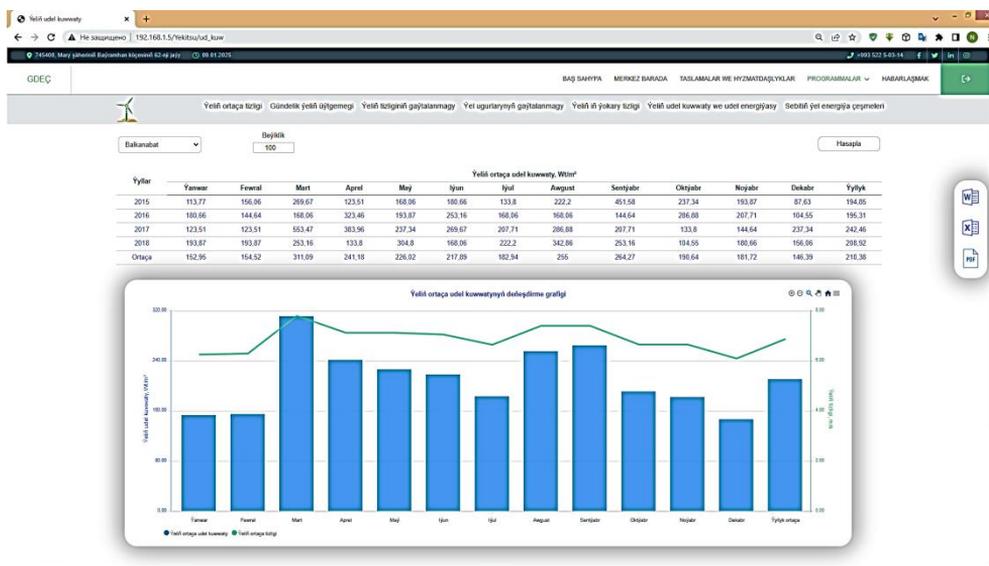


Рис. 5. Удельная мощность ветра в г. Балканабаде

Непрерывное внедрение инновационных технологий в промышленное производство создает значительные перспективы для широкого применения ветроэнергетических установок.

Ýylyr	Ýanwar	Febwal	Mart	April	Maý	Iýun	Iýul	Awgust	Sentyabr	Oktýabr	Noýabr	Dekabr	Ýylyk ortaça
2015	84,64	104,87	200,63	88,93	125,03	130,07	99,55	165,32	325,13	176,58	139,59	176,58	142,13
2016	134,41	97,2	125,03	232,89	144,24	182,28	125,03	125,03	104,14	213,44	149,55	213,44	142,58
2017	91,89	83	411,78	276,45	176,58	194,16	154,54	213,44	149,55	99,55	104,14	99,55	177,64
2018	144,24	130,28	168,35	96,34	226,77	121	165,32	255,09	162,28	77,78	130,07	77,78	152,6
Ortaça	113,8	103,84	231,45	173,65	168,16	156,88	136,11	189,72	190,27	141,84	130,84	141,84	153,79

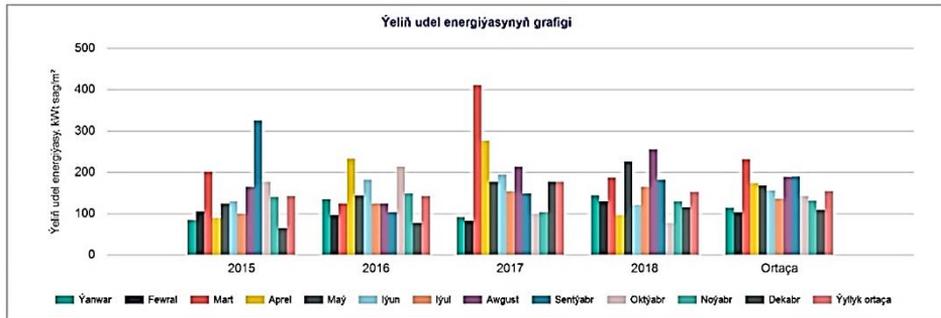


Рис. 6. Удельная энергия ветра в г. Балканабад

В разделах «Суммарный потенциал ветрового ресурса» (рис. 7) и «Ветроэнергетические ресурсы региона» осуществляется оценка общего потенциала ветровых электростанций на различных высотах в выбранном регионе с учетом сезонных и годовых изменений, а также строятся соответствующие графики. В разделе «Технический потенциал ветрового резерва» (рис. 8) можно определить средний технический потенциал ветрового резерва на разных высотах в выбранном регионе за месяцы и годы.

На основе полученных данных можно построить графики, иллюстрирующие динамику этих значений.

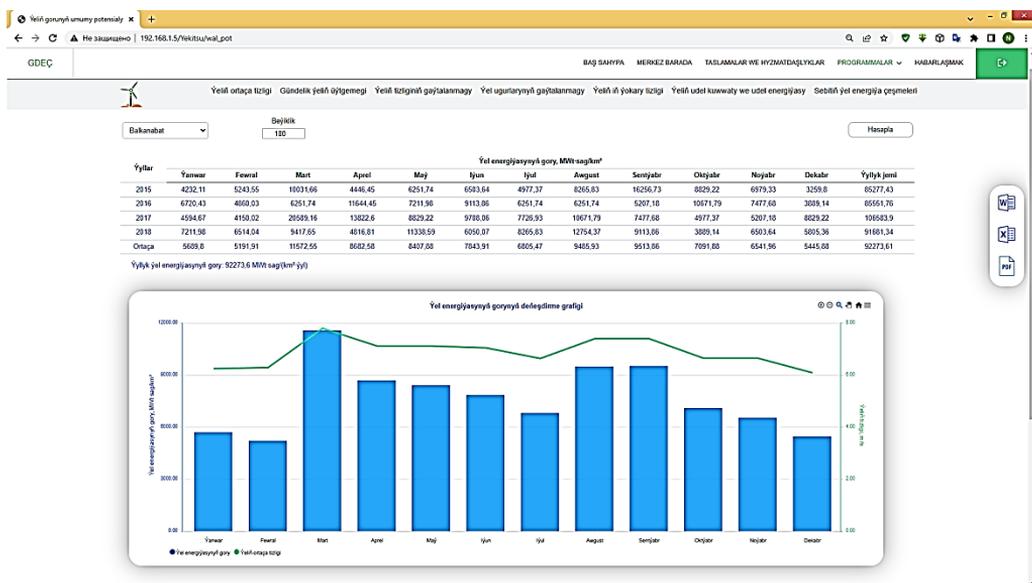


Рис. 7. Суммарный потенциал ветрового ресурса в г. Балканабаде

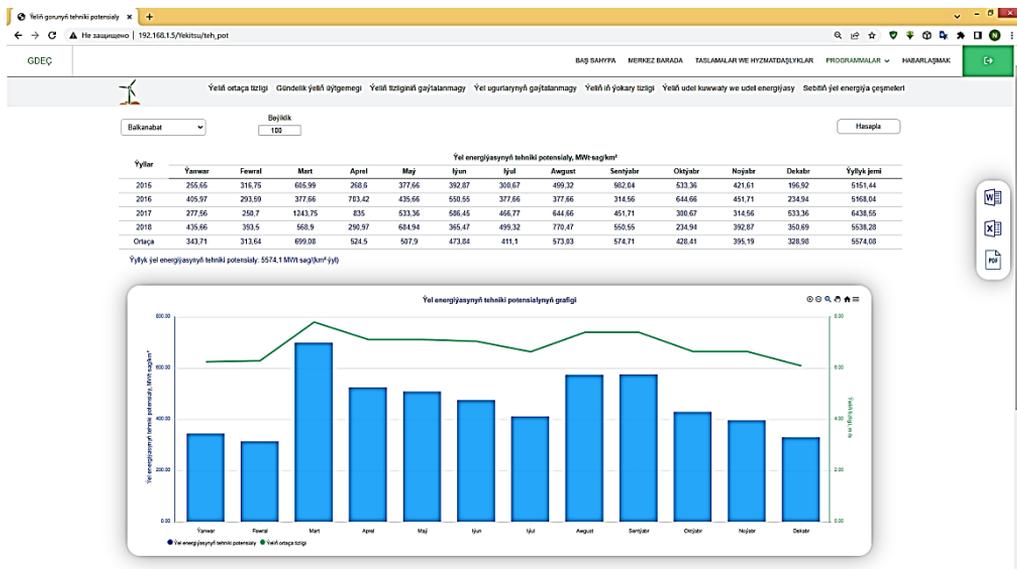


Рис. 8. Технический потенциал ветрового резерва в г. Балканабаде

**Результаты.** Как видно на рис. 1, в результате использования цифровой системы, в случае, если солнечные панели расположены в южном направлении в пос. Ялкым, значение интенсивности солнечного света, падающего на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности, составляет 1767.51 кВт·ч/м<sup>2</sup>, ежемесячный оптимальный угол солнечных установок относительно горизонтальной поверхности  $\beta$  — значения угловых отклонений, приведенные к ежемесячным значениям оптимальных углов интенсивности падения солнечного света на 1 м<sup>2</sup> солнечных панелей — составляет 2199.57 кВт·ч/м<sup>2</sup>, значения интенсивности солнечного света, попадающего на 1 м<sup>2</sup> солнечных установок, приведенная к годовым благоприятным углам, составляет 2069.93 кВт·ч/м<sup>2</sup>. Из рис. 2 следует, что в г. Балканабаде в среднем скорость ветра с 2015 по 2018 г. сохраняется выше 7 м/с. Даже если рассматривать скорость ветра практически во все месяцы, то он дует с равномерной скоростью, что, в свою очередь, говорит о высоких возможностях его использования. Если рассматривать по шкале Бофорта, то ветер 4-балльный умеренный (5.5–7.9 м/с). Согласно рис. 3, в г. Балканабаде с 2015 по 2018 г. преимущественно было восточное направление ветра (46 %). С 2015 по 2018 г. в г. Балканабаде максимальная скорость ветра была 40 м/с (рис. 4), а его удельная мощность на высоте 100 м равна 194.85–242.46 Вт/м<sup>2</sup>, в среднем за год — 210.38 Вт/м<sup>2</sup> (рис. 5). Удельная мощность ветра на высоте 100 метров в г. Балканабаде с 2015 по 2018 г. остается практически равной на уровне 142.13–177.64 кВт·ч/м<sup>2</sup>, в среднем 153.79 кВт·ч/м<sup>2</sup> (рис. 6). Суммарный потенциал энергии ветра в г. Балканабаде на высоте 100 м в эти же годы оставался практически одним и тем же и колебался от 85277.43 до 106583.9 МВт·ч/км<sup>2</sup> (рис. 7). Технический потенциал энергии ветра в г. Балканабаде на высоте 100 м с 2015 по 2018 г. из месяца в месяц был практически одинаков и составлял 5151.44–6438.55 МВт·ч/км<sup>2</sup> (рис. 8).

**Заключение.** В ходе работы проведена оценка солнечных ресурсов для пос. Ялкым и технического потенциала ветроэнергетических ресурсов для г. Балканабада. Установлено:

- Для пос. Ялкым при наклоне солнечных установок на месячный благоприятный угол значения интенсивности солнечной радиации, приходящейся на 1 м<sup>2</sup> площади

поверхности солнечных установок, составили от 4.61 до 7.54 кВт·ч/м<sup>2</sup>, среднее значение было определено равным 6.02 кВт·ч/м<sup>2</sup>.

- Оптимальный угол наклона для ежегодной установки солнечных установок на территории пос. Ялкым, равный 36°, а также значения интенсивности солнечной радиации, приходящейся на 1 м<sup>2</sup> площади поверхности солнечных установок наклоненным оптимальным углом, составили от 3.92 кВт·ч/м<sup>2</sup> до 6.93 кВт·ч/м<sup>2</sup>, среднее значение было определено равным 5.67 кВт·ч/м<sup>2</sup>.

- При наклоне установок для пос. Ялкым на месячные оптимальные углы значение интенсивности солнечной радиации, падающей на солнечные установки, увеличивается на 6 % по сравнению со значением, падающим на солнечные установки, наклоненные на оптимальный угол для ежегодной установки 36°.

- Удельная мощность ветра в г. Балканабаде на высоте 100 метров весьма перспективна и сохраняется в среднем с 2015 по 2018 год на уровне от 87.63 до 553.47 Вт/м<sup>2</sup>.

- Средняя скорость ветра в г. Балканабаде с 2015 по 2018 год составляет 6.88 м/с.

- Направление ветра играет огромную роль при установке ветровых электростанций большой мощности, где они не имеют флюгеров; в г. Балканабаде для повышения эффективности установок необходимо направить их на восток.

- Удельная мощность ветра для г. Балканабада на высоте 100 метров весьма перспективна и сохраняется в среднем с 2015 по 2018 год на уровне от 87.63 до 553.47 Вт/м<sup>2</sup>.

- Общий потенциал ветроэнергетических ресурсов в г. Балканабаде на высоте 100 метров на 1 км<sup>2</sup> площади в среднем с 2015 по 2018 год составляет 92273.6 МВт·ч.

- Технический потенциал ветроэнергетических ресурсов в г. Балканабаде на высоте 100 метров на 1 км<sup>2</sup> площади в среднем с 2015 по 2018 год составляет от 313.64 (февраль) до 699.08 МВт·ч (март), а суммарно годовой потенциал 5574.08 МВт·ч, что свидетельствует о больших возможностях их использования для выработки электрической энергии в климатических условиях г. Балканабада.

- Полученная информация может быть использована при определении мест размещения солнечных и ветроэнергетических установок в регионе.

### Список источников

1. Катышев С. В. Проведение анализа энергетических профилей стран и инвентаризация существующих национальных энергетических систем // 3-й Алматинский энергетический форум «United Nations Geneva». Geneva, 2023. 214 с. URL: [https://unece.org/sites/default/files/2023-11/RU\\_Energy%20Connectivity%20in%20Central%20Asia\\_V2.pdf](https://unece.org/sites/default/files/2023-11/RU_Energy%20Connectivity%20in%20Central%20Asia_V2.pdf) (дата обращения: 27.03.2025).

2. Алланазаров Н. А, Рахманов С. Б, Худайназарова О. Н. Особенности проектирования фотоэлектрической солнечной электростанции мощностью 50 МВт // Научный журнал. 2024. № 1 (68). С. 47–59 (Научно-методический журнал издательства «Проблемы науки». <http://www.scientificmagazine.ru>). URL: [https://scientificmagazine.ru/images/PDF/2024/68/Naychniy\\_-1-68-.pdf](https://scientificmagazine.ru/images/PDF/2024/68/Naychniy_-1-68-.pdf) (дата обращения: 27.03.2025).

3. Виссарионов В. И., Дерюгина Г. В., Кузнецова В. А., Малинин Н. К. Солнечная энергетика : учебник для вузов. М.: Издательский дом МЭИ, 2008. 317 с.

4. Зубарев В. В., Минин В. А., Степанов И. Р. Использование энергии ветра в районах Севера. Состояние, условия эффективности, перспективы. Л.: Наука, Ленинградское отделение, 1989. 208 с.

5. Пэт. № 290. Интернет-портал возобновляемых источников энергии / Алланазаров Н. А., Сарыев К. А., Аллакулиев Ш. Р., Шыхыев А. Ш., Акыммаев Я. А. Зарегистрировано 25.01.2023.

6. Сарыев К. А., Алланазаров Н. А. Интернет портал по возобновляемым источникам энергии // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология. Геология. Химия. Экология. 2023. № 4 (28). С. 72–82. DOI: 10.34130/2306-6229-2023-4-72.

## References

1. Katyshev S. V. Analysis of energy profiles of countries and inventory of existing national energy systems. *3-j Almatinskij energeticheskij forum «United Nations Geneva»* [3rd Almaty Energy Forum "United Nations Geneva"] Geneva, 2023. 214 p. Available at: [https://unece.org/sites/default/files/2023-11/RU\\_Energy%20Connectivity%20in%20Central%20Asia\\_V2.pdf](https://unece.org/sites/default/files/2023-11/RU_Energy%20Connectivity%20in%20Central%20Asia_V2.pdf) (accessed: 27.03.2025). (In Russ.)
2. Allanazarov N. A, Rahmanov S. B, Hudaynazarova O. N. Design features of a photovoltaic solar power plant with a capacity of 50 MW. *Nauchnyj zhurnal* [Scientific Journal]. 2024. No 1 (68). Pp. 47–59. (Scientific and methodological journal of the publishing house "Problems of Science". <http://www.scientificmagazine.ru>). Available at: [https://scientificmagazine.ru/images/PDF/2024/68/Naychniy\\_-1-68-.pdf](https://scientificmagazine.ru/images/PDF/2024/68/Naychniy_-1-68-.pdf) (accessed: 27.03.2025). (In Russ.)
3. Vissarionov V. I., Deryugina G. V., Kuznecova V. A., Malinin N. K. *Solnechnaya energetika : uchebnik dlya vuzov* [Solar energy : a textbook for universities]. Moscow: MEI Publishing House, 2008. 317 p. (In Russ.)
4. Zubarev V. V., Minin V. A., Stepanov I. R. *Ispol'zovaniya energii vetra v rajonah Severa. Sostoyanie, usloviya effektivnosti, perspektivy* [The use of wind energy in the regions of the North. Status, efficiency conditions, prospects]. Leningrad: Nauka. Leningradskoe otdelenie, 1989. 208 p. (In Russ.)
5. Pet. № 290. *Internet-portal vozobnovlyaemyh istochnikov energii* [Internet portal of renewable energy sources]. N. A. Allanazarov, K. A. Saryyev, Sh. R. Allakuliyev, A. Sh. Shyhyeyev, Ya. A. Akymmaev. Registered 25.01.2023. (In Russ.)
6. Saryyev K. A., Allanazarov N. A. Internet portal on renewable energy sources. *Vestnik Syktyvkar'skogo universiteta. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology]. 2023. Iss. 4 (28). Pp. 72–82. DOI: 10.34130/2306-6229-2023-4-72. (In Russ.)

