

12+

ВЕСТНИК
ПЕРМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА



Серия № 2
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
И ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Выпуск 1/2025

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет»

12+

ВЕСТНИК
ПЕРМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА

Серия № 2
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
И ЕСТЕСТВЕННЫЕ
НАУКИ

Выпуск 1 / 2025

Электронный научный журнал

Пермь
ПГГПУ
2025

Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Серия № 2. Физико-математические и естественные науки : электронный научный журнал / главный редактор В.Г. Козлов ; редакционная коллегия выпуска : Д.А. Полежаев (ответственный редактор), А.Е. Селиванов (ответственный секретарь) ; учредитель и издатель : Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет. – Пермь, 2025. – Вып. 1. – ISSN 2308-7188. – URL: <http://www.vestnik2.pspu.ru>. – Текст (визуальный) : электронный.

Выпуск «Вестника ПГГПУ» 2025 года (серия № 2 «Физико-математические и естественные науки») ориентирован на ведущие направления фундаментальных и прикладных исследований в области биологии. Статьи, вошедшие в номер, относятся к следующим областям: зоология, ботаника, биоразнообразие экосистем Урала, охрана природы, физиология животных, термобиология рептилий, гигиена.

Издание адресовано ученым в области естественных наук, аспирантам, студентам и всем тем, кто интересуется биологией и природной родного края.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ВЕСТНИКА:

В.Г. КОЗЛОВ – д-р физ.-мат. наук, проф. кафедры физики и технологии ПГГПУ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ:

А.А. ВЯТКИН – канд. физ.-мат. наук, декан физического факультета ПГГПУ

Д.А. ПОЛЕЖАЕВ – канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры физики и технологии ПГГПУ

С.В. СУББОТИН – канд. физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории вибрационной гидромеханики

А.Е. СЕЛИВАНОВ – канд. биол. наук, зав. кафедрой биологии и географии ПГГПУ

А.Ю. ЛАВРСКИЙ – канд. биол. наук, доцент кафедры биологии и географии ПГГПУ

И.А. ЛЕБЕДИНСКИЙ – канд. биол. наук, доцент кафедры биологии и географии ПГГПУ

Н.А. ЧЕТАНОВ – канд. биол. наук, доцент кафедры биологии и географии ПГГПУ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ВЫПУСКА:

Д.А. ПОЛЕЖАЕВ – канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры физики и технологии ПГГПУ (отв. редактор)

А.Е. СЕЛИВАНОВ – канд. биол. наук, зав. кафедрой биологии и географии ПГГПУ (отв. секретарь)

Электронный журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Реестровая запись Роскомнадзора серии ЭЛ № ФС77-78184 от 27.03.2020.

Журнал размещен в НЭБ eLibrary, договор № 270-04/2014 от 28.04.2014.

Журнал зарегистрирован как сериальное сетевое издание в международном регистрационном каталоге (ISSN International Centre), ему присвоен международный стандартный сериальный номер ISSN 2308-7188.

Сайт журнала Вестник ПГГПУ. Серия № 2 «Физико-математические и естественные науки»:

URL: <http://www.vestnik2.pspu.ru>

Префикс DOI: 10.24412/2308-7188

Электронная почта журнала: vestnikPSPU@yandex.ru – Селиванову Алексею Евгеньевичу