## Информация об авторах

**Алланазаров Нурмухаммет Аганазарович**, инженер научно-производственного центра «Возобновляемые источники энергии» Государственного энергетического института Туркменистана (Туркменистан, 745400, г. Мары, ул. Байрамхан, 62)

**Сарыев Мухаммедаман**, директор научно-производственного центра «Возобновляемые источники энергии» Государственного энергетического института Туркменистана (Туркменистан, 745400, г. Мары, ул. Байрамхан, 62)

**Башимова Айшат Оразгульевна**, инженер проектного отдела научно-производственного центра «Возобновляемые источники энергии» Государственного энергетического института Туркменистана (Туркменистан, 745400, г. Мары, ул. Байрамхан, 62)

## Information about the authors

**Nurmuhammet A. Allanazarov**, Engineer of the Research and Productional Center "Renewable Energy Sources" of the State Energy Institute of Turkmenistan (62, Bayramhan str., Mary city, 745400, Turkmenistan)

**Muhammedaman Saryyev**, Director of the Research and Productional Center "Renewable Energy Sources" of the State Energy Institute of Turkmenistan (62, Bayramhan str., Mary city, 745400, Turkmenistan)

**Ayshat O. Bashimova**, Engineer of the Project Department of the Research and Productional Center "Renewable Energy Sources" of the State Energy Institute of Turkmenistan (62, Bayramhan str., Mary city, 745400, Turkmenistan)

Статья поступила в редакцию / The article was submitted	08.02.2025
Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing	15.03.2025
Принята к публикации / Accepted for publication	31.03.2025

## Экономический анализ солнечно-водородной системы энергоснабжения

Аганияз Ягшиевич Джумаев

Государственный энергетический институт Туркменистана, Мары, Туркменистан,  
a.jumayev.tm@gmail.com

**Аннотация.** В статье предлагается экономический анализ разработанного в Государственном энергетическом институте Туркменистана пилотного проекта солнечно-водородной системы энергоснабжения. С ростом популярности возобновляемой энергии все больше стран используют возобновляемые источники энергии в производстве «зеленого» водорода. Однако системы производства водорода из возобновляемой энергии часто имеют большую мощность оборудования, кроме того, требуют рационального проектирования, а также анализа производительности системы для удовлетворения технических требований при обеспечении экономичности.

**Ключевые слова:** фотоэлектрическая солнечная станция, электролизер, водородная энергия, 2G-генератор, экономические показатели

**Для цитирования:** Джумаев А. Я. Экономический анализ солнечно-водородной системы энергоснабжения // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Естественные науки. Медицина. 2025. № 2 (34). С. 53–62. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-53>

## Economic Analysis of a Solar Hydrogen Energy System

Aganiyaz Ya. Jumayev

State Energy Institute of Turkmenistan, Mary c., Turkmenistan,  
a.jumayev.tm@gmail.com, [http:// orcid.org/0000-0002-2297-1989](http://orcid.org/0000-0002-2297-1989)

**Abstract.** The article presents an economic analysis of the pilot project of solar-hydrogen energy supply system developed at the State Energy Institute of Turkmenistan. With the growing popularity of renewable energy, more and more countries are using renewable energy sources in the production of "green" hydrogen. However, hydrogen production systems from renewable energy often have high equipment capacity, in addition, it requires rational design, as well as analysis of the system performance to meet technical requirements while ensuring cost-effectiveness.

**Keywords:** Photovoltaic solar station, electrolyzer, hydrogen energy, 2G generator, economic indicators

**For citation:** Jumayev A. Y. Economic analysis of a solar hydrogen energy system. *Vestnik Vestnik Syktyvkarskogo universiteta. Seriya 2: Estestvoznaniye. Medicina = Syktyvkar University Bulletin. Series 2: Natural science. Medicine.* 2025. 2 (34): 53–62. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-53>

**Введение.** С ростом популярности возобновляемой энергии все больше стран и регионов используют возобновляемую энергию для производства водорода. Однако системы производства водорода из возобновляемой энергии часто имеют оборудование с большой мощностью и требуют рационального проектирования, а также анализа производительности системы для удовлетворения технических требований при обеспечении экономической целесообразности. В статье [1] проводится анализ 12 различных систем производства водорода из возобновляемой энергии, включая 6 систем, подключенных к сети, и 6 автономных систем, спроектированных с учетом солнечной и ветровой энергии в качестве основных источников возобновляемой энергии в одной

местности в Китае. В результате моделирования с использованием программного обеспечения HOMER для сравнения и анализа экономической и технической производительности различных систем производства водорода из возобновляемой энергии и на основе сравнения результатов были выбраны лучшие схемы подключенных к сети и автономных систем производства водорода из возобновляемой энергии.

Для того чтобы рационально спроектировать систему производства водорода из возобновляемых источников энергии (hydrogen production system, (HPS), многими учеными были проведены имитационные исследования этих систем. В результате моделирования различных типов HPS из возобновляемых источников энергии (ВИЭ) ученые изучили взаимосвязь между различными входными параметрами (интенсивность солнечного излучения, скорость ветра и т. д.) и ключевыми выходными параметрами, такими как выработка электроэнергии и производства водорода системой, а также анализировали чистую приведенную стоимость (NPV) системы, стоимость энергии и другие ключевые показатели.

В статье [2] авторы провели технико-экономический анализ двух систем многоэнергетической возобновляемой энергии и показали, что система многоэнергетической когенерации может эффективно снизить среднюю стоимость, которая составляет 0.048–0.054 \$/кВт•ч для электроэнергии и 3.14–3.49 \$/кг для водорода.

В работе [3] построена автономная фотоэлектрическая (PV) / ветровая турбина (WT) / топливный элемент (FC) — система производства водорода с целью анализа выходных характеристик системы. Результаты исследования показывают, что эффективность производства водорода системы, использование возобновляемой энергии, выход водорода и стоимость энергии сильно зависят от выходной мощности системы.

В статье [4] на основе данных о погоде в регионе Мангир в Иране авторы создали автономную систему производства водорода PV/WT. Обнаружено, что система производит около 91 кг водорода в день в регионе Манжир и экономит около 1347 л бензина в неделю.

Авторы в работе [5] использовали данные о погоде из Италии, Греции и Норвегии для создания HPS на ВИЭ с различными сценариями для технико-экономического анализа системы. Согласно результатам, HPS с устройством хранения менее зависимы от внешнего снабжения электроэнергией.

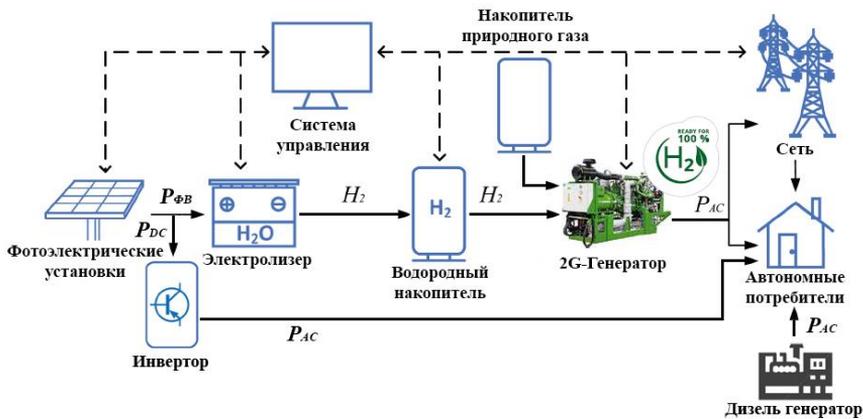
Ученые [6] проанализировали возможность создания систем ВИЭ на отдаленных островах в Японии. Результаты показывают, что система, включающая электролизер, может эффективно снизить стоимость системы на 16.6 %.

На основе данных о погоде регионов Измир, Стамбул и Анкара в Турции проанализирована выработка электроэнергии и производства водорода фотоэлектрическими системами производства водорода в трех регионах с использованием программного обеспечения TRNSYS и GenOpt [7]. Результаты показали, что общая выработка электроэнергии в трех регионах составила 42803.66 кВт • ч, 428573.74 кВт • ч и 44613.95 кВт • ч за один год; а производство водорода составило 10488.39 м<sup>3</sup>, 9824.70 м<sup>3</sup> и 10368.65 м<sup>3</sup> соответственно.

Нами также был разработан пилотный проект получения водорода на территории Туркменистана[8]. Электрическая энергия, необходимая для производства «зеленого» водорода, вырабатывается фотоэлектрической солнечной станцией (ФСС). В работе выполнено моделирование объекта, состоящего из источника электроэнергии — фотоэлектрической солнечной станции установленной мощности 100 МВт, системы получения водорода — электролизера мощностью 50 МВт, системы опреснения воды — установки обратного осмоса с производительностью 80 тонн воды в сутки.

**Методы исследования, теоретическая база.** Базовая структура схемы энергоснабжения на основе ВИЭ представлена на рисунке. Возобновляемые источники НПС подразделяются на системы, подключенные к сети, и автономные системы в зависимости от того, подключены ли они к сети или нет, в том числе: подключенные к сети / автономные системы PV, подключенные к сети / автономные PV-системы и автономные системы производства водорода, подключенные к сети / автономные PV-системы и автономные системы производства водорода, 2G-генератор, подключенные к сети / автономные PV-системы и автономные системы производства водорода, 2G-генератор и дизель-генератор.

Для системы, подключенной к сети, когда выработка электроэнергии системы меньше электрической нагрузки, система берет электроэнергию из сети для покрытия электрической нагрузки и для производства водорода, а когда выработка электроэнергии системы соответствует электрической нагрузке и нагрузке для производства водорода, оставшаяся электроэнергия поступает в сеть. Для НПС с ВИЭ вне сети, когда выработка электроэнергии системы больше электрической нагрузки, избыток электроэнергии будет использоваться электролизером для производства водорода. Когда выработка электроэнергии системы меньше электрической нагрузки, водород в резервуаре для хранения водорода может использоваться для выработки электроэнергии для электрической нагрузки для системы, настроенной с 2G-генератором (табл. 1).



**Рис.** Общая структурная схема солнечно-водородной системы для энергоснабжения удаленных населенных пунктов

Входные параметры для моделирования должны учитывать данные о погоде, о нагрузке (электрической и водородной) и параметры компонентов системы. Данные о погоде основаны на результатах исследований, проведенных в Научно-производственном центре «ВИЭ» Государственного энергетического института Туркменистана. В этой статье среднемесячные показатели интенсивности солнечного излучения и ясности используются в качестве основных параметров для оценки потенциала солнечной энергии [9].

Рассмотрим режим, когда выработка электроэнергии ФСС используется для производства водорода. В разработке проекта использовали методику, предложенную в работе [8]. Для оценки перспективы совместной работы источников солнечной энергии и электролизера для производства водорода для системы энергоснабжения удаленных населенных пунктов в качестве источника электрической энергии была выбрана

фотоэлектрическая солнечная станция установленной мощности 1.5 МВт (солнечные панели мощностью 415 Вт) в населенном пункте Ахалского велаята Гокдепинского этрапа (табл. 2). Принято, что потребителями ФСС являются только электролизер и потребители населенного пункта.

Таблица 1

**Технические характеристики 2G-генератора мощностью 115 кВт**

Технические характеристики	Значение и единица измерения
Номинальная мощность	115 кВт
Электрический КПД	37.70 %
Тепловая мощность	129 кВт
Тепловой КПД	42.30 %
Интервал технического обслуживания	2000 мч
Ремонт	32000 мч
Капитальный ремонт	60000 мч (моточасы)

Таблица 2

**Технические характеристики солнечного модуля SPR-415-WHT-D**

№ n/n	Показатель	Значение показателя
1	Модель	SPR-415-WHT-D
2	Технология	Моно-с-Si
3	$N_{с\ э}$	128 ФЭ
4	$U_{х\ х}$	85.3 В
5	$I_{к\ э}$	6.09 А
6	$U_{м\ м}$	72.9 В
7	$I_{м\ м}$	5.69 А
8	Максимальная мощность при STC $P_{м\ м} = I_{м\ м} U_{м\ м}$	415 Вт
9	Допустимое отклонение мощности (%)	±5 %
10	$K_{н}$	-0.32 %/°C
11	$K_{т}$	0.057 %/°C
12	КПД	19.25 %
13	NOCT (Nominal Operation Cell Temperature)	45.8 °C
14	$I_{ф}$	6.0978 А
15	$I_0$	$7.1712 \cdot 10^{-13}$ А
16	A	0.87223
17	$R_{ш}$	419.7813 Ом
18	$R_{п}$	0.5371 Ом
19	Длина модуля	2067 мм
20	Ширина модуля	1046 мм
21	Площадь модуля	2.16 м <sup>2</sup>

В расчетах использовали технические данные электролизера мощностью 1 МВт (табл. 3). Был выполнен расчет объема электрической энергии, вырабатываемой такой ФСС в течение года:

$$E = E_{udel,\beta} \cdot S = \sum_{i=1}^{12} E_{i,\beta} \cdot \eta_p \cdot \eta_{inv} \cdot \eta_m \cdot S, (1)$$

где  $E$  — выработка ФСС в год;  $E_{udel,\beta}$  — удельная выработка ФСС с учетом наклона  $\beta$  в течение года;  $S$  — площадь ФСС;  $E_{i,\beta}$  — приход солнечной энергии на оптимально ориентированную площадку с углом наклона  $\beta = 36^\circ$  на широтах расположения ФСС в  $i$ -том месяце. Потери  $\eta_p$  на ФСС составляет до 25 %, а КПД  $\eta_{inv}$  преобразования из постоянного в переменный ток составляет 98.8 %, принятый КПД  $\eta_m$  солнечного модуля 19.25 %. Фотоэлектрические солнечные модули выбраны из базы данных PVsyst и приняты по типу SPR-415-WHT-D. Технические характеристики модуля приведены в табл. 2.

Таблица 3

#### Технические характеристики электролизерной установки мощностью 1 МВт

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

Таблица 4

#### Технические характеристики инвертора Bosch BPT-C300

№ n/n	Показатель	Значение показателя
1	Номинальная мощность переменного тока	300 кВт
2	Номинальное напряжение переменного тока	300 В
3	Минимальное значение напряжения диапазона МРРТ	530 В
4	Максимальное значение напряжения диапазона МРРТ	800 В
5	Входное максимальное напряжение	1000 В
6	Частота	50 Гц
7	EURO КПД	98.5 %
8	Максимальный входной ток инвертора	590 А

Центральным трехфазным инвертором, выбранным из базы данных PVsyst, является Bosch BPT-C300 производства Bosch Power Tec. Технические характеристики инвертора приведены в табл. 4.

Таблица 5

#### Основные результаты пилотного проекта

Технические параметры и информация	Значения и единицы измерения
Населенный пункт	Ахалский велаят Гокдепинский этрап село Бори
Количество домов	238
Суточное потребление электрической энергии	3 570 кВт·ч
Годовое потребление элетрической энергии	1 303 050 кВт·ч
Выработка электрической энергии ФЭС с мощностью 1500 кВт	2 006 874 кВт·ч
Производство зеленого водорода в течение года	36 990 кг
Избыточное производство электрической энергии ФСС	703 824 кВт·ч
Сезонное производство зеленого водорода в течение года	14 422 кг

В пилотном проекте рассматривается строительство фотоэлектрической солнечной станции (ФСС) с установленной мощностью 1.5 МВт в Ахалском велаяте, в населенных пунктах Гокдепинского этрапа. Основные результаты осуществления пилотного проекта приведены в табл. 5.

Следует отметить, что в данном конкретном пилотном проекте нет необходимости в постановке и решении полной оптимизационной задачи с применением математических алгоритмов. Это обосновано тем, что оптимальное количество и тип солнечных панелей установлены на предварительном этапе исследований, а тип и номинальную мощность инвертора определяет принятая архитектура ФСС и параметры нагрузки. Соответственно, в данном случае нужно оптимизировать только количество основных базовых блоков, по полученным результатам можно корректировать предварительно принятую мощность генератора. Таким образом, задача оптимизации сводится к имитационному моделированию режимов работы НПС на длительном (годовом) временном интервале с определением основных экономических показателей проектируемой системы: экономические показатели, степень автономности, расход топлива и др. На основе сравнительного анализа полученных результатов моделирования и определяется самый оптимальный вариант.

**Результаты и обсуждение.** В качестве основных экономических показателей используются два параметра: приведенная стоимость жизненного цикла (life cycle cost — LCC) и выровненная стоимость генерируемой электроэнергии (levelized cost of electricity — LCOE).

Стоимость жизненного цикла, или общие затраты на электроэнергетическую систему в течение всего срока ее службы, определяется по уравнению:

$$LCC = Cap + Main, \quad (2)$$

где  $Cap$  — общие капитальные затраты на проект;  $Main$  — стоимость технического обслуживания.

Выровненная стоимость электроэнергии определяется по уравнению:

$$LCOE = \frac{LCC}{E_{year}}, \quad (3)$$

где  $E_{year}$  — годовой объем электроэнергии, полученный потребителем от НПС с ВИЭ.

За продолжительность жизненного цикла принимается срок службы одного из всех компонентов НПС, имеющих максимальное заявленное производителем значение (в данном проекте  $T = 25$  лет соответствует солнечным панелям).

Фактор времени при распределении капитальных затрат в течение жизненного цикла объекта учитывается с помощью коэффициента возврата капитала (capital recovery factor — CRF):

$$CRF = \frac{i \cdot (1+i)^T}{(1+i)^T - 1}, \quad (4)$$

где  $i$  — процентная банковская ставка;  $T$  — общий срок службы энергетической системы.

Сроки службы отдельных компонентов НПС могут значительно различаться, поэтому их необходимо привести к условиям единовременного платежа. Например, если в составе НПС используются аккумуляторные батареи с гарантированным сроком службы 5 лет, а значение жизненного цикла системы принято равным  $T = 25$  лет, приведенная стоимость аккумуляторной батареи  $C_{batt}$  определяется следующим выражением:

$$C_{batt} = C_{batt0} \cdot \left( 1 + \frac{1}{(1+i)^5} + \frac{1}{(1+i)^{10}} + \frac{1}{(1+i)^{15}} + \frac{1}{(1+i)^{20}} \right), \quad (5)$$

где  $C_{batt0}$  — первоначальная цена аккумуляторной батареи.

Срок службы дизель-генераторных (2G-генератора) установок и бензогенераторов измеряется количеством моточасов до капитального ремонта, поэтому их приведенная стоимость рассчитывается по аналогичным (5) формуле после определения срока службы по уравнению:

$$T_{GEN} = \frac{H_F}{H_{OV}}, \text{ лет}, \quad (6)$$

где  $H_{OV}$  — количество часов работы генератора в год, рассчитанное по результатам имитационного моделирования;  $H_F$  — количество моточасов до капитального ремонта, заявленное производителем.

Для HPS в рассматриваемой конфигурации суммарные приведенные капитальные затраты определяются по уравнению:

$$Cap = CRF \cdot (N_{sp} \cdot C_{sp} + N_{inv} \cdot C_{inv} + C_{2G} + C_{GEN} + C_{electr}), \quad (7)$$

где  $N_{sp}$ ,  $C_{sp}$  — количество и стоимость солнечных панелей;  $N_{inv}$ ,  $C_{inv}$  — количество и стоимость инверторов;  $C_{2G}$  — приведенная стоимость 2G-генератора;  $C_{GEN}$  — приведенная стоимость дизель-генератора;  $C_{electr}$  — приведенная стоимость электролизера.