Телефон: + 7 902 639-03-00

Издается по решению редакционно-издательского совета ПГГПУ

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ

- Безгоднов А.Г., Селиванов А.Е.**
СПИСОК ВИДОВ МОХООБРАЗНЫХ И ЛИШАЙНИКОВ,
СОБРАННЫХ НА ООПТ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ 5
- Бесогонова К.А., Мухамедшина И.А., Костицына Н.В.**
АДАПТАЦИЯ К ПРИСУТСТВИЮ ЧЕЛОВЕКА
У НЕДОМЕСТИЦИРОВАННЫХ СЕРЕБРИСТО-ЧЕРНЫХ
ЛИСИЦ КЛЕТОЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ 15
- Лаврский А.Ю., Айдуганова А.А.**
ЗАВИСИМОСТЬ РОСТА КУЛЬТУР РЕКОМБИНАНТНОГО
ШТАММА *ESCHERICHIA COLI*, СИНТЕЗИРУЮЩЕГО
АВТОФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ ПРОТЕИН, ОТ УСЛОВИЙ
КУЛЬТИВИРОВАНИЯ 25
- Лаврский А.Ю., Лаврская Е.А., Лебединский И.А.**
ВЛИЯНИЕ pH НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
ЗЕЛЕННОГО ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО БЕЛКА TURBOGFP,
СИНТЕЗИРУЕМОГО РЕКОМБИНАНТНЫМИ ШТАММАМИ
ESCHERICHIA COLI 34
- Отавина М.Л., Огарышева Н.В., Гаврилова И.Н.,
Горбунова В.В., Дубась Г.И., Бронникова А.С.**
АНАЛИЗ ХАРАКТЕРА РЕГУЛЯЦИИ ОРГАНИЗМА
И ОБРАЗА ЖИЗНИ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ
ПЕРМСКОГО КРАЯ 42
- Саралёва А.В., Соловьёва Д.В., Костицына Н.В.**
ИНКУБАЦИОННОЕ ПОВЕДЕНИЕ ТУНДРОВОГО
ЛЕБЕДЯ ОСТРОВА АЙОПЕЧАН (ЗАПАДНАЯ ЧУКОТКА)
ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ ВОЗДУХА 51
- Селиванов А.Е., Печенкина К.О., Карасев К.А., Селиванова Е.А.**
СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ *CRYPTOGRAMMA*
CRISPA (L.) R.Br. НА ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОГО КРАЯ 57

Селиванов А.Е., Шафранова А.А. БИОРАЗНООБРАЗИЕ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ В ГОРОДЕ ОЧЁР (ПЕРМСКИЙ КРАЙ).....	66
Четанов Н.А., Литвинов Н.А., Ганшук С.В., Югов М.В. МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕСТООБИТАНИЙ ПРЫТКОЙ ЯЩЕРИЦЫ <i>LACERTA AGILIS</i> LINNAEUS, 1758 ИЗ ПРИКАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ И ПРИКАМЬЯ	84
Четанов Н.А., Шардакова А.В., Клочкова Д.А. АБСОЛЮТНЫЙ ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ОПТИМУМ И ИНДЕКС ТЕРМОАДАПТАЦИИ ДВУХ ВИДОВ УЖЕЙ ПРИ СИНТОПИИ В КАМСКОМ ПРЕДУРАЛЬЕ	91

БИОЛОГИЯ

УДК 581.95(571.12); 581.555.3

DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-5-14

СПИСОК ВИДОВ МОХООБРАЗНЫХ И ЛИШАЙНИКОВ, СОБРАННЫХ НА ООПТ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Андрей Геннадьевич Безгодков, Алексей Евгеньевич Селиванов¹

¹Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, Пермь, Россия

Аннотация. Приведен список из 136 видов мохообразных и 80 видов лишайников, собранных на 12 особо охраняемых территориях Тюменской области.

Ключевые слова: флора, мхи, печеночники, лишайники, Западная Сибирь

Для цитирования: Безгодков А.Г., Селиванов А.Е. Список видов мохообразных и лишайников, собранных на ООПТ Тюменской области // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Сер. № 2. Физико-математические и естественные науки. 2025. Вып. 1. С. 5–14. DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-5-14

A LIST OF SPECIES OF BRYOPHYTES AND LICHENS COLLECTED IN PROTECTED AREAS OF TYUMEN PROVINCE

Andrey G. Bezgodov, Alexey E. Selivanov¹

¹Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia

Abstract. The list of 136 species of bryophytes and 80 species of lichens collected in 12 protected areas of Tyumen Province is provided.

Keywords: flora, mosses, hepatics, lichens, Western Siberia

For citation: Bezgodov A.G., Selivanov A.E. A list of species of bryophytes and lichens collected in protected areas of Tyumen Province // Bulletin of the Perm State Humanitarian Pedagogical University. Series No. 2. Physical, mathematical and natural sciences. 2025. Vol. 1. P. 5–14. DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-5-14

В 2013–2024 годах при предварительном обследовании ряда особо охраняемых природных территорий, а также при изучении видового состава мохообразных и лишайников г. Тобольска несколькими коллекторами была собрана

коллекция образцов, в которой выявлено 136 видов мохообразных и 80 видов лишайников, в том числе редко встречающихся в южной части Тюменской области (таблица).

Обследованные объекты:

Заказник «Абалакский природно-исторический комплекс» (Тобольский район) – Безгодов (2018), Селиванов (2018).

Заказник «Алабуга» (Аромашевский район) – Безгодов (2024), Селиванов (2024).

Заказник «Барсучье» (Сладковский район) – Безгодов (2024), Селиванов (2024).

Памятник природы «Брусничное» (Сладковский район) – Безгодов (2024), Селиванов (2024).

Заказник «Викуловский» (Викуловский район) – Безгодов (2024), Селиванов (2024).

Памятник природы «Окрестности дома отдыха «Тобольский» (г. Тобольск) – Селиванов (2024), Капитонова О.А. (2024), Капитонов В.И. (2024).

Заказник «Ереминский» (Абатский район) – Безгодов (2024), Селиванов (2024).

Заказник «Кабанский» (Сладковский район) – Безгодов (2024), Селиванов (2024).

Памятник природы «Киселевская гора с Чувашским мысом» (г. Тобольск) – Безгодов (2013, 2014), Селиванов (2024).

Памятник природы «Крюковское» (Вагайский район) – Безгодов (2024), Селиванов (2024).

Памятник природы «Озеро Соленое» (Бердюжский район) – Безгодов (2024), Селиванов (2024).

Памятник природы «Панин бугор» (г. Тобольск) – Безгодов (2014), Селиванов (2024).

Список видов

Указания о наличии отдельных видов мохообразных и лишайников содержатся в «Кадастровых делах» некоторых ООПТ [1–5]. Однако часть этих указаний вызывают сомнения, но проверить их правильность невозможно, поскольку в этих документах отсутствуют сведения об авторстве и местонахождении образцов. Поэтому мы не используем эти материалы.

Номенклатура таксонов лишайников приводится согласно сводке R. Santesson [7] с учетом последних изменений [6].

Образцы хранятся в гербарии Тобольской комплексной научной станции РАН (ТОВ), часть дублетов – в гербарии Пермского гуманитарно-педагогического университета (РПУ).