Пренебрегая затратами на обслуживание инверторами, суммарные затраты на техническое обслуживание HPS определяются уравнением:

$$Main = N_{sp} \cdot M_{sp} + M_{electr} + M_{2G} + M_{GEN} + M_{fuel}, \quad (8)$$

где  $M_{sp}$ ,  $M_{electr}$ ,  $M_{2G}$ ,  $M_{GEN}$  — ежегодные затраты на техническое обслуживание солнечной панели, 2G-генератора, дизель-генератора;  $M_{fuel}$  — затраты на топливо, расход которого определяется по результатам моделирования режимов. Результаты моделирования и сравнительного экономического анализа показали, что капитальные затраты на реализацию проекта солнечно-водородной системы для села Бори составили 2 283 400 евро (табл. 6, без учета дизель-генератора).

Таблица 6

**Капитальные затраты на реализацию проекта солнечно-водородной станции для села Бори**

<i>N<sup>o</sup> n/n</i>	<i>Наименование комплекса работ, услуг, оборудования</i>	<i>Стоимость в евро</i>
1	2	3
1	ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ	97 500
2	ОСНОВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, в т. ч.:	1 541 200
	Солнечные панели (3 600 шт.)	738 000
	Инвертор (5 шт.)	77 700
	Стол с креплением (288 шт.)	216 000
	Оборудование АСУ ТП, связи и сигнализации	92 500
	Электролизер (мощность 1 МВт)	400 000
	Микротурбины (2G-генераторы, 115 кВт)	17 000
3	СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ в т. ч.:	524 700
	Подготовка территории строительства	10 700

1	2	3
	Фундаменты	56 000
	Сети электроснабжения	84 000
	Монтаж оборудования	374 000
4	ПУСКО-НАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ	42 000
5	ВРЕМЕННЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ	18 000
7	СТРАХОВАНИЕ	15 000
8	НЕПРЕДВИДЕННЫЕ ЗАТРАТЫ	4 000
9	ИТОГО:	2 283 400
	Установленная мощность, кВт	1 500
	Удельные капиталовложения, евро/кВт	1 522

Другие экономические показатели для расчета были взяты в соответствии с данными, приведенными в табл. 7.

Экономический анализ работы power-to-gas (P2G), основанной на производстве водорода электролизом, можно значительно улучшить, если включить ее в систему вспомогательных услуг электросети [10]. Вспомогательные услуги являются частью электроэнергетической системы, используются для уравнивания временных отклонений между производством и потреблением электроэнергии и, таким образом, обеспечивают безопасную и бесперебойную работу электроэнергетической системы [11]. Следует учитывать, что работа устойчивых источников энергии (фотоэлектрических и ветровых) сильно зависит от погоды и, следовательно, не может соответствовать реальным потребностям энергии. Эта проблема становится более важной с вводом многих новых возобновляемых источников энергии. Подсчитано, что на каждые 100 МВт вновь установленных ВИЭ необходимо 4–10 МВт вспомогательных услуг для поддержания сбалансированности сети энергоснабжения. Как правило, системы, включенные во вспомогательные услуги, обеспечивают дополнительную электроэнергию при недостатке и обеспечивают дополнительное потребление или накопление энергии, когда в системе имеется избыток энергии.

Таблица 7

#### Основные экономические параметры компонентов системы

<i>Компоненты системы (system component)</i>	<i>Исходные инвестиционные затраты (Initial investment cost)</i>	<i>Расходы на эксплуатацию и техническое обслуживание (operation and maintenance costs)</i>	<i>Жизненный цикл (life cycle)</i>
Солнечные панели (PV panel)	960 евро/kW	9.6 евро/kW	25 лет (25 years)
Электролизер (electrolyzer)	400 евро/kW	4.0 евро/kW	25 лет (15 years)
Накопитель водорода (H <sub>2</sub> storage tank)	576 евро/kg	2.88 евро/kg	25 лет (25 years)
2G-генератор (2G generator)	125\$/kW	1.25 евро/kW	15 лет (15 years)

В летнее время ФСС производит избыточное количество электроэнергии, превышающее потребность в ней. В нашей системе избыточная электроэнергия поступает в электролизер и используется для производства водорода. Водород хранится в водородном накопителе, а затем, когда выработка ФСС недостаточна для электроснабжения потребителей, используется 2G-генератор, который может работать на различных видах топлива, в частности на природном газе, смеси природного газа и водорода и на чистом водороде.

**Заключение.** Представлены результаты исследований по разработке пилотного проекта системы энергоснабжения удаленных населенных пунктов на базе ВИЭ. Проведен экономический анализ системы. В качестве основных экономических показателей используются два параметра: приведенная стоимость жизненного цикла (life cycle cost — LCC) и выровненная стоимость генерируемой электроэнергии (levelized cost of electricity — LCOE).

В рассматриваемом пилотном проекте предполагается строительство фотоэлектрической солнечной станции (ФСС) мощностью 1.5 МВт в Ахалском велаяте в населенном пункте Гокдепинского этрапа. Реализация проекта позволяет обеспечить энергоснабжение данного населенного пункта или может производить в течение года 36 990 кг «зеленого» водорода. Избыточное производство электрической энергии ФСС используется для производства водорода (14 422 кг), который рассматривается как сезонное аккумулирование электрической энергии.

#### Список источников

1. Chun yan Song, Bo Zhang, Wen chao Cai et al. Techno-economical analysis of hydrogen production systems based on solar/wind hybrid renewable energy // Journal of Physics: Conference series (IPCS). 2024. Vol. 2723. Iss. 1. P. 012002. DOI: 10.1088/1742-6596/2723/1/012002.
2. Di Micco, Romono F., Jannelli E. et al. Techno-economic analysis of multi-energy system for the co-production of green hydrogen, renewable electricity and heat // International Journal of Hydrogen Energy. 2023. No 48 (81). Pp. 31457–31467. DOI:10.1016/j.ijhydene.2023.04.269.
3. Schnuelle C., Wasserman T., Fuhrlaender D., Zondervan E. Dynamic Hydrogen Production from PV& Wind Direct Electricity Supply Modeling and Techno-economic Assessment // International Journal of Hydrogen Energy. 2020. No 45 (55). 29938–29952. Pp. 1–12. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2020.08.044.
4. Rezaei M., Mostafaeipour A., Qolipour M., Momeni M. Energy Supply for Water Electrolysis Systems Using Wind and Solar energy to Produce Hydrogen: A Case Study of Iran // Frontiers in Energy. 2019. Vol. 13 (3). Pp. 539–550. DOI: 10.1007/s11708-019-0635-x.
5. Marocco P., Ferrero D., Gandiglio M. et al. Study of the Techno-economic Feasibility of H<sub>2</sub>-Based Energy Storage Systems in Remote Areas // Energy Conversion and Management. 2020. Vol. 211. 112768. Pp. 1–15. DOI: 10.1016/j.enconman.2020.112768.
6. He H J., Huang Y. Y., Nakadomari A. et al. Potensial and economic viability of green hydrogen production from seawater electrolysis using renewable energy in remote Japanese islands // Renewable Energy. 2023. Vol. 202. 1436–1447. Pp. 1–13. DOI: 10.1016/j.renene.2022.12.046.
7. Karacavus B., Aydn K. Hydrogen Production and Storage Analysis of System by Using TRNSYS // International Journal of Hydrogen Energy. 2020. No 45 (60). 34608–34619. Pp. 1–12. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2020.03.005.
8. Jumayev A. Pilot project on “green” hydrogen generation at the territory of Turkmenistan // Journal of Physics: Conference series. 2024. 2723. 012002. DOI: e6c9a5dd-f61f-46bb-a5e5-a51328a913c2.
9. Jumayev A. Distribution of solar energy potential on territory of Turkmenistan // IOP Conferences Series Earth and Environmental Sciences. 2022. 1010 (1). 012157. Pp. 1–7. DOI: 10.1088/1755-1315/1010/1/012157.
10. Mazza A., Bompard E., Chicco G. Applivations of power to gas technologies in emerging electrical system // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2018. No 92. Pp. 794–806. DOI: 10.1016/j.rser.2018.04.072.

11. Kaushal A., Van Hertem D., Hertem D. An overview of ancillary services and HVDC system in European context // *Energies*. 2019. No 12 (18). 3481. Pp. 1–21. DOI: 10.3390/en12183481.

## References

1. Chun yan Song, Bo Zhang, Wen chao Cai et al. Techno-economical analysis of hydrogen production systems based on solar/wind hybrid renewable energy. *Journal of Physics: Conference series (IPCS)*. 2024. Vol. 2723. Iss. 1. P. 012002. DOI: 10.1088/1742-6596/2723/1/012002.
2. Di Micco., Romono F., Jannelli E. et al. Techno-economic analysis of multi-energy system for the co-production of green hydrogen, renewable electricity and heat. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2023. No 48 (81). Pp. 31457–31467. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2023.04.269.
3. Schnuelle C., Wasserman T., Fuhrlaender D., Zondervan E. Dynamic Hydrogen Production from PV& Wind Direct Electricity Supply Modeling and Techno-economic Assessment. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2020. No 45 (55). 29938–29952. Pp. 1–12. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2020.08.044.
4. Rezaei M., Mostafaeipour A., Qolipour M., Momeni M. Energy Supply for Water Electrolysis Systems Using Wind and Solar energy to Produce Hydrogen: A Case Study of Iran. *Frontiers in Energy*. 2019. Vol. 13 (3). Pp. 539–550. DOI: 10.1007/s11708-019-0635-x.
5. Marocco P., Ferrero D., Gandiglio M. et al. Study of the Techno-economic Feasibility of H<sub>2</sub>-Based Energy Storage Systems in Remote Areas. *Energy Conversion and Management*. 2020. Vol. 211. 112768. Pp. 1–15. DOI: 10.1016/j.enconman.2020.112768.
6. He H J., Huang Y. Y., Nakadomari A. et al. Potential and economic viability of green hydrogen production from seawater electrolysis using renewable energy in remote Japanese islands. *Renewable Energy*. 2023. Vol. 202. 1436–1447. Pp. 1–13. DOI: 10.1016/j.renene.2022.12.046.
7. Karacavus B., Aydn K. Hydrogen Production and Storage Analysis of System by Using TRNSYS. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2020. No 45 (60). 34608–34619. Pp. 1–12. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2020.03.005.
8. Jumayev A. Pilot project on “green” hydrogen generation at the territory of Turkmenistan. *Journal of Physics: Conference series*. 2024. 2723. 012002. DOI: e6c9a5dd-f61f-46bb-a5e5-a51328a913c2.
9. Jumayev A. Distribution of solar energy potential on territory of Turkmenistan. *IOP Conferences Series Earth and Environmental Sciences*. 2022. 1010 (1). 012157. Pp. 1–7. DOI: 10.1088/1755-1315/1010/1/012157.
10. Mazza A., Bompard E., Chicco G. Applications of power to gas technologies in emerging electrical system. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2018. No 92. Pp. 794–806. DOI: 10.1016/j.rser.2018.04.072.
11. Kaushal A., Van Hertem D., Hertem D. An overview of ancillary services and HVDC system in European context. *Energies*. 2019. No 12 (18). 3481. Pp. 1–21. DOI: 10.3390/en12183481.

## Информация об авторе

**Джумаев Аганияз Ягшиевич**, кандидат физико-математических наук, проректор по научной работе Государственного энергетического института Туркменистана (Туркменистан, 745400, Мары, ул. Байрамхана, 62)

## Information about the author

**Jumayev Aganiyaz Yagshiyevich**, Candidate of physical-mathematical sciences, vice-rector State Energy Institute of Turkmenistan (62, Bayramkhan str., Mary city, 745400, Turkmenistan)

Статья поступила в редакцию / The article was submitted	19.02.2025
Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing	15.03.2025
Принята к публикации / Accepted for publication	31.03.2025

Научная статья / Article

УДК 37

<https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-63>

**Формирование на уроках основ безопасности и защиты Родины  
практических навыков информационной безопасности современных  
школьников**

**Екатерина Николаевна Репина, Ольга Васильевна Рогачевская**

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

***Аннотация.** Современные реалии полны массового мошенничества в медиaprостранстве, что требует формирования информационной культуры населения и в большей степени практических навыков распознавания и предупреждения негативных последствий. Тестирование школьников показало низкий уровень их осведомленности в области компьютерной безопасности: лишь 20.4 % тестируемых знают правила действия при встрече в информационной среде со спамом, владеют навыками составления надежного пароля для компьютера. Показана ключевая роль учителя безопасности жизнедеятельности в воспитании у школьников компетентностей и навыков информационной безопасности посредством интерактивных технологий, VR-программ и решением ситуационных задач, направленных на повышение уровня киберкультуры школьников.*

***Ключевые слова:** обучающиеся, информационная среда, безопасный интернет, навыки кибербезопасности*

***Для цитирования:** Репина Е. Н., Рогачевская О. В. Формирование на уроках основ безопасности и защиты Родины практических навыков информационной безопасности современных школьников // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Естественные науки. Медицина. 2025. № 2 (34). С. 63–70. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-63>*

**Formation of practical information security skills of modern schoolchildren  
in lessons on security and protection of the Motherland**

**Olga V. Rogachevskaya, Ekaterina N. Repina**

Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar, Russia,  
roga-olga@mail.ru; ket-repina@yandex.ru

***Abstract.** Modern realities are full of mass fraud in the media space, which requires the formation of information culture of the population and, to a greater extent, practical skills in recognizing and preventing negative consequences. Testing of schoolchildren showed a low level of their awareness in the field of computer security: only 20.4% of those tested know the rules of action when encountering spam in the information environment, students have the skills to create a reliable password for a computer. The key role of a life safety teacher in educating schoolchildren in information security competencies and skills through interactive technologies, VR programs and solving situational problems aimed at raising the level of cyberculture of schoolchildren is shown.*

***Keywords:** schoolchildren, information environment, safe internet, cybersecurity skills*

**For citation:** Repina E. N., Rogachevskaya O. V. Formation of practical information security skills of modern schoolchildren in lessons on security and protection of the Motherland. *Vestnik Syktyvkarского университета. Seriya 2: Estestvoznaniye. Medicina = Syktyvkar University Bulletin. Series 2: Natural science. Medicine.* 2025. 2 (34): 63–70. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-63>

**Введение.** Появление глобальных компьютерных сетей сделало простым получение доступа к информации как для различных предприятий и организаций, так и для отдельных пользователей. Развитие компьютерных технологий и широкое распространение сети «Интернет» открывает большие возможности для общения подростков и потенциала саморазвития школьников. Особое значение использование интернет-сети приобретает в связи с активным введением в образовательных организациях элементов медиаобразования.

При этом легкость и высокая скорость доступа к данным при помощи Интернета сделали угрозы безопасности, а именно явления хищения информации, вредоносные компьютерные вирусы, отказы и сбои аппаратуры, значительными [1]. Школьники, воспринимая и применяя Интернет как один из главных источников информации, должны понимать, что в сети существует угроза встретиться и с негативной, агрессивной и вредоносной информацией [2]. Зачастую обучающиеся, не владеющие знаниями информационной безопасности, могут стать жертвой мошенников или зрителями ненужной информации, которая навредит психологическому развитию, становлению и совершенствованию функциональных систем и личностных качеств ребенка [3].

В связи с существенным возрастанием числа школьников, активно использующих Интернет, проблемы информационной безопасности являются актуальными и должны находиться в поле зрения не только специалистов, чей профессиональный функционал направлен на исключение опасностей в сфере хранения и обмена информацией, защиту населения от возможных хакерских атак и потери конфиденциальной информации личного характера, но также и педагогического состава образовательных организаций, обязанностью которых должны являться вопросы повышения информационной грамотности обучающихся и культуры медиабезопасности [4]. В частности, на уроках основ безопасности и защиты Родины (ОБЗР) функционал педагога по предмету может включать деятельность по ликвидации пробелов, актуализации знаний и формированию цифровых компетенций обучающихся. В рамках обучения информационной безопасности на уроках ОБЗР школьники знакомятся с основными правилами безопасности общения в сети, умению распознавать дезинформацию и определять достоверную, ответственно относиться к своим действиям в интернет-сети.

Целью работы является предложение инновационного подхода по формированию навыков информационной безопасности у обучающихся на уроках основ безопасности и защиты Родины.

**Материал и методы.** С целью определения уровня знаний информационной безопасности у обучающихся образовательных организаций, было проведено тестирование. В опросе участвовали 119 исследуемых 5–9 классов общеобразовательных школ Сыктывкара, Усинска и Сыктывдинского района Республики Коми: МБОУ «СОШ №5», МБОУ «СОШ №4 с углубленным изучением отдельных предметов», МБОУ «СОШ №1» и МАОУ «Лицей» г. Усинск; МАОУ «СОШ №18», МАОУ «СОШ №12 имени Олега Кошевого», МАОУ «Гимназия имени А.С. Пушкина» г. Сыктывкара и МБОУ "Вьльгортская средняя общеобразовательная школа № 2" имени В. П. Налимова (Сыктывдинский район Республики Коми).

Составленный тест на выявление уровня знаний информационной безопасности у детей школьного возраста основан на работах Г. А. Пуртовой (тест «Безопасный интернет»), А. В. Вороновой (мини-тест для учащихся по интернет-безопасности), К. Ю. Полякова и Е. А. Ерёмкина (тест «Информационная безопасность»), Т. С. Власовой (тесты для обучающихся 3–4 классов по вопросам кибергигиены и кибербезопасности) и позволяет выявить пробелы в знаниях школьников и впоследствии принять меры по их устранению. Составленный нами тест «Знания по информационной безопасности» включал 20 вопросов, тест оформлен в Google-формах.

Ответы на вопросы теста продемонстрировали принятые обучающимися правила поведения в интернете, позволили оценить их знания в области информационной безопасности.

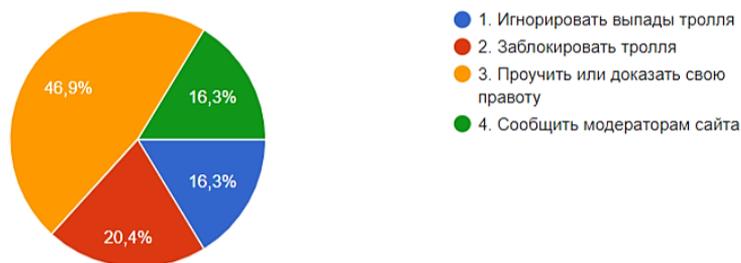
**Результаты и обсуждение.** Тестирование школьников показало следующее. 98 % респондентов знают, что вирусом является компьютерная программа, нарушающая работу других программ, и 85 % опрашиваемых школьников верно определили понятие «антивирусная система», указав в ответах, что это программа для обнаружения компьютерных вирусов, а также нежелательных программ и восстановления зараженных такими программами файлов. Большая часть (75 %) обучающихся считают влияние информации из сети «Интернет» и СМИ как положительным, так и отрицательным фактором. В 12,2 % случаев респонденты выражают мнение о положительном влиянии информации, и лишь менее 2 % считают его отрицательным.

При определении понимания школьниками достоверности информации в различных интернет-источниках выяснилось, что 87,8 % опрошенных стараются перепроверять ее, поскольку считают, что не вся информация, размещенная где бы то ни было, достоверна и полезна. Менее 10 % тестируемых полагают, что смело можно доверять информации, размещенной на «надежных» сайтах.

Опрос школьников выявил достаточно высокий уровень осведомленности и навыков составления надежного пароля для компьютера: подростки знают о недопустимости использования в составе пароля своего имени, года рождения, последовательности цифр и только числовых символов, о требовании применения сложных комбинаций с чередованием строчных и прописных букв, цифр и знаков, поэтому почти 90 % обучающихся правильно определили и выбрали самый надежный пароль из предложенных вариантов.

Среди тестируемых лишь 20,4 % знают, как надо действовать при встрече в информационной среде со спамом, а именно о первоочередной установке блокировки с последующим обращением к модераторам.

Одной из проблем виртуального общения молодежи является форма социальной провокации или издевательства. Почти 50 % опрашиваемых дали неверный ответ (рис. 1), указывая на необходимость доказывать свою правоту при троллинге, что является ошибочным, поскольку тролливший как раз этого и добивается от вступивших с ним в контакт. Возрастные психологические особенности подростков вызывают их стремление отстаивать свою правоту во что бы то ни стало, что может стать весомым фактором вовлечения пользователя интернет-сети в ситуацию троллинга и несанкционированного проникновения тролливших к персональным данным пользователя.



**Рис. 1.** Варианты действий при столкновении с интернет-троллем в Сети

При опросе школьников о безопасности передачи персональных данных, в частности, какие данные можно сообщать по электронной почте или через социальные сети и мессенджеры, в 73.5 % случаев учащиеся верно ответили на поставленный вопрос, однако остальные 26.5 % участников опроса ответили неверно (рис. 2). При этом тестируемые заблуждались в формировании компетентного ответа: одни уверяли, что можно передавать лишь свою фамилию, не указывая паспортные данные, другие считали возможным сообщать сторонним лицам номера банковских карт.

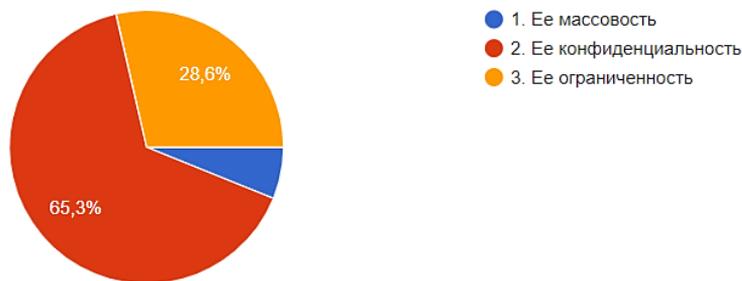


**Рис. 2.** Варианты ответов школьников на вопрос «Какие данные можно передавать в информационной среде?»

Почти 90 % (87.8 %) обучающихся знают о том, что не следует доверять письму в электронной почте от неизвестного источника, так как за ним могут скрываться кибер-тролли или злоумышленники.

Вопрос в тесте о способе защиты пользователя интернета и его окружения от нежелательного контента в информационной среде выявил, что участники опроса в 60 % случаев владеют правилом информационной безопасности. Они отмечают, что для защиты персональной информации и компьютера от информационного терроризма необходимо установить антивирус, использовать безопасный поиск в браузере и безопасный режим в социальных сетях, что защитит пользователя и его персональные данные и не позволит столкнуться с нежелательным контентом. К тому же школьники знают, что не следует отвечать или переходить по ссылке из письма от неизвестного респондента, поскольку это угрожает безопасности и ведет к несанкционированному распространению персональных данных. Обучающихся также опрашивали о возможности предоставления неофициальному сайту своего номера телефона с целью получения на него кода с подтверждением, и более 80 % респондентов ответили, что не следует отправлять свой номер, если вы не доверяете данному сайту.

По результатам опроса школьников выявлено, что более 65 % обучающихся знают об обеспечении конфиденциальности информации для максимальной ее защиты (рис. 3).



**Рис. 3.** Факторы защиты информации (по мнению респондентов)

Большинство школьников (77.6 %) указывают, что слабым звеном в системе защиты является человек: люди наиболее уязвимы в данной системе, так как в компьютерной программе риск появления любой ошибки крайне мал. Разыгранная школьникам игровая ситуация, провоцирующая участников перейти по ссылке письма, что могло повлечь за собой хищение личной информации пользователя, показала осведомленность школьников в области информационной безопасности. Об этом свидетельствовал выбор правильного поведения и верных действий в 71.4 % случаев среди всех участников игровой ситуации (рис. 4).



**Рис. 4.** Действия, совершаемые при получении ссылки, по результатам теста

Во время тестирования школьникам была предложена ситуация небезопасного пользования мобильным телефоном, в частности установка приложения обработки фотографий с доступом к СМС-сообщениям и к телефонной книге абонента, на которую более 1/5 участников отреагировали спокойно, не подозревая о возникшей опасности в сфере интернет-пользования, и согласились с разрешением доступа устанавливаемого приложения к телефонным контактам, что предоставило бы возможность злоумышленникам использовать полученные сведения в корыстных целях. Рассматриваемая ситуационная задача и её решение некоторыми школьниками (более 22 % случаев) свидетельствовали о низком уровне осведомленности обучающихся по этому вопросу кибербезопасности.

Школьники 5–9-х классов, принявших участие в тестировании, демонстрировали средний уровень знаний теоретического материала в области информационной безопасности, что свидетельствует об уровне киберкультуры молодого поколения: школьники понимают, какие действия необходимо совершать при попытке мошенников добыть личную информацию пользователей в информационной сфере.

Полученные результаты опроса обучающихся об основах защищенности в информационной среде позволяют сделать важное заключение: наличие теоретических знаний по данной теме является неотъемлемой частью обучения. При этом теоретические сведения имеют более высокую ценность в совокупности с отработкой и воспитанием практических навыков киберкультуры: комплексный подход позволяет школьникам не только понимать принципы безопасности информации, но и уметь применять их в реальных ситуациях, что является ключевым моментом в обеспечении безопасности в современном мире информационных технологий.

Формирование у обучающихся практических умений безопасной информационной навигации диктует необходимость внедрения в образовательный процесс интерактивных технологий и VR-программ, направленных на повышение уровня киберкультуры школьников: навыков распознавания явлений троллинга и компьютерного шпионажа, опасных сайтов, способов безопасного взаимодействия с участниками компьютерных общений, умения распознавать несанкционированный перехват данных внутри сети. В частности, ученики могут изучать основные виды интернет-угроз, такие как вирусы, фишинг, мошенничество и другие методы атак на компьютерные системы. Необходимо изучение основных принципов защиты персональной информации, правил безопасного поведения в сети интернет, основных правил работы с электронными устройствами, практических основ создания надежных паролей, умения шифрования информации и управления учетными записями и настройками конфиденциальности. Важно, чтобы ученики понимали, какие действия могут угрожать их безопасности в сети и какими способами можно защитить себя от этих угроз. Обучение должно стать неотъемлемой частью учебного процесса, чтобы подготовить молодежь к безопасной навигации в цифровом мире. Формирование практических навыков информационной безопасности на уроках ОБЗР наряду с практическими занятиями по информатике поможет детям осознать важность сохранения конфиденциальности своих данных, личной информации, а также разовьет у них навыки самозащиты в цифровом мире. Такие занятия помогут им быть более осмотрительными и ответственными пользователями интернета и защитят их от потенциальных угроз в сети.

Формирование практических навыков осуществлялось посредством применения различных ситуационных задач, в ходе решения которых у школьников отрабатывались практические навыки в области информационной безопасности. Разработкой тематики ситуационных задач может заниматься сам учитель, исходя из настоящей статистики несчастных случаев и проблем, с которыми сталкиваются люди в обыденной жизни. Положительным моментом самостоятельного создания пакета практических задач и материалов контроля является их индивидуальность и неповторимость, что побуждает учащегося к самостоятельному поиску ответа на задачи, способствует развитию критического мышления без использования интернет-источников.

Примером ситуационных задач, которые можно использовать как шаблон для создания других задач, могут стать следующие:

**Задача 1.** В один из дней на вашу электронную почту приходит письмо со следующим текстом: «Для продолжения работы в мессенджере «ВКонтакте» подтвердите, что вы являетесь настоящим пользователем «ВКонтакте», перейдя по ссылке <https://vvvkkk.com/id2555265>.

Вопрос: безопасен ли будет переход по ссылке с точки зрения информационной защиты? Почему? Аргументируйте свой ответ.

**Задача 2.** В гипермаркете вам понравилось пальто по очень высокой стоимости. Зная, что есть возможность покупки товаров по приемлемым ценам, вы решаете поискать похожее пальто в интернет-магазине. Подключаетесь к одной из обнаруженных откры-

тых сетей Wi-Fi и, зайдя на первый попавшийся сайт, находите там такое же пальто, но по стоимости существенно ниже, чем в гипермаркете. Поэтому вы решаете оформить онлайн-покупку, при этом вводите номер своей банковской карты и трехзначный код на оборотной стороне карты.

Вопрос: поясните, какие ошибки совершены вами? Какие негативные последствия могут возникнуть в связи с совершенным вами поступком?

**Задача 3.** Вашему приятелю на электронную почту пришло сообщение от службы безопасности социальных сетей с информацией о том, что его аккаунт пытались взломать. В сообщении вашему приятелю рекомендовано перейти по ссылке в письме, чтобы подтвердить персональные данные. Не обращая внимания на подозрительное название отправителя, ваш приятель переходит по ссылке, после чего появляется стартовая страница социальных сетей, куда ваш приятель вводит свой логин и пароль. После совершенных действий с аккаунта вашего приятеля начинают рассылать письма его друзьям довольно странного содержания, а вместо его фотографий появляются непонятные картинки.

Вопрос: приведите список ошибок, которые совершил ваш приятель. Каким образом можно избежать ситуации, в которой он оказался? Составьте рекомендации для ребят, которые столкнулись с похожей проблемой.

**Заключение.** Составление педагогом индивидуальных заданий для учащихся позволит им не только закрепить знания в области кибербезопасности, но и на практике применить их. Это поможет обучающимся лучше понять важность безопасного поведения в интернете и научиться самостоятельно принимать правильные решения.

Кроме того, повышение культуры информационной безопасности обучающихся, их заинтересованности в овладении знаниями безопасного пребывания в информационном пространстве может быть достигнуто увеличением времени учебных либо внеурочных занятий по предмету ОБЗР, что будет способствовать формированию цифровой грамотности учащихся. Наряду с этим немаловажным моментом образовательного процесса является информирование и привлечение родительской и педагогической общественности к проблеме безопасности детей в цифровом пространстве.

Современные реалии указывают на эффективность массовых уловок мошенников в медиапространстве, что требует формирования информационной культуры населения и в большей степени практических навыков распознавания и предупреждения негативных последствий. Современные форматы педагогических технологий, обеспечивающие становление информационной культуры обучающихся, такие как ситуационные задачи, создание видеороликов, использование мультимедиа, практикум определения информационных угроз и создания безопасных паролей, апробирование создания методов проверки подлинности (умение усложнять проверки для повышения безопасности), будут способствовать формированию грамотности подростков. Профилактическая работа педагогов к тому же предполагает организацию проектной деятельности современных школьников по вопросам кибербезопасности, комплексное взаимодействие с представителями межведомственных организаций соответствующего профиля деятельности, а также привлечение обучающихся к созданию стартапов в образовательной среде по становлению компетенций и практических навыков информационной безопасности.

#### Список источников

1. Беленов Н. В., Самсонова О. С. Формирование навыков информационной безопасности в сети Интернет у обучающихся 5–9 классов // Проблемы науки. 2015. № 7 (37). С. 54–57. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-navykov-informatsionnoy-bezopasnosti-v-seti-internet-u-obuchayushchihya-5-9-klassov> (дата обращения: 13.03.2025).

2. Шаньгин В. Ф. Информационная безопасность. М.: ДМК Пресс, 2014. 702 с.
3. Бойков А. Е. Система информационной безопасности школьников как важный элемент процесса сохранения культурного наследия // Природное и культурное наследие: междисциплинарные исследования, сохранение и развитие (Коллективная монография по материалам VII Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, РГПУ им. А. И. Герцена, 24–25 октября 2018 года). СПб.: Изд-во Российского государственного педагогического университета имени А. И. Герцена, 2018. С. 102–104.
4. Березкина К. Ф., Тимошкина Е. В. Информационная безопасность // Аграрная наука — инновационному развитию АПК в современных условиях : материалы Всерос. науч.-практ. конф. Ижевск: Изд-во Ижевской государственной сельскохозяйственной академии, 2013. Т. 2. С. 244–248.

## References

1. Belenov N. V., Samsonova O. S. Formation of information security skills on the Internet among students in grades 5–9. *Problemy nauki* [Problems of Science]. 2015. No 7 (37). Pp. 54–57. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-navykov-informatsionnoy-bezopasnosti-v-seti-internet-ubuchayuschih-sya-5-9-klassov> (accessed: 13.03.2025). (In Russ.)
2. SHan'gin V. F. *Informacionnaya bezopasnost'* [Information security]. Moscow: DMK Press, 2014. 702 p. (In Russ.)
3. Bojkov A. E. The information security system for schoolchildren as an important element of the process of preserving cultural heritage. *Prirodnoe i kul'turnoe nasledie: mezhdisciplinarnye issledovaniya, sohranenie i razvitie* [Natural and cultural heritage: interdisciplinary research, conservation and development] (Collective monograph based on the materials of the VII International Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, A. I. Herzen Russian State Pedagogical University, October 24-25, 2018). St. Petersburg: Publishing House of the Russian State Pedagogical University named after A. I. Herzen, 2018. Pp. 102–104. (In Russ.)
4. Berezkina K. F., Timoshkina E. V. Information security. *Agrarnaya nauka — innovacionnomu razvitiyu APK v sovremennykh usloviyah : materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Agrarian science — innovative development of agriculture in modern conditions : materials of the All-Russian scientific and practical conference]. Izhevsk: Publishing House of Izhevsk State Agricultural Academy, 2013. Vol. 2 Pp. 244–248. (In Russ.)

### **Информация об авторах**

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

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

### **Information about the authors**

**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)

**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)

Статья поступила в редакцию / The article was submitted	20.03.2025
Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing	25.03.2025
Принята к публикации / Accepted for publication	31.03.2025

**К 80-летию Великой Победы**  
**On the 80th anniversary of the Great Victory**

*Историческая справка / Historical reference*

УДК 913.908. (091)

<https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-71>

**Военные биографии преподавателей Коми государственного педагогического  
института А. Ф. Худяева и Л. И. Цвеленьева**

**Владимир Иванович Силин**

Институт языка, литературы и истории Коми НЦ УрО РАН, сектор историко-демографических  
и историко-географических исследований Российского Севера, Сыктывкар, Россия, [silinv@rambler.ru](mailto:silinv@rambler.ru)

**Аннотация.** *Статья посвящена жизни и боевому пути преподавателей Коми государственного педагогического института Александра Федоровича Худяева и Леонида Александровича Цвеленьева. В статье описываются биографические данные героев и военный путь подразделений, в которых они служили. А. Ф. Худяев похоронен в Венгрии, Л. А. Цвеленьев покоится на Карельском перешейке.*

**Ключевые слова:** *Великая Отечественная война, Александр Федорович Худяев, Леонид Александрович Цвеленьев, Сыктывкар, география, зоология, Коми госпединститут*

*Статья написана в рамках выполнения государственного задания по теме НИР «Государственная политика развития Европейского Севера России: актуальные проблемы социально-политической, экономической, социокультурной и демографической истории в XVI–XX в.», FUUU-2025-0026.*

**Для цитирования:** Силин В. И. Военные биографии преподавателей Коми государственного педагогического института А. Ф. Худяева и Л. И. Цвеленьева // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Естествознание. Медицина. 2025. № 2 (34). С. 71–83. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-71>

**Military biographies of teachers of the Komi State Pedagogical Institute**  
**A. F. Khudyaev and L. I. Tsvelenyev**

**Vladimir I. Silin**

Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Institute of Language,  
Literature and History, Sector of Historical-Demographic and Historical-Geographical Research  
of the Russian North, Russia, Komi Republic, Syktyvkar,  
[silinv@rambler.ru](mailto:silinv@rambler.ru)

**Abstract.** *The article is devoted to the life and military path of teachers of the Komi State Pedagogical Institute Alexander Fedorovich Khudyaev and Leonid Aleksandrovich Tsvelenyev. Despite the fact that they were drafted in Syktyvkar, their military path took place on different fronts and they participated in different battles. The article describes the biographical data of the heroes and the path of the units in which they served in the war. A.F. Khudyaev is buried in Hungary, L.A. Tsvelenyev rests on the Karelian Isthmus.*

**Keywords:** *The Great Patriotic War, Alexander Fedorovich Khudyaev, Leonid Alexandrovich Tsvelenyev, Syktyvkar, geography, zoology, Komi gospedinstitut.*

*The article was written as part of the state assignment on the topic of research "State policy for the development of the European North of Russia: actual problems of socio-political, economic, socio-cultural and demographic history in the XVI–XX centuries", FUUU-2025-0026.*

**For citation:** Silin V. I. Military biographies of teachers of the Komi State Pedagogical Institute A. F. Khudyaev and L. I. Tsvelenyev. *Vestnik Syktyvkarского университета. Seriya 2: Estestvoznaniye. Medicina* =

80 лет жил полной жизнью Коми государственный педагогический институт (КГПИ). Много тысяч прекрасных учителей вышло из его стен. Как и у любой производственной структуры, жизнь института была неразрывно связана с жизнью страны.

Когда началась Великая Отечественная война, сотни студентов и преподавателей ушли на фронт, кто по призыву, кто добровольно. Очень многие не вернулись. Большая работа была проведена работниками музея КГПИ под руководством Леонида Александровича Жданова по сбору и публикации материалов о жизни и участии в войне студентов и преподавателей [1]. Но со временем появляются новые технические возможности проследить военный путь многих участников боев.

Не вернулись с войны четверо молодых преподавателей естественного факультета: И. Б. Борозденко, Н. И. Нечаев, А. Ф. Худяев и Л. А. Цвеленьев. Первые короткие упоминания об их гибели были опубликованы в книге А. Я. Зильберга [2]. Затем на основе личных дел их биографии были опубликованы в книге В. И. Силина [3]. В 2015 г. их судьбы описаны в работе Л. А. Жданова и Н. В. Захаровой [1].