Перечень видов мохообразных и лишайников на ООПТ

Вид	Абалакский	Алабуга	Барсучье	Брусничное	Викуловский	Дом отдыха	Ереминский	Кабанский	Киселевская г.	Крюковское	Оз. Соленое	Панин бугор
Bryophyta												
<i>Abietinella abietina</i> (Hedw.) M. Fleisch.	+								+			+
<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) Bruch & al.	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Atrichum flavisetum</i> Mitt.	+					+			+			+
<i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv.						+			+			
<i>Aulacomnium palustre</i> (Hedw.) Schwägr.	+	+		+			+			+		
<i>Barbula unguiculata</i> Hedw.	+		+		+				+	+		
<i>Brachythecium albicans</i> (Hedw.) Bruch & al.										+		
<i>Brachythecium campestre</i> (Müll. Hal.) Bruch & al.	+				+			+	+			+
<i>Brachythecium capillaceum</i> (F. Weber & D. Mohr) Giacom.	+				+	+	+	+		+		+
<i>Brachythecium erythrorrhizon</i> Bruch & al.	+											
<i>Brachythecium mildeanum</i> (Schimp.) Schimp. ex Milde	+	+	+		+			+		+	+	+
<i>Brachythecium rivulare</i> Bruch & al.	+					+						
<i>Brachythecium salebrosum</i> (F. Weber & D. Mohr) Bruch & al.	+	+	+		+	+	+	+		+	+	+
<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	+				+				+	+		
<i>Bryum bimum</i> (Schreb.) Turner		+								+		
<i>Bryum capillare</i> Hedw.	+											
<i>Bryum caespiticium</i> Hedw.	+				+							+
<i>Bryum creberrimum</i> Taylor		+			+				+	+	+	
<i>Bryum lonchocaulon</i> Müll. Hal.											+	
<i>Bryum moravicum</i> Podp.	+											
<i>Bryum pseudotriquetrum</i> (Hedw.) P. Gaertn., B. Mey. et Scherb.	+			+	+	+		+				
<i>Bryum subapiculatum</i> Hampe	+											
<i>Callicladium haldanianum</i> (Grev.) H.A. Crum	+	+	+		+	+	+	+		+	+	+
<i>Calliergon cordifolium</i> (Hedw.) Kindb.	+	+				+	+			+		
<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske	+	+				+						
<i>Calliergonella lindbergii</i> (Mitt.) Hedenäs	+	+				+						
<i>Campylophyllopsis sommerfeltii</i> (Myrin) Ochyra	+	+	+		+	+	+	+		+	+	

Вид	Абалакский	Алабуга	Барсуцье	Брусничное	Викуловский	Дом отдыха	Ереминский	Кабанский	Киселевская г.	Крюковское	Оз. Соленое	Панин бугор
<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cirriphyllum piliferum</i> (Hedw.) Grout	+					+						
<i>Climacium dendroides</i> (Hedw.) F. Weber & D. Mohr	+	+			+	+				+		
<i>Dicranella crispa</i> (Hedw.) Schimp.												+
<i>Dicranella heteromalla</i> (Hedw.) Schimp.	+											
<i>Dicranella schreberiana</i> (Hedw.) Hilp. ex Crum & Anderson	+				+					+		
<i>Dicranella varia</i> (Hedw.) Schimp.	+				+				+			
<i>Dicranum flagellare</i> Hedw.	+					+						
<i>Dicranum fuscescens</i> Turner	+				+		+			+		+
<i>Dicranum montanum</i> Hedw.	+		+			+		+		+		+
<i>Dicranum polysetum</i> Sw.	+			+	+	+				+		+
<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.	+					+						+
<i>Dicranum viride</i> (Sull. & Lesq.) Lindb.						+						
<i>Didymodon fallax</i> (Hedw.) R.H. Zander	+				+				+			
<i>Drepanocladus aduncus</i> (Hedw.) Warnst.	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
<i>Drepanocladus polygamus</i> (Bruch & al.) Hedenäs	+			+	+					+	+	
<i>Drepanocladus sendtneri</i> (Schimp.) Warnst.		+										
<i>Eurhynchiastrum pulchellum</i> (Hedw.) Ignatov & Huttunen	+				+	+			+	+		+
<i>Fissidens bryoides</i> Hedw.												+
<i>Fissidens viridulus</i> (Sw.) Wahlenb.	+				+				+			+
<i>Funaria hygrometrica</i> Hedw.	+								+			
<i>Haplocladium microphyllum</i> (Hedw.) Broth.	+	+	+		+	+	+				+	
<i>Helodium blandowii</i> (F. Weber & D. Mohr) Warnst.	+	+								+		
<i>Herzogiella turfacea</i> (Lindb.) Z. Iwats.	+											
<i>Homalia trichomanoides</i> (Hedw.) Bruch & al.												+
<i>Hygroamblystegium humile</i> (P. Beauv.) Vanderp., Goffinet & Hedenäs	+		+			+	+	+		+		
<i>Hygroamblystegium varium</i> (Hedw.) Mönk.	+											
<i>Hylocomiadelphus triquetrus</i> (Hedw.) Ochyra & Stebel	+					+			+			+
<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) Bruch & al.	+					+			+	+		+
<i>Jochenia pallescens</i> (Hedw.) Hedenäs, Schlesak & D. Quandt	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Leptobryum pyriforme</i> (Hedw.) Wilson	+	+		+	+		+	+	+		+	+
<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst.	+		+		+		+	+				+
<i>Leskea polycarpa</i> Hedw.	+	+			+	+	+			+		+