Мы попробовали восстановить боевой путь молодых преподавателей, не пришедших с войны. Военные судьбы Б. И. Борозденко и Н. И. Нечаева были опубликованы в материалах краеведческой конференции [4]. Ниже изложены военные биографии А. Ф. Худяева и Л. А. Цвеленьева.

### **Александр Федорович ХУДЯЕВ**

Александр Федорович Худяев родился 05.09.1906 г. в с. Вильгорт в крестьянской семье. В 1920 г. окончил начальную школу, после чего поступил в Сыктывкарскую школу 2-й ступени. В 1922 г. из-за материальных затруднений оставил дальнейшую учебу и до 1928 г. работал в своем хозяйстве.

После двух лет службы в РККА поступил на годичные курсы по подготовке в вуз при Коми облоно, одновременно работал в канцелярии треста "Комилес". С 1931 по 1936 г. учился на геолого-почвенно-географическом факультете ЛГУ, где специализировался по экономической географии. Деканами факультета во время учебы А. Ф. Худяева был известный геоморфолог Яков Самойлович Эдельштейн. На кафедре экономической географии преподавали Виктор Морицович Штейн, Владимир Эдуардович Дэн, Генрих Александрович Мебус и др.

По окончании университета с 1936 г. по февраль 1939 г. преподавал географию в Сыктывкарском педучилище. С ноября 1938 г. по совместительству, а с февраля 1939 г. — на основной работе в КГПИ (рис. 1).

В приказе 21 от 28 февраля 1938 г. говорится: «Ст. преподавателю географии т. Худяеву А. Ф. с 1 января 1939 г. установить зарплату в размере 1 ставки — 600 рублей в месяц».

В начале войны издается другой приказ (от 25 августа 1941 г.): «Старшего преподавателя географии Худяева А. Ф. считать выбывшим из штата с 23.08.41 г. по мобилизации в РККА».

А. Ф. Худяев начал службу в 33-м запасном стрелковом полку 29-й запасной стрелковой дивизии, который дислоцировался в г. Архангельске.

Участвовал в боевых действиях на Южном, 3-м и 4-м Украинских фронтах.

В составе подразделения сначала 76-го укрепрайона (воинские подразделения, предназначенные для обороны какого-либо объекта или территории, но часто использовались как пехотные части) принимал участие в боях за Сталинград, Ростов.

Во главе 76-го укрепленного района с момента формирования 24 апреля 1942 г. по 1 ноября 1943 г. стоял комендант-полковник Пётр Иванович Саксеев. В 1943 г. 24 декабря 24-я дивизия, которой он командовал в составе 28-й армии, вела бои по ликвидации Никопольского десанта противника на левом берегу Днепра в районе Лепетиха. В ходе этих боев 14 января 1944 г. генерал-майор П. И. Саксеев погиб. Похоронен в г. Мелитополе.

При переформировании подразделения 76-го укрепрайона вошли в состав 1-го гвардейского укрепрайона.

С 29 декабря 1943 г. комендантом 1-го гвардейского укрепленного района назначен гвардии полковник Сергей Иванович Никитин. Солдаты этого подразделения в 1943 г. воевали за г. Таганрог. 13 сентября 1943 г. 1-й гвардейский укрепленный район из состава 44-й армии вошёл в состав 28-й армии и в последующем принимал участие в Нижнеднепровской операции. Начались бои за Донбасс.



**Александр Федорович Худяев**

**Рис. 1.** С групповой фотографии. Музей КГПИ



**Рис. 2.** С сайта: 80-летие  
Сталинградской битвы

(URL: <https://www.polkrf.ru/veterans/xudyaev-aleksandr-fedorovic-673906> (дата обращения: 23.03.2025))

В начале ноября 1-й укрепрайон был подчинен 51-й армии под командованием Я. Г. Крейзера. С 15 ноября 1943 г. 1-й гвардейский укрепленный район перешёл в резерв 4-го Украинского фронта, а 51-я армия начала подготовку к Крымской наступательной операции. 13 марта соединения 28-й армии освободили г. Херсон. В этот же день 1-й гвардейский укрепленный район получил приказ форсировать Днепровский лиман.

Во второй половине ночи 14 марта 1944 г. отряды 8-го и 9-го гвардейских ОПАБ (отдельный пулеметно-артиллерийских батальонов) 1-го гвардейского укрепрайона форсировали Днепровский лиман в районе Широкая Балка и, развивая наступление, овладели селами Софиевка, Александровка, г. Станиславом.

Как проходили бои под г. Николаевым, можно видеть из следующего описания: *«Овладев одним из опорных пунктов противника в селе Широкая Балка, части укрепленного района завязали бои на подступах к Николаеву. Под покровом темноты 24 марта*

1944 г. командир 2-й арт 9-го гвардейского оапб гвардии старший лейтенант М. Н. Серогодский снова осуществил решительный и смелый обходной манёвр. Увлекая за собой роту, он проник в тыл противника и навязал штыковой бой, ворвавшись в линию траншей. Получив ранение, командир роты продолжал вести огонь и удерживать занятую позицию, обеспечивая прорыв остальных подразделений батальона. Продвигающиеся с затажными боями подразделения 9-го гвардейского оапб были остановлены огнём ДОТа. Под покровом темноты 26 марта 1944 г. входящий в группу обеспечения гвардии рядовой Трухинов провёл штурмовую группу через минное поле и земляным мешком прикрыл амбразуру ДОТа, чем способствовал уничтожению гарнизона вражеской огневой точки штурмовой группой 9-го оапб». За отличие в боях по освобождению г. Николаева 1-му гвардейскому укрепленному району и 384-му обмп присвоено почётное наименование «Николаевский».

За образцовое выполнение задания командования по освобождению г. Очакова и проявленную при этом доблесть и мужество 1-й гвардейский Николаевский укрепленный район награжден орденом Красного Знамени.

20 августа 1944 г. штабом 1-го гвардейского НКУР был получен приказ о форсировании Днестровского лимана и начале наступления. 22 августа 1944 г. г. Белгород-Днестровский был полностью очищен от противника.

К началу октября 1944 г. гарнизон 1-го гвардейского укрепрайона в полном составе сосредоточился в г. Фердинанде, затем вошел на территорию Югославии, где принял участие в Белградской наступательной операции.

10 октября 1944 г. подразделения 9-го гвардейского ОПАБ повели наступление на г. Княжевац и при поддержке югославских партизан соединились с наступающим 10-м гвардейским ОПАБ, окружив и уничтожив противника, обороняющего город. К исходу дня г. Княжевац был полностью очищен от врага.

Сохранился наградной лист на А. Ф. Худяева, в котором он представлен к ордену Славы 3-й степени, но в левом верхнем углу под неразборчивой подписью стоит пометка «За отвагу» и описан его подвиг [URL: [https://pamyat-naroda.ru/heroes/podvig-chelovek\\_nagrazhdenie41283572](https://pamyat-naroda.ru/heroes/podvig-chelovek_nagrazhdenie41283572) (дата обращения: 23.03.2025)]: «...Гвардии сержант Худяев, командир отделения станкового пулемета. В боях за овладение г. Княжевец (так записан город в донесении. — В. С.) 10 октября 1944 г. своим расчетом уничтожил две огневых пулеметных точки противника с 11 немцами. Преодолевал быстро и умело проволочное заграждение и в числе первых вышел на окраину города, где занял огневую позицию и поддерживал своим огнем нашу наступающую роту. Гвардии сержант Худяев достоин правительственной награды ордена «Славы 3 степени» / 12 октября 1944 г. Командир отдельного гвардейского пулеметно-артиллерийского батальона капитан Еременко» (рис. 3).

В Интернете находим приказ войскам 57-й армии по награждению от 15 ноября 1944 г.: «Наградить сержанта Худяева Александра Федоровича, командира отделения станкового пулемета 1-го Гвардейского Николаевского краснознаменного укрепрайона. Командующий войсками 57 армии генерал-лейтенант Шарохин. 06.11. 1944 г.» [URL: [https://pamyat-naroda.ru/heroes/memorial-chelovek\\_pechatnoi\\_knigi\\_pamyati404649939](https://pamyat-naroda.ru/heroes/memorial-chelovek_pechatnoi_knigi_pamyati404649939) (дата обращения: 23.03.2025)].

Продвигаясь в составе 68-го корпуса, части 1-го гвардейского НКУР с боями вошли на территорию Венгрии и к 22 декабря 1944 г. перешли в подчинение 21-го стрелкового корпуса 4-й гвардейской армии.

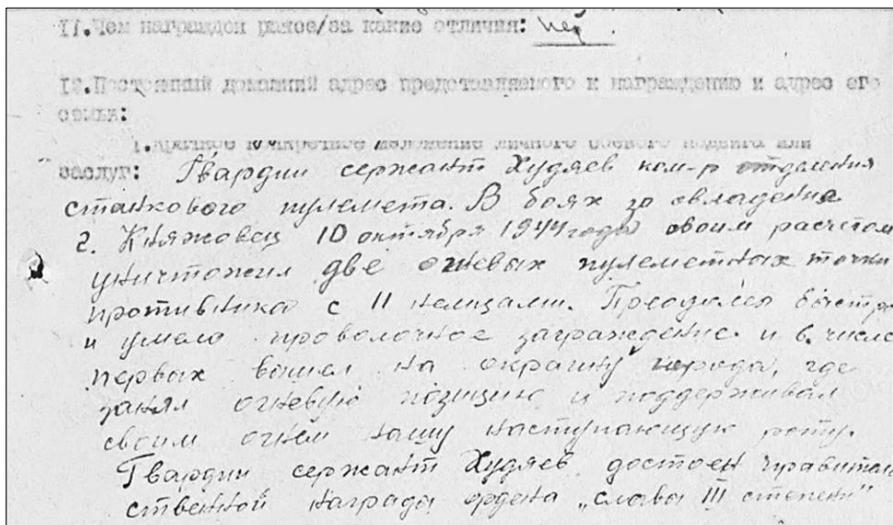


Рис. 3. Описание подвига в донесении командира

С 1944 г. 57-я армия вела бои на территории Болгарии, Сербии, Венгрии. Венгрия тогда воевала на стороне Гитлера. Бои шли сложные, несмотря на то, что было понятно, что немцы проиграли, враг не сдавался, и в этих боях в конце войны полегло много наших бойцов. 9 марта, ровно за два месяца до победы, погиб наш земляк.

В Книге Памяти Республики Коми читаем: «Призван 23.08.1941 г., гв. сержант, ком. станкового пулемета. Служил в 1 гв. укр. районе, 9 ОГПАБ (отдельный гвардейский пулеметно-артиллерийский батальон). Погиб в бою 09.03.1945 г. в Венгрии» на высоте 126, северо-восточнее с. Шерегейеш (Seregélyes).

За этими короткими фразами стоит колоссальное событие. В историю Великой Отечественной войны бои с 6 по 15 марта вошли под названием «Балатонская оборонительная операция» — последняя оборонительная операция Красной армии в этой войне. По значимости эта операция сравнивается со Сталинградской и Курской битвами (рис. 4). В ходе сражения наши войска силами 3-го Украинского фронта при участии 1-й Болгарской и 3-й Югославской армии в районе озера Балатон отражали удар громадной группировки немецких войск под названием «Весеннее пробуждение». Гитлер сосредоточил на этом участке многочисленные войска, в том числе бронетанковые. Советские войска успели подготовиться к сражению. К его началу части 3-го Украинского фронта построили 1500 км оборонительных сооружений, выкопали 2400 км траншей и окопов, установили 250 тысяч противотанковых и пехотных мин. Все это было сделано в зимних условиях и под артиллерийским огнем противника.

Главный удар немецкие войска нанесли 6 марта в 8 часов 40 минут. 6-я танковая армия СС и 6-я полевая армия перешли в наступление на участке 4-й гвардейской и 26-й армий 3-го Украинского фронта. На некоторых участках фронта шириной 1,5–2 км в атаках одновременно участвовали до 70 танков и штурмовых орудий. К концу дня немцы продвинулись на 4 км и овладели пунктом Шерегейеш. Бойцы Красной армии оказывали ожесточенное сопротивление.

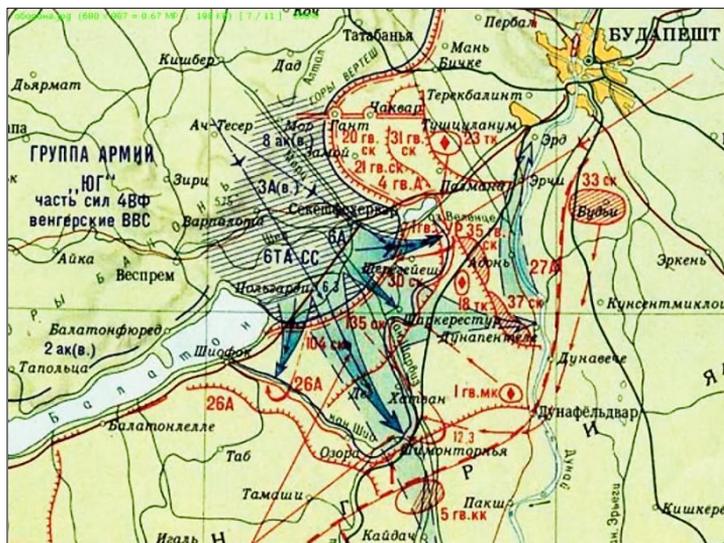


Рис. 4. Балатонская операция

Утром 8 марта немецкое командование ввело в сражение основные силы. 9 марта А. Ф. Худяев погиб в бою.

За 10 дней жестоких боев с применением тяжелых и средних танков «Тигр II», «Пантера» 6 танковой армии СС удалось вклиниться в оборону русских на глубину от 15 до 30 км. Наступление немцев захлебнулось и им не удалось прорваться к Дунаю. Понеся большие потери, 15 марта немецкие

войска прекратили наступление и перешли к обороне.

С русской стороны участвовало в сражении 465 000 человек, 6 800 орудий и миномётов, 400 танков и САУ, 700 самолётов. С немецкой стороны — 260 000 человек, около 6 000 орудий и миномётов, 877 танков и штурмовых орудий, 900 бронетранспортёров и около 850 самолётов.

Потери с советской стороны (3-й Украинский фронт) — 32899 человек, из них 8 492 безвозвратно.

Потери противника составили свыше 27 000 человек, более 300 орудий и миномётов, около 500 танков и штурмовых орудий, свыше 200 самолётов.

До победы оставалось 2 месяца.

Погибшие были захоронены в с. Шерегейш, мемориал расположен рядом со красивым старинным замком (рис. 5).

В Интернете приводится только один мемориал в селе (рис. 6.).



Рис. 5. Замок в с. Шерегейш



**Рис. 6.** Мемориал в с. Шерегейш

### **ЦВЕЛЕНЬЕВ Леонид Александрович**

Леонид Александрович Цвеленьев (рис. 7) проработал в КГПИ недолго, он так же, как и другие педагоги, подавал большие надежды, но судьба Родины потребовала и его жизнь. Родился он в феврале 1909 г. в г. Туле. Мать Леонида Александровича работала швеей на фабрике. Рабочую биографию Л. А. Цвеленьев начал в 13 лет учеником токаря на Тульском оружейном заводе, где проработал до 1928 г. Работа на производстве до учебы в университете в те годы было делом обычным.

Окончив в 1929 г. курсы инструкторов физкультуры, работал председателем бюро физкультуры на заводе.

В 1930 г. в составе комсомольской "1000" Леонид Александрович пошел на курсы подготовки в вуз, тогда такие курсы назывались «рабфак», а после их окончания, в 1931 г., поступил на биологический факультет Московского государственного университета (МГУ). В 1931 г. вступил в ряды ВКП(б). После годичного перерыва в учебе Л. А. Цвеленьев окончил университет в 1937 г.

В автобиографии Л. А. Цвеленьев пишет: «В 1934 г. в связи с наложением партийного взыскания декан биологического факультета, ныне разоблаченный враг народа, исключил меня из числа студентов». Этим деканом была Анна Марковна Быховская (1901–1996) [URL: [https://cyclowiki.org/wiki/Анна\\_Марковна\\_Быховская](https://cyclowiki.org/wiki/Анна_Марковна_Быховская) (дата обращения: 23.03.2025)].

Прервав учебу, Леонид Александрович уехал на Алтай, где работал в Алтайском заповеднике научным работником и заместителем директора по научной работе. На сайте Алтайского заповедника отмечается: «Цвеленьев А. А. (Л. А.?) работал в заповеднике в середине 1930-х годов. Орнитолог научного отдела 1932–35-х гг. Изучал рябчика, кедровку» [URL: <https://www.altzapovednik.ru> (дата обращения: 23.03.2025)].



**Рис. 7.** С групповой фотографии.  
Музей КГПИ



**Рис. 8.** С сайта: Память народа  
(URL: <https://pamyat-naroda.ru>  
(дата обращения: 23.03.2025))

**Леонид Александрович Цвеленьев**

В 1938 г. выходит первый выпуск Трудов Алтайского заповедника, в котором публикуется статья Л. А. Цвеленьева «Материалы по питанию рябчика на Алтае», посвященная исследованию корма птиц на территории Алтайского заповедника [5]. Статья опирается на большой фактический материал, в собрании которого принимал участие не только автор, но и другие исследователи: Л. Н. Бородин, В. В. Дмитриев, К. Я. Саулиэс. Работа показывает высокий исследовательский потенциал Л. А. Цвеленьева.

В 1935 г. Леонид Александрович восстановился в университете и окончил учебу в 1937 г.

После университета по путевке Наркомпроса он приехал в КГПИ, где был назначен ассистентом зоологии по кафедре биологии и одновременно выполнял обязанности завкафедрой. В 1938 г. был назначен старшим преподавателем, а в 1939 г. освобожден от обязанностей в связи с призывом в РККА.

Далее жизнь Л. А. Цвеленьева, судя по материалам, опубликованным в интернете, полна «белых пятен» и противоречий, требующих дальнейшего изучения.

Приведем те материалы, которые удалось найти. Все они относятся к Леониду Александровичу Цвеленьеву, служившему в указанном в документах подразделении, но место призыва и место рождения указаны разные.

За бои по разгрому Езерищенской группировки под г. Могилевым в составе 6-й гвардейской армии Л. А. Цвеленьев был награжден орденом Красной Звезды. В интернете сохранился наградной лист на старшего лейтенанта Леонида Александровича Цвеленьева, время поступления на службу 23.07.1941; место призыва: Ленинский РВК, Украинская ССР, Киевская обл., г. Киев, Ленинский р-н; воинское звание на момент награждения: ст. лейтенант; место службы: 1263 сп 381 сд 83 ск 6 гв. А; чем награждён: орден Красной Звезды; дата совершения подвига: 09.11.1943 [URL: <https://poisk.re/awards/20581012> (дата обращения: 23.03.2025)].