Вид	Абалакский	Алабуга	Барсуць	Брусничное	Викуловский	Дом отдыха	Ереминский	Кабанский	Киселевская г.	Крюковское	Оз. Соленое	Панин бугор
<i>Lewinskya elegans</i> (Schwägr. ex Hook. & Grev.) F. Lara, Garilleti & Goffinet	+				+	+		+		+		+
<i>Mnium marginatum</i> (Dicks.) P. Beauv.	+											
<i>Mnium stellare</i> Hedw.	+											
<i>Myuroclada longiramea</i> (Müll. Hal.) M. Li, Y.F. Wang, M.S. Ignatov & S. Huttunen	+					+						+
<i>Neckera pennata</i> Hedw.	+					+						
<i>Nyholmiella obtusifolia</i> (Brid.) Holmen & Warncke	+	+	+		+	+	+	+	+	+		+
<i>Plagiomnium confertidens</i> (Lindb. & Arnell) T.J. Kop.	+											
<i>Plagiomnium cuspidatum</i> (Hedw.) T.J. Kop.	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Plagiomnium drummondii</i> (Bruch & Schimp.) T.J. Kop.	+											
<i>Plagiomnium ellipticum</i> (Brid.) T.J. Kop.	+	+				+	+			+		+
<i>Plagiomnium medium</i> (Bruch & al.) T.J. Kop.	+											
<i>Plagiomnium rostratum</i> (Schrad.) T.J. Kop.	+											
<i>Plagiothecium cavifolium</i> (Brid.) Z. Iwats.	+											
<i>Plagiothecium denticulatum</i> (Hedw.) Bruch & al.	+									+		+
<i>Plagiothecium latebricola</i> Schimp.	+											
<i>Plagiothecium rossicum</i> Ignatov & Ignatova	+											+
<i>Plagiothecium svalbardense</i> Frisvoll						+						
<i>Platygyrium repens</i> (Brid.) Bruch & al.	+	+	+		+	+	+	+		+		+
<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pogonatum urnigerum</i> (Hedw.) P. Beauv.	+											+
<i>Pohlia cruda</i> (Hedw.) Lindb.	+				+				+			+
<i>Pohlia melanodon</i> (Brid.) Shaw	+				+							
<i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) Lindb.	+	+	+	+			+	+		+	+	
<i>Pohlia proligera</i> (Lindb. ex Breidl.) Lindb. ex Arnell	+				+					+		
<i>Pohlia wahlenbergii</i> (F. Weber & D. Mohr) A.L. Andrews	+				+					+		+
<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	+											
<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	+	+			+	+		+	+	+		+
<i>Polytrichum longisetum</i> Sw. ex Brid.	+	+										
<i>Polytrichum piliferum</i> Hedw.	+											
<i>Polytrichum strictum</i> Brid.				+								
<i>Pseudobryum cinclidioides</i> (Huebener) T.J. Kop.	+											
<i>Ptilium crista-castrensis</i> (Hedw.) De Not.	+											

Вид	Абалакский	Алабуга	Барсуچه	Брусничное	Викуловский	Дом отдыха	Ереминский	Кабанский	Киселевская г.	Крюковское	Оз. Соленое	Панин бугор
<i>Pylaisia condensata</i> (Mitt.) A. Jaeger	+	+			+		+		+	+		+
<i>Pylaisia polyantha</i> (Hedw.) Bruch & al.	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rhizomnium pseudopunctatum</i> (Bruch & Schimp.) T.J. Kop.	+											
<i>Rhizomnium punctatum</i> (Hedw.) T.J. Kop.	+											
<i>Rhytidiadelphus subpinnatus</i> (Lindb.) T.J. Kop.	+											
<i>Saelania glaucescens</i> (Hedw.) Broth.	+											
<i>Sanionia uncinata</i> (Hedw.) Loeske	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sciuro-hypnum curtum</i> (Lindb.) Ignatov	+					+				+	+	+
<i>Sciuro-hypnum reflexum</i> (Starke) Ignatov & Huttunen	+	+				+						+
<i>Sciuro-hypnum starkei</i> (Brid.) Ignatov & Huttunen	+											
<i>Sphagnum angustifolium</i> (Russow) C.E.O. Jensen				+			+					
<i>Sphagnum capillifolium</i> (Ehrh.) Hedw.				+								
<i>Sphagnum divinum</i> Flatberg & K. Hassel				+			+					
<i>Sphagnum fimbriatum</i> Wilson							+			+		
<i>Sphagnum fuscum</i> (Schimp.) Klinggr.				+								
<i>Sphagnum squarrosum</i> Crome	+						+			+		
<i>Sphagnum warnstorffii</i> Russow	+											
<i>Stereodon pratensis</i> (W.D.J. Koch ex Spruce) Warnst.		+						+		+		
<i>Straminergon stramineum</i> (Dicks. ex Brid.) Hedenäs							+					
<i>Symblepharis sinensis</i> Müll. Hal.	+											+
<i>Syntrichia ruralis</i> (Hedw.) F. Weber & D. Mohr											+	
<i>Tetraphis pellucida</i> Hedw.	+											
<i>Thuidium assimile</i> (Mitt.) A. Jaeger	+											
<i>Thuidium recognitum</i> (Hedw.) Lindb.	+		+						+		+	
<i>Timmia megapolitana</i> Hedw.	+				+	+						
<i>Tortula truncata</i> (Hedw.) Mitt.	+									+		
<i>Trichodon cylindricus</i> (Hedw.) Schimp.					+					+		
<i>Weissia controversa</i> Hedw.					+							
Marchantiophyta												
<i>Blasia pusilla</i> L.	+				+					+		
<i>Blepharostoma trichophyllum</i> (L.) Dumort.	+											
<i>Cephalozia lunulifolia</i> (Dumort.) Dumort.	+											