В справке о потерях приводятся следующие сведения: «Фамилия, имя, отчество: Леонид Александрович Цвеленьев. Дата рождения военнослужащего: \_\_.\_\_.1909. Место рождения: Новосибирская обл., г. Сталинск, ул. Куйбышева, 12. Место призыва: Черночерский ГВК, Красноярский край. Воинское звание: ст. лейтенант. Причина выбытия: убит. Дата выбытия: 10.06.1944; место службы: 381 сд.» [URL: <https://poisk.re/loss/4482038> (дата обращения: 23.03.2025)].

Третья справка: «Фамилия, имя, отчество: Леонид Александрович Цвеленьев. Дата рождения военнослужащего: 23.02.1909. Место рождения: Тульская обл., г. Тула. Воинское звание: ст. лейтенант. Дата начала службы: \_\_.\_\_.1933. Части и подразделения: Калининский фронт. 1263 сп 381 сд.» [URL: <https://poisk.re/person/officers/9386083> (дата обращения: 23.03.2025)].

Четвертая справка: «Старший лейтенант Л. А. Цвеленьев, агитатор 1263 стрелкового полка 381-й стрелковой дивизии убит в бою 10.06.1944 г.» (ЦАМО. Фонд 33. Описание 686044. Единица хранения 4125).

На сайте «Память народа» приведена фотография Леонида Александровича (рис. 8) и следующая информация: «Дата рождения: 23.02.1909. Место рождения: Новосибирская обл., г. Сталинск; Кемеровская обл.; Тульская обл., г. Тула. Место призыва: Черночерский ГВК, Красноярский край. Дата призыва \_\_.\_\_.1933. Воинское звание ст. лейтенант. Воинская часть 1263 стрелковый полк 381 стрелковой дивизии Калининский фронт. Место захоронения Карело-Финская ССР, Выборгский (Виипурский) р-н, д. Гвинкин, севернее 500 м; Ленинградская обл., д. Ханукий, северней 500 м».

Несмотря на указание различных мест рождения, сравнение двух фотографий (рис. 7 и 8) убедительно показывает, что это один и тот же человек.

Итак, Леонид Александрович служил в 1263 стрелковом полку, 381 стрелковой дивизии, 83 стрелковой бригаде 6 гвардейской армии. 381 дивизия была сформирована по приказу Народного комиссариата обороны 10.9.41 г. в г. Златоусте Челябинской области в составе 1259, 1261, 1263 стрелковых полков и других подразделений. Формирование закончено к 20.9.41 г. Командиром назначен полковник Архип Иванович Толстов (17.09.1941–01.03.1942).

18.11.41 г. дивизия железнодорожным транспортом прибыла на станцию Любим, где получила матчасть и вооружение.

17.12.41 г. прибыла на станцию Лихославль Калининской области и вошла в состав 39-й армии Калининского фронта. Первый бой дивизия приняла у д. Опалева (Клинский р-н). С 15 января 381 СД передана в состав 29-й армии, частям которой приказывалось отрезать и уничтожить Ржевскую группировку противника, не допустив её отхода на юг. В начале февраля немецкие войска перешли в контрнаступление против частей 29-й армии, 1-я танковая дивизия противника перерезала пути снабжения. С 5.02.42 г. 381-я дивизия оставила Афанасово, ведёт бои в окружении. Не хватало оружия, патронов, продуктов. Потери были очень большие. Всего из окружения вышло до 3 500 чел. Вышедшие из окружения части 381 СД заняли оборону в районе д. Семешня, д. Волосатики (Калининская область). Дивизия вела оборонительные бои на этом рубеже до июля 1942 г. В марте — мае 1942 г. дивизией командовал Василий Павлович Шульга (01.03.1942–23.05.1942).

В начале июля (2–23 июля) немцы проводили операцию «Зейдлиц» (рис. 9). В конце июня — начале июля 1942 г. дивизия вела ожесточённые бои с противником, который к этому времени сосредоточил 20-ю танковую дивизию. 05.07.1942 г. дивизия получает приказ прикрывать выход из боя 39-й армии, ведёт бои, попадает в окружение, из

которого, выполнив приказ, выходит в ночь на 18.07.42 г., и в районе г. Белый соединяется с частями 41-й армии. В это время в составе дивизии насчитывалось 582 человека.

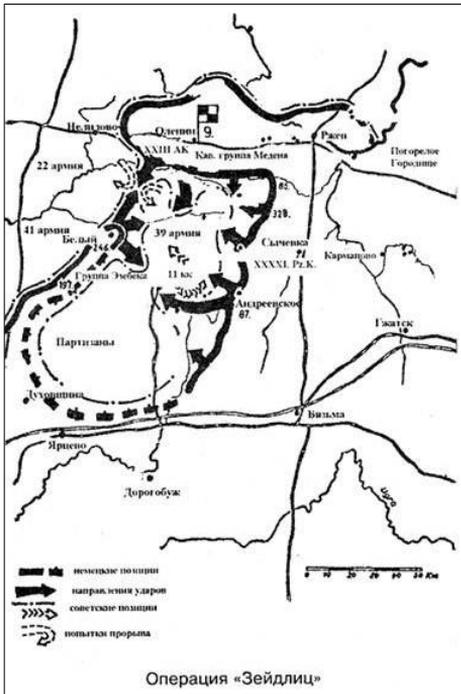


Рис. 9. Операция «Зейдлиц»

По разным оценкам, в Ржевской битве полегло более миллиона наших бойцов:

Я убит подо Ржевом,  
Тот ещё под Москвой.  
Где-то, воины, где вы,  
Кто остался живой?

Александр Твардовский.

В этих боях Леониду Александровичу Цвеленьеву удалось выжить.

С 26.07.1942 г. дивизия выводится на доукомплектование в район г. Череповца, получает пополнение личным составом и материальной частью. Доукомплектование закончено к 03.09.42 г. Командиром дивизии в это время был полковник Борис Семенович Маслов (01.05.1942–31.07.1943).

Численность дивизии после получения пополнения составила 10380 человек. В 1943 г. дивизия воюет на Калининском фронте, на Смоленщине. 20.10.43 г. в соответствии с приказом Ставки ВГК Калининский фронт

переименован в 1-й Прибалтийский фронт, в декабре 1943 г. дивизия сражается в составе 6-й гвардейской армии. После получения пополнения во 2-й половине 1943 г. дивизия участвовала в наступательных боях в Смоленской области в составе 3-й ударной армии, с октября 1943 г. — в составе 4-й ударной армии Калининского фронта. Принимает участие в Городецкой операции. Здесь Л. А. Цвеленьев был награжден за бои по разгрому Езерищенской группировки (под Могилевым) орденом Красной Звезды [1]. Сохранился наградной лист на Л. А. Цвеленьева, в котором описан его подвиг, из которого мы знаем, что он служил политруком: «...С начала наступательных действий полка 03.11.43 г. в районе Оболь участник всех боев, где непрерывно организовывал политинформацию, пропаганду героев части, в перерыве между боями обобщение опыта боев. В боях по разгрому Езерищенской группировки неоднократно действовал в составе боевых порядков, организовывал партийно-воспитательную работу, оказывал помощь командованию в управлении подразделениями. В боях за деревни Заборье, Пурыши, Селиваново неоднократно выделялся в боевые порядки подразделений, когда требовалась обстановка, действовал как командир, оказывал прямую помощь в захвате этих населенных пунктов. Неоднократно проявлял личное мужество в боях за деревни Грабница, Козаки, Побединщина и др. Пользуется большим авторитетом среди личного состава. Достоин правительственной награды — ордена Красной Звезды. Командир 1263 СП, подполковник Фирсанов. 06 марта 1944 г.»

В июне 1943 г. командиром дивизии был назначен полковник Александр Васильевич Якушев (09.07.1943–11.01.1944). На некоторое время его замещает Иван Иванович Серебряков (11.01.1944–19.03.1944). Затем снова руководство дивизией переходит к А. В. Якушеву (19.03.1944–03.07.1945).

К 08.05.1944 г. дивизия передислоцирована в район г. Красное Село и вошла в состав Ленинградского фронта, проводилось доукомплектование и боевая подготовка.

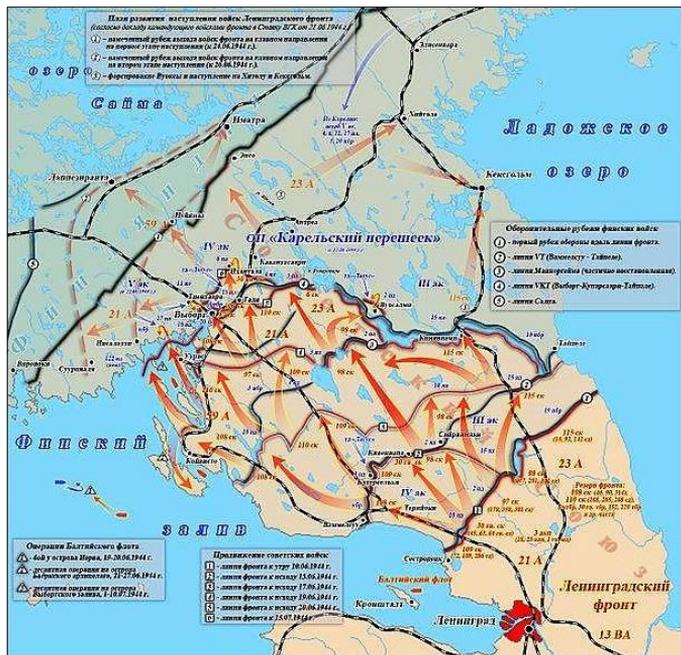


Рис. 10. Выборгская наступательная операция Ленинградского фронта

количество вооружения.

По всей видимости, именно в этих боях Леонид Александрович Цвеленьев и погиб 10 июня.

В июне-июле 1944 г. дивизия участвует в Выборгской наступательной операции Ленинградского фронта, а затем в продолжении Выборгской операции — сражении на Вуоксе (река), также так называемых боях за Вуосалми (рис. 10). В очередной раз идет битва за Карельский перешеек.

10.6.44 г. после мощной артподготовки 381 СД начала атаку на первую оборонительную линию финской обороны в направлении сел Камешки, Большое и Малое Каллелово и прорвала её на фронте 2-х км, овладела Каллеловскими высотами, части дивизии сходу форсировали реку Сестра, разгромив 2 батальона противника и захватив большое



Рис. 11. Памятник бойцам, павшим в боях за Вуоксу Село Барышево, Ленинградская область.

С 4 по 7 июля 1944 г. 381 СД с другими дивизиями (281 и 92 СД) 98 стрелкового корпуса участвовала в ликвидации финского плацдарма на правом (южном) берегу реки Вуокса около поселка Пааккола (Барышево) в Ленинградской области. За прорыв долговременной финской обороны на Карельском перешейке 381-й стрелковой дивизии Приказом Верховного Главнокомандующего № 0172 от 22.6.44 г присвоено почётное наименование Ленинградская, Указом Президиума Верховного Совета СССР от 07.07.44 г. она награждена орденом Красного Знамени.

После боев на Карельском перешейке дивизия была передислоцирована в Восточную Пруссию, где также были ожесточенные бои. Расформирована 381-я стрелковая дивизия в июле 1945 г.

### Список источников

1. На дорогах войны. Коми пединститут: вклад в Победу : сборник документов, материалов, воспоминаний / Л. А. Жданов (отв. ред.), Н. В. Захарова (сост.). Сыктывкар: Сыктывкарский гос. ун-т им. Питирима Сорокина, 2015. 597 с.
2. Зильберг А. Я. Первый вуз Коми республики. Сыктывкар, 1972. 136 с.
3. Силин В. И. История географо-биологического факультета Коми государственного педагогического института. Сыктывкар, 2003. 103 с.
4. Силин В. И. Судьбы преподавателей Коми государственного педагогического института И. Б. Борозденко и Н. И. Нечаева // Известия Общества изучения Коми края. 2021. №1 (20). С. 185–193.
5. Цвеленьев Л. А. Материалы по питанию рябчика на Алтае // Труды Алтайского государственного заповедника: научное издание. 1938. Вып. 1. С. 263–294. URL: [www.altzapovednik.ru/info/nauka/trudy.aspx](http://www.altzapovednik.ru/info/nauka/trudy.aspx) (дата обращения: 23.03.2025).

### References

1. *Na dorogah vojny. Komi pedinstitut: vklad v Pobedu : sbornik dokumentov, materialov, vospominanij* [On the roads of war. Komi Pedagogical Institute: contribution to Victory : collection of documents, materials, memoirs]. L. A. Zhdanov (ed.), N. V. Zakharova (comp.). Syktyvkar: Publishing house Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin, 2015. 597 p. (In Russ.)
2. Zil'berg A. YA. *Pervyj vuz Komi respubliki* [The first university of the Komi Republic]. Syktyvkar, 1972. 136 p. (In Russ.)
3. Silin V. I. *Istoriya geografo-biologicheskogo fakul'teta Komi gosudarstvennogo pedagogicheskogo institute* [History of the Geographical and Biological Faculty of the Komi State Pedagogical Institute]. Syktyvkar, 2003. 103 p. (In Russ.)
4. Silin V. I. The fate of the teachers of the Komi State Pedagogical Institute I. B. Borozdenko and N. I. Nechaev. *Izvestiya Obshchestva izucheniya Komi kraja* [News of the Komi Territory Research Society]. 2021. No 1 (20). Pp. 185–193. (In Russ.)
5. Cvelen'ev L. A. Materials on the nutrition of grouse in Altai. *Trudy Altajskogo gosudarstvennogo zapovednika: nauchnoe izdanie* [Proceedings of the Altai State Nature Reserve: scientific publication]. 1938. Iss. 1. Pp. 263–294. Available at: [www.altzapovednik.ru/info/nauka/trudy.aspx](http://www.altzapovednik.ru/info/nauka/trudy.aspx) (accessed: 23.03.2025). (In Russ.)

### Информация об авторе

**Силин Владимир Иванович**, доктор географических наук, доцент, главный научный сотрудник сектора историко-демографических и историко-географических исследований Российского Севера Института языка, литературы и истории Коми НЦ УрО РАН (Россия, 167982, Сыктывкар, ГСП-2, ул. Коммунистическая, 26)

### Information about the author

**Silin Vladimir Ivanovich**, Doctor of Geographical Sciences, Associate Professor, Chief Researcher of the Sector of Historical-Demographic and Historical-Geographical Research of the Russian North of the

Статья поступила в редакцию / The article was submitted 25.02.2025  
Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing 15.03.2025  
Принята к публикации / Accepted for publication 31.03.2025

## **Рассказ / Story**

УДК 929.522.25  
<https://doi.org/>

## **Челдон**

### **Доровских Геннадий Николаевич**

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

**Аннотация.** В рассказе приведены сведения о жизни и боевом пути представителей одной семьи коренных сибиряков-челдонов, в которой отразилась судьба народа России.

**Ключевые слова:** челдон, патриотизм, любовь к Отечеству, служение

**Для цитирования:** Доровских Г. Н. Челдон // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Естествознание. Медицина. 2025. № 2 (34). С. 83–88. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-83>

## **Cheldon**

### **Gennady N. Dorovskikh**

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

**Abstract.** The story provides information about the life and military path of representatives of one family of indigenous siberians-chaldons, which reflected the fate of the people of Russia.

**Keywords:** cheldon, patriotism, love for the fatherland, service

**For citation:** Dorovskikh G. N. Cheldon. *Vestnik Syktyvkarского университета. Seriya 2: Estestvoznaniye. Medicina = Syktyvkar University Bulletin. Series 2: Natural science. Medicine.* 2025. 2 (34): 83–88. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-83>

Будучи у мамы, случайно увидел фотографию, сделанную на похоронах моей бабушки Варвары Гавриловны Кунгуровой (1907?–1938), урожденной Куликовой. Стоят люди и моя трехлетняя мама. Над всеми возвышается крепкий дед. Именно возвышается. Самый высокий человек, из стоящих у гроба, едва достигает середины его груди. Шапка белых волос, окладистая седая борода. Такая до пояса, лопатой, белая борода. Темная рубаха-косоворотка навыпуск, по талии тонкий казачий пояс с металлическими накладками. На заднем плане виден башлык, висящий на стене из толстеного кругляка.

Это Гаврил Ефимович Куликов — дед моей мамы, мой прадед (1876–1948). Именно Гаврил, а не Гавриил, так по-народному его и звали.

Мы никогда не встречались. Родился я уже после его ухода. Но слышать о нем слышал. Люди старшего поколения до сих пор его помнят, вспоминают добрым словом.

В 1914 году ушел добровольцем на фронт Первой мировой, получил тяжелую контузию. Вернулся георгиевским кавалером. Вел добротное хозяйство в своем родном селении Бешкиль-слобода Ялуторовского уезда Омской губернии (в настоящее время относится к Ялуторовскому р-ну Тюменской обл.). Поселение было основано в том числе и его предками, пришедшими в Сибирь с Ермаком Тимофеевичем (1532–1585). Т. е. предки по маминой линии — исконные настоящие сибиряки, челдоны. Мама вспоминала: «В случае какого-либо несчастья дед наш говаривал: мы человеки с Дону, мы сдюжим». Отсюда, похоже, и пошло название челдон, т. е. человек с Дона.

Прадед был работающим, хозяйственным. Одним словом — Хозяин. Ну и поплатился за то. Раскулачили и переселили в Тюмень. Но он вновь поднялся, что позволило семье выжить во время Великой Отечественной войны. Все мужики призывного возраста, в том числе и его три старших сына, практически в один день, уже в конце июня 1941 года, были призваны в армию. Первая похоронка в семью пришла в начале августа 1941 года на Ивана Николаевича Осокина (1909–1941), отца маминой двоюродной сестры Валентины Ивановны Савицкой (по мужу) (1941 г.р.). Сгорел в танке. О подробностях его гибели рассказал выживший член экипажа, который осенью 1945 года, возвращаясь после демобилизации к своей семье, заехал к вдове сослуживца Клавдии Гавриловне Бирюковой (по первому мужу), урожденной Куликовой (1911–1996). На момент гибели Ивана Николаевича его дочери, моей двоюродной тете, не было и года.

С фронта вернулся только Кузьма Гаврилович Куликов (1920–1978), самый молодой из призванных. Вернулся один из шести (только самых ближних родственников), ушедших воевать, израненный, но сумевший поднять оставшееся без отцов младшее поколение, в том числе и мою маму Галину Константиновну Доровских, в девичестве Кунгурова (1935 г.р.). Ее отец, мой дед, Константин Александрович Кунгуров (1907–1942?), по доносу был арестован в 1937 году, а позднее отправлен на фронт. Погиб под Москвой в конце 1941 года или в самом начале 1942. Там и похоронен в братской могиле.