Вид	Абалакский	Алабуга	Барсуцье	Брусничное	Викуловский	Дом отдыха	Ереминский	Кабанский	Киселевская г.	Крюковское	Оз. Соленое	Панин бугор
<i>Chiloscyphus pallescens</i> (Ehrh. ex Hoffm.) Dumort. s. l.	+											
<i>Conocephalum conicum</i> (L.) Dumort. s. l.	+											
<i>Crossocalyx hellerianus</i> (Nees ex Lindenb.) Meyl.						+						
<i>Lepidozia reptans</i> (L.) Dumort.	+											
<i>Lophocolea heteophylla</i> (Schrad.) Dumort.	+				+	+	+	+	+	+		+
<i>Lophocolea minor</i> Nees	+				+	+						+
<i>Marchantia polymorpha</i> L. s. l.	+					+						+
<i>Pellia neesiana</i> (Gottsche) Limpr.							+					
<i>Plagiochila porelloides</i> (Torrey ex Nees) Lindenb.	+											
<i>Ptilidium pulcherrimum</i> (G. Web.) Vain.	+	+	+		+	+	+	+		+		+
<i>Radula complanata</i> (L.) Dumort.	+					+						
<i>Riccardia latifrons</i> (Lindb.) Lindb.	+											
<i>Riccia fluitans</i> L.							+					
<i>Syzygiella autumnalis</i> (DC.) K. Feldberg, Vána, Hentschel & J. Heinrichs	+					+						
Ascomycota												
<i>Acarospora moenium</i> (Vain.) Räsänen										+		
<i>Amandinea punctata</i> (Hoffm.) Coppins & Scheid.	+											
<i>Arthonia apatetica</i> (A. Massal.) Th. Fr.					+		+					
<i>Arthonia punctiformis</i> Ach.												+
<i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach.	+					+						
<i>Bacidia igniarii</i> (Nyl.) Oxner		+										
<i>Bagliettoa baldensis</i> (A. Massal.) Vězda										+		
<i>Bryoria furcellata</i> (Fr.) Brodo & D. Hawksw.												+
<i>Bryoria nadvornikiana</i> (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw.	+											
<i>Buellia disciformis</i> (Fr.) Mudd						+				+		+
<i>Buellia schaeereri</i> De Not.				+		+						+
<i>Caloplaca cerina</i> (Ehrh. ex Hedw.) Th. Fr.	+	+	+		+		+	+	+	+		+
<i>Caloplaca holocarpa</i> (Hoffm. ex Ach.) A.E. Wade		+	+		+		+	+	+	+	+	+
<i>Candelariella vitellina</i> (Hoffm.) Müll. Arg.		+			+		+	+		+	+	
<i>Candelariella xanthostigma</i> (Ach.) Lettau			+	+	+			+				+
<i>Cetraria sepincola</i> (Ehrh.) Ach.				+						+		
<i>Chaenotheca ferruginea</i> (Turner ex Sm.) Mig.	+					+						

Вид	Абалакский	Алабуга	Барсуцье	Брусничное	Викуловский	Дом отдыха	Ереминский	Кабанский	Киселевская г.	Крюковское	Оз. Соленое	Панин бугор
<i>Chaenothecopsis savonica</i> (Räsänen) Tibell						+						
<i>Cladonia arbuscula</i> (Wallr.) Flot.	+								+	+		
<i>Cladonia botrytis</i> (K.G. Hagen) Willd.					+					+		+
<i>Cladonia cenotea</i> (Ach.) Schaer.	+											
<i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Spreng.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
<i>Cladonia cornuta</i> (L.) Hoffm.	+											
<i>Cladonia digitata</i> (L.) Hoffm.										+		
<i>Cladonia fimbriata</i> (L.) Fr.	+				+	+	+	+	+	+		+
<i>Cladonia glauca</i> Flörke										+		
<i>Cladonia phyllophora</i> Hoffm.	+	+										
<i>Cladonia rangiferina</i> (L.) F.H. Wigg.	+											
<i>Evernia mesomorpha</i> Nyl.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale						+						
<i>Flavopunctelia soledica</i> (Nyl.) Hale		+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
<i>Graphis scripta</i> (L.) Ach.	+					+						
<i>Heterodermia japonica</i> (M. Satô) Swinscow & Krog						+						
<i>Hypocnomyce scalaris</i> (Ach.) M. Choisy						+						
<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
<i>Japewia subaurifera</i> Muhr & Tønsberg				+								
<i>Lecanora dispersa</i> (Pers.) Röhl.					+				+	+		+
<i>Lecanora pulicaris</i> (Pers.) Ach.												+
<i>Lecanora symmicta</i> (Ach.) Ach.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
<i>Lobaria pulmonaria</i> (L.) Hoffm.	+					+						
<i>Melanelixia subargentifera</i> (Nyl.) O. Blanco & al.						+						
<i>Melanelixia subaurifera</i> (Nyl.) O. Blanco										+		
<i>Melanohalea elegantula</i> (Zahlbr.) O. Blanco & al.					+							
<i>Melanohalea exasperatula</i> (Nyl.) O. Blanco & al.								+				
<i>Melanohalea olivacea</i> (L.) O. Blanco & al.	+	+	+	+		+	+		+	+		+
<i>Melanohalea septentrionalis</i> (Lyngé) O. Blanco & al.	+									+		
<i>Nephroma parile</i> (Ach.) Ach.						+						
<i>Nephroma resupinatum</i> (L.) Ach.						+						
<i>Oxneria fallax</i> (Hepp) S.Y. Kondr. & Kärnefelt					+		+			+		
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Parmeliopsis ambigua</i> (Wulfen) Nyl.	+		+									