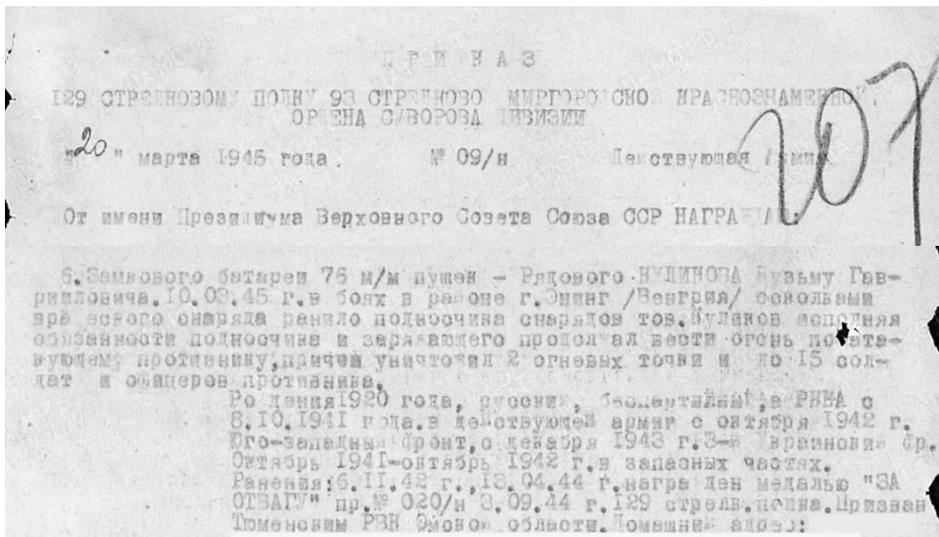
**Константин Александрович Кунгуров  
(1907–1942)**



**Кузьма Гаврилович Куликов  
(1920–1978)**

Может, никогда и не стал бы излагать эту историю. Кому интересно? В каждой российской семье есть о ком и о чем рассказать, есть свои герои, есть чем гордиться...

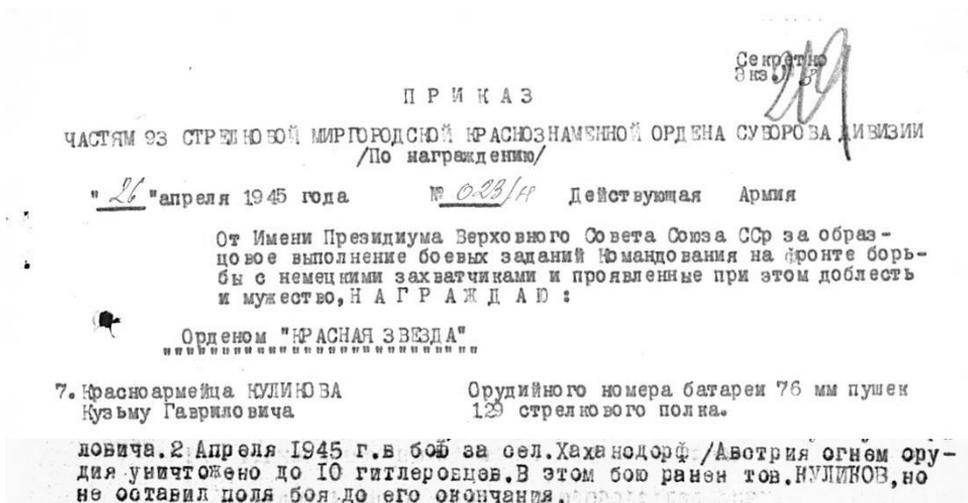
Этот рассказ возник по другой причине, на первый взгляд не относящейся к вышеизложенному. Связано это уже с моей внучкой. Так сложились обстоятельства, что она оказалась в больнице. Маленький ребенок без родителей во взрослом отделении. Когда мы пришли ее забирать, лечащий врач сказал: «У вас замечательный ребенок, похоже с твердым характером. Надеюсь, у нее все будет хорошо».



(расшифровка) 6. Замкового батареи 76 м/м пушек — рядового КУЛИКОВА Кузьму Гавриловича. 10.03.45 г. в боях в районе г. Энинг /Венгрия/ осколками вражеского снаряда ранило подносчика снарядов тов. Куликов, исполняя обязанности подносчика и заряжающего, продолжал вести огонь по атакующему противнику, причем уничтожил 2 огневых точки и до 15 солдат и офицеров противника.

Рождения 1920 года, русский, беспартийный, РККА с 8.10.1941 года, в действующей армии с октября 1942 г. Юго-Западный фронт, с декабря 1943 г. 3-й Украинский фр. Октябрь 1941 — октябрь 1942 г. в запасных частях.

Ранения: 6.11.42., 13.04.44 г., награжден медалью «ЗА ОТВАГУ» пр. № 020/н 3.09.44 г. 129 стрелк. полка. Призван Тюменским РВК Омской области. Домашний адрес...



Приказ о награждении медалью «За отвагу» и орденом «Красная Звезда»  
[\[https://podvignaroda.ru/?tab=navPeople\\_search](https://podvignaroda.ru/?tab=navPeople_search) (дата обращения: 25.03.2025)]

# НАГРАДНОЙ ЛИСТ

1. Фамилия, имя и отчество Кушков Кузьма Захарович

2. Звание Корнет лейтенант 3. Занимаемая должность, часть Доцер батареи

16 ш. пушек 129 стрелкового полка 93 стрелковой Ленинградской Краснознаменной  
Ордена Суворова дивизии  
 Представляется к награде Орденом «Слава III степени»

4. Год рождения 1920 5. Национальность Русский 6. Партийность Член КПС

7. Участие в гражданской войне, последующих боевых действиях по защите СССР и в Отечественной войне (где, когда) с июля 1941 г. по ноябрь 1941 г. 200-й Западный фронт с ноября 1941 г. по март 1942 г. Сталинградский фронт, с марта 1942 г. по октябрь 1942 г. Воронежский фронт и с октября 1942 г. 8-й Украинский фронт

8. Имеет ли ранения и контузии в Отечественной войне Ранен 16.11.42 г. 13.04.44 г.

9. Когда призван в Красную Армию Март 1941 г. 10. Каким РВК 1710 шевельевский районской комитат

11. Чем ранее награждался, за какие отличия Орден «За отвагу» пр. № 01-Н от 20.03.45 г., «За отвагу» пр. № 013-Н от 11.04.45 г. Ленинградского полка

12. Постоянный домашний адрес представляемого к награждению и адрес его семьи \_\_\_\_\_

13. Удостоверение личности: серия \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

1. Краткое конкретное изложение личного боевого подвига или заслуг:

Пров. Кушков К. З. Сталинский, мужественный в боях. Со времени прибытия в район оз. Балатон в Венгрии. До перебега эскадрильи в район оз. Балатон 100 километров. 21.03.45 г. вместе с командой поддерживал фронт нашей пехоты в непростой короткой пехотной и огневой борьбе противника с командой венгерского батальона в районе оз. Балатон. Но не оставил своего поста до окончательной боя.

Пров. Кушков остался на поле боя при эвакуации. Решением правительственной награды орденом «Слава III степени».



полковник Кушков  
Кушков Кузьма Захарович  
19 октября 1945 г.

Наградной лист к ордену «Слава III степени» за участие в боях в районе оз. Балатон /Венгрия/ в апреле 1945 г. (см. п. 11 — три медали «За отвагу»!)  
 [https://podvignaroda.ru/?#tab=navPeople\_search (дата обращения: 25.03.2025)]

Так вот, рассказ этот возник по другой причине. После услышанных слов что-то «щелкнуло», как будто кто-то указал на то, что давно надо было заметить. Вдруг стало очевидным, что предки наши живут в нас. Всё, что было в них и до них, концентрируется, сохраняется в последующих поколениях. Они победили в страшной войне, поднимали своих детей, наших родителей, в трудные послевоенные годы. Мы пережили перестройку, развал страны и экономики. Родили, вырастили, воспитали своих детей. Это было нелегко, но наши родители и мы выдержали.



**Австрия. Пригород Вены. Май 1945 г.**

Крайний справа К. Г. Куликов

Отечество», «за счастье трудового народа», «за Родину, за Сталина». Они защищали Россию, свое право жить так, как велит им их совесть... Совесть — это вера предков, не только в бога, но и в справедливость, в том числе и справедливость бытия. Справедливость в её исконном понимании.

Это и есть истинный Патриотизм. Без пафоса. Молча, надо — значит надо. Так жил челдон, это его понимание жизни и это его подход к воспитанию...

**P.S.** Теперь уже праправнуки Гаврилы Ефимовича Куликова отстаивают наше право жить так, как велит нам наша совесть...



### ***Информация об авторе***

**Доровских Геннадий Николаевич**, доктор биологических наук, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и физической культуры, Researcher ID: B-3209-2014, Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина (Россия, 167001, Сыктывкар, 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	12.11.2022
Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing	15.03.2025
Принята к публикации / Accepted for publication	31.03.2025

Научная статья / Article

УДК 59.084

<https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-89>

## Популярные поведенческие тесты для оценки динамики физического и эмоционального состояния крыс

Сергей Дмитриевич Балохин<sup>1</sup>, Дарья Николаевна Истомина<sup>2</sup>,  
Тимур Линарович Хайбулин<sup>3</sup>

Челябинский государственный университет, Челябинск, Россия,  
<sup>1</sup>sbalohin@mail.ru, <sup>2</sup>dnistomina2001@mail.ru, <sup>3</sup>tnmup2001@yandex.ru

**Аннотация.** Поведенческие тесты на животных, в частности на лабораторных крысах, представляют собой ключевой инструмент для исследования нейрофизиологических механизмов поведения, а также для оценки влияния различных факторов на эмоциональную реактивность и когнитивные функции. Эти тесты позволяют ученым глубже понять, как внешние и внутренние воздействия отражаются на поведении и психическом состоянии животных. В данной статье рассматриваются три классических метода тестирования поведения крыс: тест «открытое поле», который используется для изучения уровня активности и тревожности; тест «приподнятый крестообразный лабиринт», направленный на оценку тревожности и склонности к риску; и тест «поведения отчаяния» (метод Порсолта), который помогает выявить признаки депрессивных состояний. Цель нашего исследования заключалась в систематизации, обновлении и анализе существующих данных, а также в оценке преимуществ каждой из трех классических моделей поведенческих тестов. Мы стремились не только обобщить актуальную информацию о методологии и применении этих тестов, но и выделить их ключевые достоинства, которые делают их незаменимыми инструментами в исследованиях поведения животных. Результаты таких тестов имеют большое значение для понимания патогенеза психических расстройств, таких как тревога и депрессия, а также для разработки новых фармакологических и терапевтических подходов к их лечению. Кроме того, эти методы позволяют оценивать эффективность новых препаратов и их влияние на поведенческие реакции. Важно подчеркнуть, что данные, полученные в ходе таких исследований, не только расширяют наши знания о работе мозга и поведенческих реакциях, но и служат основой для создания более эффективных и безопасных лекарственных средств.

**Ключевые слова:** крыса, поведенческий тест, стресс, фармакология, тест отчаяния, приподнятый крестообразный лабиринт, тест открытого поля, моделирование.

**Для цитирования:** Балохин С. Д., Истомина Д. Н., Хайбулин Т. Л. Популярные поведенческие тесты для оценки динамики физического и эмоционального состояния крыс // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Естествензнание. Медицина. 2025. № 2 (34). С. 89–96. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-89>

## Popular behavioral tests for assessing the dynamics of the physical and emotional state of rats

Sergey D. Balokhin<sup>1</sup>, Darya N. Istomina<sup>2</sup>, Timur L. Khaibulin<sup>3</sup>

Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia,  
<sup>1</sup>sbalohin@mail.ru, <sup>2</sup>dnistomina2001@mail.ru, <sup>3</sup>tnmup2001@yandex.ru

**Abstract.** Behavioral tests on animals, in particular on laboratory rats, are a key tool for studying the neurophysiological mechanisms of behavior, as well as for assessing the influence of various factors on emotional reactivity and cognitive functions. These tests allow scientists to better understand how external

*and internal influences affect the behavior and mental state of animals. This article discusses three classic methods of testing the behavior of rats: the "open field" test, which is used to study the level of activity and anxiety; the "raised cross maze" test, aimed at assessing anxiety and risk-taking; and the "desperation behavior" test (the Porsolt method), which helps identify signs of depressive states. The purpose of our study was to systematize, update, and analyze existing data, as well as to evaluate the benefits of each of the three classic behavioral test models. We sought not only to summarize relevant information about the methodology and application of these tests, but also to highlight their key advantages, which make them indispensable tools in animal behavior research. The results of such tests are of great importance for understanding the pathogenesis of psychiatric disorders such as anxiety and depression, as well as for developing new pharmacological and therapeutic approaches to their treatment. In addition, these methods make it possible to evaluate the effectiveness of new drugs and their effect on behavioral responses. It is important to emphasize that the data obtained during such studies not only expand our knowledge about brain function and behavioral reactions, but also serve as the basis for creating more effective and safe medicines.*

**Keywords:** rat, behavioral test, stress, pharmacology, despair test, elevated plus maze, open field test, modeling

**For citation:** Balokhin S. D., Istomina D. N., Khaibulin T. L. Popular behavioral tests for assessing the dynamics of the physical and emotional state of rats. *Vestnik Syktyvkar'skogo universiteta. Seriya 2: Estestvoznaniye. Medicina = Syktyvkar University Bulletin. Series 2: Natural science. Medicine.* 2025. 2 (34): 89–96. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2025-2-89>

**Введение.** Крысы играют ключевую роль в разработке новых медицинских открытий, начиная от создания противораковых препаратов и заканчивая тестированием пищевых добавок. Учёные выбирают этих грызунов по нескольким причинам.

Во-первых, они удобны в содержании: маленькие размеры, лёгкость ухода и хорошая адаптация к новым условиям делают их идеальными для лабораторной работы [1].

Во-вторых, крысы быстро размножаются и имеют короткий срок жизни — от двух до трёх лет, что позволяет наблюдать за несколькими поколениями за относительно короткий период [1].

В-третьих, стоимость крыс невысока и их можно приобрести в больших количествах у коммерческих производителей, специализирующихся на разведении грызунов для исследований.

В-четвертых, обычно они обладают миролюбивым и послушным характером, что значительно упрощает работу исследователей.

В-пятых, генетические, биологические и поведенческие особенности грызунов схожи с человеческими и многие симптомы заболеваний человека можно воспроизвести у этих животных [2].

Тем не менее для получения достоверных результатов и понимания сложных механизмов в поведении крыс исследователи должны применять специальные поведенческие тесты.

Эти тесты представляют собой наборы задач и ситуаций, в которых крысы подвергаются различным стимулам, что позволяет изучить их поведение и реакции на определённые события. С помощью таких тестов можно измерять характеристики, такие как агрессивность, тревожность, обучаемость и память, что помогает учёным лучше понять физиологические и психологические особенности этих животных.

**Значение поведенческих тестов.** Благодаря поведенческим тестам, ученые могут получить ценную информацию о аспектах поведения исследуемых животных, которая может быть полезной для разработки новых методов лечения и понимания различных патологий и заболеваний.

Преимущества использования поведенческих тестов:

1. Объективность результатов — полученные результаты поддаются сопоставлению и стандартизации.

2. Воспроизводимость эксперимента — обеспечивают надежные результаты, которые можно повторить и сравнить с другими исследованиями.

3. Высокая информативность — позволяют получить много информации о функциональных и патологических изменениях в поведении животных.

**Возможности экспериментов с крысами.** Для крыс разработаны методики исследования, позволяющие изучать различные аспекты их поведения и моторики. Благодаря специальным поведенческим тестам, например «Приподнятый крестообразный лабиринт» или «Открытое поле», исследователи могут в эксперименте изучать активность, а также уровень тревожности и страха у крыс. Данные методики позволяют изучать влияние различных веществ и других факторов на поведение крыс [3].

Моделирование у крыс человеческих болезней и расстройств, таких, как посттравматическое стрессовое расстройство, депрессия и наркомания, позволяет лучше понять эти состояния и разработать новые методы лечения. Например, в экспериментах можно изучать биохимические и молекулярно-физиологические изменения в мозге и других органах крыс с целью выявления эффективных препаратов и терапевтических подходов.

Крысы также используются для изучения когнитивных функций, таких как обучение и память. Для этого применяют тест «Клетчатый лабиринт», где крысы должны найти путь к награде, используя известные им маршруты. Результаты данных исследований могут быть экстраполированы на человека [3].

В сумме схожесть крыс с человеком и широкие возможности экспериментов имеют большую значимость для научных исследований и делают их идеальными животными для изучения множества физиологических и психологических процессов.

**Этапы проведения экспериментов на крысах.** При проведении экспериментов с крысами можно выделить следующие этапы:

1. Подготовительный. На данном этапе исследования выбирается цель эксперимента, устанавливаются условия и параметры его проведения. Производят подготовку оборудования и необходимого материала.

2. Предварительное обучение. Перед проведением основного этапа эксперимента крысы подвергаются предварительному обучению. На данном этапе крысы должны научиться выполнять поставленные задачи и реагировать на определенные стимулы. Обучение проводится с помощью награды или посредством механических манипуляций.

3. Основной этап. Проведение эксперимента. Во время проведения исследования все испытуемые крысы помещаются в определенные условия, которые создает и контролирует экспериментатор. С помощью видеонаблюдения записываются все реакции и поведение крыс для дальнейшего анализа и расшифровки полученных результатов. После в некоторых исследованиях крыс препарируют и детально изучают каждый орган, для нахождения подтверждения или опровержения поставленной цели. Результаты измерений и наблюдений анализируются и далее интерпретируются.

4. Заключительный этап. Результаты, которые были получены в ходе эксперимента, проходят тщательную обработку и могут быть опубликованы в виде научных статей и докладов. Данные публикации позволяют другим исследователям видеть полученные результаты и продолжить исследования в данной сфере.

Во время проведения эксперимента необходимо строго соблюдать все стандарты и этические принципы работы с животными. В этические принципы работы должны быть включены контроль за содержанием животного и уменьшение его страданий.

**Основная часть.** На данный момент очень много видов поведенческих тестов, но мы рассмотрим самые популярные и часто используемые.

**Тест «Поведение отчаяния».** Метод Порсолта (Porsolt), или «тест отчаяния», который предложил Roger D. Porsolt в 1977 г. [цит. по: 4] Методика поведенческого отчаяния (беспомощности) по методу Порсолта является базисной моделью оценки

антидепрессантов. Он основан на предположении, что животное попытается избежать негативного (стрессового) воздействия. Если побег невозможен, животное в конце концов прекращает попытки и сдаётся [4]. В методе Порсолта животное помещают в цилиндрический контейнер с водой, из которого оно не может выбраться. Большинство животных попытаются выбраться, активно плавая. Когда животное перестаёт плыть и всплывает на поверхность воды, считается, что оно «сдалось» [5]. Животное, которое сдаётся относительно быстро, демонстрирует признаки, схожие с человеческой депрессией. Достоверность этого теста обусловлена тем, что физический или психологический стресс (который может вызывать депрессию у людей), вызванный перед тестом, заставляет животных сдаваться раньше, а лечение антидепрессантами увеличивает время, которое животное тратит на попытки побега [6].

Данный тест адаптирован для экспериментов на мышах. Нарушение способности к плаванию из-за проблем с опорно-двигательным аппаратом или других отклонений повлияет на результаты этого теста.

**Методика проведения.** Животное помещают в прозрачный цилиндр (из оргстекла), заполненный на 2/3 водой температурой  $+22\pm 1^\circ\text{C}$ . В соответствии с методикой выявления веществ с антидепрессантной активностью, предложенной Roger D. Porsolt [6], диаметр цилиндра составляет 18–20 см, высота 45 см, для крыс массой 160–220 гр. Воды в цилиндре должно быть достаточно много, чтобы животное не могло достать до дна хвостом или лапами. Обычно рекомендуется глубина 30 см, хотя для мышей может быть достаточно и меньшей глубины. Длительность тестирования может варьировать от 3 (укороченная процедура) до 20 мин. Во время тестирования регистрируется период неподвижности (иммобильность) (с) [7]. В период неподвижности включаются короткие периоды слабой активности, когда животные совершают лишь те движения, которые необходимы, чтобы держать голову над водой [8].

**Подведение итогов.** Рассчитывается общее время иммобильности путем суммирования общего времени, проведённого в неподвижном состоянии (т. е. времени, которое не было потрачено на активное исследование цилиндра или попытки выбраться из него).

Сравниваются данные из экспериментальных групп с данными из контрольной группы с помощью непарного t-критерия Стьюдента (двусторонний), хотя можно использовать и другие статистические оценки (например, дисперсионный анализ с последующими пост-тестами).

Для первичного скрининга рекомендуем проводить сравнение экспериментальных групп с контрольной с помощью t-критерия Стьюдента. Несмотря на повышение риска ошибки первого рода (ложноположительный результат), снижается риск ошибки второго рода, то есть упущения потенциального эффекта препарата при определённой дозе (ложноотрицательный результат), что может произойти при более глобальном анализе, включающем все методы лечения.

Антидепрессанты уменьшают продолжительность неподвижности в тесте принудительного плавания у крыс и мышей.

**Тест «Приподнятый крестообразный лабиринт».** Данное поведенческое тестирование является одной из информативных методик, которая позволяет оценивать влияние повреждающих факторов на поведенческую активность животного и является одной из наиболее чувствительных моделей при исследовании тревожности грызунов [3].

**Методика проведения.** Крестообразный лабиринт представляет собой приподнятый над полом лабиринт с двумя открытыми и двумя закрытыми рукавами. Для животного зона с открытыми рукавами считается потенциально опасной зоной, а зона с закрытыми рукавами — безопасной, так как грызуны в повседневной жизни избегают появлений в открытых пространствах. Длина каждого из рукавов составляет 45 см, ширина 10 см, высота боковых стенок закрытых лучей 20 см. Вся установка приподнята на 70 см над уровнем пола. Продолжительность теста для каждого грызуна составляет 3–5 мин. [9].

Животное помещают в центр лабиринта, носом к открытому «рукаву». Осуществляют видеорегистрацию поведения [10].

В данной методике оценивается влияние стрессового фактора у грызунов на двигательную активность, скорость реакции на новый или неожиданный раздражитель, а также эмоциональные реакции страха и тревоги. Считается, что выбор закрытого рукава обусловлен стрессом, тогда как открытый рукав выбирается при низкой тревожности животного. Данная методика изучения стресса крыс оценивает его уровень по показателю избегания открытых рукавов лабиринта [11].

Визуально можно зарегистрировать следующие параметры:

1. Время в открытом рукаве — время, которое грызун провел в открытой части лабиринта. Увеличение показателя можно рассматривать как снижение уровня тревоги, так как при нахождении в открытой зоне грызуну необходимо преодолеть врожденный страх высоты и открытого пространства.

2. Время в закрытом рукаве — время, которое грызун провел в закрытой части лабиринта. Увеличение показателя говорит о тревоге грызуна, так как закрытое пространство дает чувство безопасности (норковый рефлекс).

3. Время, проведенное в центре лабиринта — время, которое грызун провел в открытой центральной части лабиринта. Так как данный параметр сравним с параметром «время в открытом рукаве», можно утверждать, что увеличение данного критерия также отражает снижение уровня стресса.

4. Количество переходов — параметр, отражающий количество переходов между открытыми и закрытыми рукавами.

5. Количество «выглядываний» в открытые рукава — эпизоды, во время которых грызун осматривал открытые участки, но опирался на них только передними лапами.

6. Груминг — процесс повседневного ритуала грызуна в виде почесывания и вылизывания поверхности тела. Данный процесс способствует уменьшению психического напряжения и таким образом груминг является показателем тревожности. Во время методики ведется подсчет количества актов груминга к общему времени его продолжения.

7. Количество стоек — проявление ориентировочно-исследовательского рефлекса. Чем меньше данный показатель, тем выше уровень стресса.

8. Количество свешиваний — попытки грызуна спуститься с края лабиринта. Показатель способствует оценке исследовательской активности и сопротивлению страху высоты. Увеличение показателя свидетельствует о снижении уровня тревоги у грызуна.

9. Количество фекальных болюсов — процесс образования твердых каловых комков и мочеиспусканий. Данные процессы говорят о стрессовой реакции грызуна в незнакомой среде [3].

**Подведение результатов.** В методике приподнятого крестообразного лабиринта можно оценить двигательную активность за счет общего числа заходов в открытые и закрытые зоны лабиринта и вертикальных стоек. Эмоциональность крыс оценивается по числу мочеиспусканий и дефекаций.

В ходе методики вычисляется индекс тревоги приподнятого крестообразного лабиринта, чтобы увидеть значение тревожности на основе различных регистрируемых действий. Данный индекс может принимать значения от 0 до 1. Чем выше это значение, тем выше измеренный уровень тревожности животного [12].

**Тест «Открытое поле»** — это классическая модель исследования поведения, основанная на конфликте двух мотиваций — инстинктивной тенденции к исследованию нового окружения и тенденции минимизировать возможную опасность со стороны такового. Тест основан на оценке поведения грызунов, которых выпускают на новое для них открытое пространство лабиринта, круглую или квадратную площадку. Данный метод позволяет обнаруживать влияние препаратов на тревожное поведение, активность и память. Снижение общей подвижности животных в данном тесте является следствием

повышения уровня их стрессированности. На новые, потенциально опасные стимулы крысы реагируют замиранием [13].

«Открытое поле» представляет собой конструкцию в виде квадратного (иногда круглого) манежа, дно которого разбито на квадратные сектора. В центре каждого сектора располагается отверстие.

**Методика проведения.** Крысу помещают в один из угловых квадратов актографа так, чтобы голова животного была обращена к боковым стенкам. После этого начинают регистрировать параметры. Тестирование можно проводить либо при ярком свете (в стрессогенной обстановке), либо при свете красной лампы. В последнем случае уровень стрессированности животных меньше [14].

В ходе опыта визуально оцениваются следующие параметры:

1. Число выглядываний через отверстия дна — число выглядываний животного через отверстия в дне «открытого поля», рассматривается как показатель исследовательской активности.

2. Горизонтальная активность — количество переходов животного по квадратам, на которые разбито дно «поля», рассматривается как мера локомоции, отражает исследовательское, оборонительное поведение.

3. Акты груминга — самовылизывания и почёсывания, направленные на поддержание поверхности тела в чистом и неповреждённом состоянии.

4. Количество фекальных болюсов — отражает вегетативные последствия эмоциональной реакции страха, вызванного помещением животного в незнакомую обстановку.

5. Замирания — отсутствие всех видимых движений скелета и усов, кроме тех, что связаны с дыханием. Показатель, отражающий повышение уровня тревоги, вызванного помещением животного в незнакомую обстановку.

6. Время, проведённое в центре — показатель тем выше, чем меньше тревожность у крысы.

7. Длительность стоек — учитывается при полном отрыве обеих передних конечностей от дна актографа, вне зависимости от наличия или отсутствия контакта передних лап с боковыми стенками «поля» [15].

**Заключение.** В статье показаны значимость крыс в научно-исследовательской деятельности и преимущества их использования. Дана общая характеристика поведенческим тестам, подчеркнута их важность для экспериментов, выделены три самых популярных поведенческих теста с подробным описанием. На основании этого можно выделить следующие плюсы описанных тестов: хорошая интерпретируемость; этичность; четкие протоколы выполнения; наглядность связи физического и эмоционального состояния животного.

В целом поведенческие тесты являются важным инструментом для ученых, позволяющим углубленно изучать поведение крыс и применять полученные знания для различных медицинских, психологических и нейробиологических исследований. Они помогают понять механизмы функционирования различных систем организма и могут способствовать развитию новых методов диагностики и лечения различных заболеваний и патологий.

#### Список источников

1. Титова А. А., Билялов А. И., Киясов А. П., Титова М. А. Лабораторные животные для научных исследований : учебно-методическое пособие. Казань: Изд-во Казанского университета, 2021. 71 с.

2. Gibbs R. A., Weinstock G. M., Metzker M. L. et al. Genome sequence of the Brown Norway rat yields insights into mammalian evolution // Nature. 2004. Vol. 428. Pp. 493–521.

3. Каде А. Х., Кравченко С. В., Трофименко А. И. и др. Современные методы оценки уровня тревожности грызунов в поведенческих тестах, основанных на моделях без предварительного обусловливания // Кубанский научный медицинский вестник. 2018. Т. 25. Вып. 6. С. 171–176.

4. Чайка А. В., Коношенко Е. В., Хусаинов Д. Р. и др. Тест Порсолта как лонгитюдный метод оценки динамики эмоционального состояния крыс в модели хронического непредсказуемого умеренного стресса // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. 2018. Т. 4. № 2. С. 133–147.
5. Porsolt R. D., Anton G., Blavet N., Jalfre M. Behavioural despair in rats: a new model sensitive to antidepressant treatment // *European Journal of Pharmacology*. 1978. Vol. 47. Pp 379–391.
6. Porsolt R. D., Pichon M. Le., Jalfre M. Depression: a new animal model sensitive to antidepressant treatment // *Nature*. 1977. Vol. 266. Pp. 730–732.
7. Батуринов В. А., Манжикова Г. И. Ритмическая организация принудительного плавания и ее связь с особенностями поведения крыс // *Журнал высшей нервной деятельности*. 1988. Т. 37. Вып. 2. С. 293–297.
8. Мамылина Н. В., Янов А. Ю. Структура и параметры плавательного поведения животных, перенесших эмоционально-болевого стресс // *Современная медицина: актуальные вопросы* : сб. ст. по матер. II Междунар. науч.-практ. конф. Новосибирск: СибАК, 2011. Ч. I. С. 19–23.
9. Трофимова Н. А. Проблемы изучения защитного и исследовательского поведения крыс в лабиринтах для оценки уровня тревожности при экспериментальном исследовании реакции страха // *The scientific heritage (Научное наследие)*. 2020. № 52. С. 16–23.
10. Alicia A. Walf, Cheryl A. Frye. The use of the elevated plus maze as an assay of anxiety-related behavior in rodents // *Nature Protocols*. 2007. No 2. Pp. 322–328.
11. Ковалёв Г. И., Васильева Е. В., Салимов Р. М. Сравнение поведения мышей в тестах открытого поля, закрытого и приподнятого крестообразного лабиринтов с помощью факторного анализа // *Журнал высшей нервной деятельности*. 2019. Т. 69. Вып. 1. С. 123–130.
12. Непомнящих В. А., Ломиворотов В. В., Дерягин М. Н. и др. Окислительный стресс и монооксигеназная функция печени у больных ишемической болезнью сердца с полиорганной недостаточностью // *Общая реаниматология*. 2008. №4. С. 32–35.
13. Laetitia Prut, Catherine Belzung. The open field as a paradigm to measure the effects of drugs on anxiety-like behaviors: a review // *European Journal of Pharmacology*. 2003. No 463. Pp. 3–33.
14. Майоров О. Ю. Оценка индивидуально-типологических особенностей поведения и устойчивости интактных белых крыс самцов на основе факторной модели нормального этологического спектра показателей в тесте «Открытое поле» // *Клиническая информатика и телемедицина*. 2011. Т. 7. № 8. С. 21–32.
15. Волчегорский И. А., Долгушин И. И., Колесников О. Л., Цейликман В. Э. Экспериментальное моделирование и лабораторная оценка адаптивных реакций организма: монография. Челябинск: Изд-во Челябинского государственного педагогического университета, 2000. 167 с.

## References

1. Titova A. A., Bilyalov A. I., Kiyasov A. P., Titova M. A. *Laboratornye zhivotnye dlya nauchnykh issledovanij. Uchebno-metodicheskoe posobie* [Laboratory animals for scientific research. Educational and methodical manual]. Kazan: Publishing House of Kazan University. Kazan', 2021. 71 p. (In Russ.)
2. Gibbs R. A., Weinstock G. M., Metzker M. L. et al. Genome sequence of the Brown Norway rat yields insights into mammalian evolution. *Nature*. 2004. Vol. 428. Pp. 493–521.
3. Kade A. H., Kravchenko S. V., Trofimenko A. I. et al. Modern methods for assessing the level of anxiety in rodents in behavioral tests based on models without prior conditioning. *Kubanskij nauchnyj medicinskij vestnik* [Kuban Scientific Medical Bulletin]. 2018. Vol 25. Iss. 6. Pp. 171–176. (In Russ.)
4. CHajka A. V., Konoshenko E. V., Husainov D. R et al. The Porsolt test as a longitudinal method for assessing the dynamics of the emotional state of rats in a model of chronic unpredictable moderate stress. *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Biologiya. Himiya* [Scientific Notes of the V. I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry]. 2018. Vol. 4. No 2. Pp. 133–147. (In Russ.)
5. Porsolt R. D., Anton G., Blavet N., Jalfre M. Behavioural despair in rats: a new model sensitive to antidepressant treatment. *European Journal of Pharmacology*. 1978. Vol. 47. Pp 379–391.
6. Porsolt R. D., Pichon M. Le., Jalfre M. Depression: a new animal model sensitive to antidepressant treatment. *Nature*. 1977. Vol. 266. Pp. 730–732.
7. Baturin V. A., Manzhikova G. I. Rhythmic organization of forced swimming and its relation to the peculiarities of rat behavior. *ZHurnal vysshej nervnoj deyatel'nosti* [Journal of Higher Nervous Activity]. 1988. Vol. 37. Iss. 2. Pp. 293–297. (In Russ.)

8. Mamylyna N. V., YAnov A. YU. The structure and parameters of swimming behavior of animals that have suffered emotional and painful stress. *Sovremennaya medicina: aktual'nye voprosy : sb. st. po mater. II Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Modern medicine: current issues: collection of articles on mater. II International Scientific and Practical Conference]*. Novosibirsk: SibAK, 2011. Part I. Pp. 19–23. (In Russ.)
9. Trofimova N. A. The problems of studying the protective and exploratory behavior of rats in mazes to assess the level of anxiety in an experimental study of fear reactions. *The scientific heritage*. 2020. No 52. Pp. 16–23. (In Russ.)
10. Alicia A. Walf, Cheryl A. Frye. The use of the elevated plus maze as an assay of anxiety-related behavior in rodents. *Nature Protocols*. 2007. No 2. Pp. 322–328.
11. Kovalyov G. I., Vasil'eva E. V., Salimov R. M. Comparison of the behavior of mice in tests of an open field, closed and raised cruciform maze using factor analysis. *ZHurnal vysshej nervnoj deyatel'nosti [Journal of Higher Nervous Activity]*. 2019. Vol. 69. Iss. 1. Pp. 123–130. (In Russ.)
12. Nepomnyashchih V. A., Lomivorotov V. V., Deryagin M. N. et al. Oxidative stress and monoxygenase function of the liver in patients with coronary artery disease with multiple organ failure. *Obshchaya reanimatologiya [General Intensive Care]*. 2008. No4. Pp. 32–35. (In Russ.)
13. Laetitia Prut, Catherine Belzung. The open field as a paradigm to measure the effects of drugs on anxiety-like behaviors: a review. *European Journal of Pharmacology*. 2003. No 463. Pp. 3–33.
14. Majorov O. YU. Assessment of individual typological features of behavior and stability of intact male white rats based on a factor model of the normal ethological spectrum of indicators in the "open field" test. *Klinicheskaya informatika i telemedicine [Clinical Informatics and Telemedicine]*. 2011. Vol. 7. No 8. Pp. 21–32. (In Russ.)
15. Volchegorskij I. A., Dolgushin I. I., Kolesnikov O. L., Cejlikman V. E. *Eksperimental'noe modelirovanie i laboratornaya ocenka adaptivnyh reakcij organizma: monografiya [Experimental modeling and laboratory assessment of adaptive reactions of the body: monograph]*. Chelyabinsk: Publishing House of the Chelyabinsk State Pedagogical University, 2000. 167 p. (In Russ.)

### **Информация об авторах**

**Балохин Сергей Дмитриевич**, студент факультета фундаментальной медицины, Челябинский государственный университет (Россия, 454001, Челябинск, ул. Братьев Кашириных, 129)

**Истомина Дарья Николаевна**, студент факультета фундаментальной медицины, Челябинский государственный университет (Россия, 454001, Челябинск, ул. Братьев Кашириных, 129)

**Хайбулин Тимур Линарович**, студент факультета фундаментальной медицины, Челябинский государственный университет (Россия, 454001, Челябинск, ул. Братьев Кашириных, 129)

Научный руководитель **Шатилов Владислав Андреевич**, аспирант на кафедре общей и клинической патологии, учебно-научной лаборатории биохимических основ персонализированной медицины ЧелГУ, Челябинск, Россия

### **Information about the authors**

**Sergey D. Balokhin**, student of the Faculty of Fundamental Medicine, Chelyabinsk State University (129, Brothers Kashirin Street, Chelyabinsk, 454001, Russia)

**Darya N. Istomina**, student of the Faculty of Fundamental Medicine, Chelyabinsk State University (129, Brothers Kashirin Street, Chelyabinsk, 454001, Russia)

**Timur L. Khaibulin**, student of the Faculty of Fundamental Medicine, Chelyabinsk State University (129, Brothers Kashirin Street, Chelyabinsk, 454001, Russia)

Scientific supervisor **Vladislav Andreevich Shatilov**, Postgraduate student at the Department of General and Clinical Pathology, Educational and Scientific Laboratory of Biochemical Foundations of Personalized Medicine, ChelSU, Chelyabinsk, Russia

Статья поступила в редакцию / The article was submitted	10.03.2025
Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing	15.03.2025
Принята к публикации / Accepted for publication	31.03.2025