Вид	Абалакский	Алабуга	Барсуць	Брусничное	Викуловский	Дом отдыха	Ереминский	Кабанский	Киселевская г.	Крюковское	Оз. Соленое	Панин бугор
<i>Parmeliopsis hyperopta</i> (Ach.) Arnold												+
<i>Peltigera didactyla</i> (With.) J.R. Laundon					+					+		
<i>Peltigera lepidophora</i> (Nyl. ex Vain.) Bitter												+
<i>Peltigera polydactylon</i> (Neck.) Hoffm.						+						+
<i>Peltigera praetextata</i> (Flörke ex Sommerf.) Zopf.	+					+			+			+
<i>Peltigera scabrosa</i> Th. Fr.						+						
<i>Pertusaria albescens</i> (Huds.) M. Choisy & Werner												+
<i>Phaeophyscia ciliata</i> (Hoffm.) Moberg			+		+		+		+	+		+
<i>Phaeophyscia nigricans</i> (Flörke) Moberg		+	+		+		+	+	+	+		+
<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg		+	+		+		+	+	+	+		+
<i>Physcia adscendens</i> (Fr.) H. Olivier			+			+	+	+	+	+		+
<i>Physcia aipolia</i> (Ehrh. ex Humb.) Fűrnr.	+	+	+		+	+	+		+	+	+	+
<i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Fűrnr.												
<i>Physcia dubia</i> (Hoffm.) Lettau.	+				+		+	+	+			+
<i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.	+	+	+				+		+	+	+	
<i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC.		+										
<i>Physconia deterasa</i> (Nyl.) Poelt					+	+						+
<i>Physconia enteroxantha</i> (Nyl.) Poelt						+						
<i>Physconia perisidiosa</i> (Erichsen) Moberg		+										+
<i>Polyozosia albescens</i> (Hoffm.) S.Y. Kondr., Lökös & Farkas	+											
<i>Rinodina archaea</i> (Ach.) Arnold										+		
<i>Rinodina septentrionalis</i> Malme		+			+		+	+	+	+		
<i>Scoliciosporum chlorococcum</i> (Graewe ex Stenh.) Vězda	+											
<i>Usnea filipendula</i> Stirt.	+											+
<i>Usnea glabrescens</i> (Nyl. ex Vain.) Vain. ex Räsänen	+											
<i>Usnea subfloridana</i> Stirt.							+			+		
<i>Vulpicida pinastri</i> (Scop.) J.-E. Mattsonet M.J. Lai	+	+	+	+			+	+	+	+		+
<i>Xanthoria calcicola</i> Oxner									+			
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.			+					+			+	
<i>Xanthoria ulophyllodes</i> Räsänen.	+	+			+	+	+	+	+	+		+

Список литературы

1. Заказник регионального значения «Абалакский природно-исторический комплекс». Кадастровое дело № 035 (второй ревизионный период) / Департамент по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира и среды их обитания Тюменской области. – Тюмень, 2022. – 323 с.
2. Заказник регионального значения «Алабуга». Кадастровое дело № 023 (второй ревизионный период) / Департамент по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира и среды их обитания Тюменской области. – Тюмень, 2022. – 58 с.
3. Заказник регионального значения «Барсучье», Сладковский район. Кадастровое дело № 032 (второй ревизионный период) / Департамент по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира и среды их обитания Тюменской области. – Тюмень, 2022. – 94 с.
4. Заказник регионального значения «Викуловский», Викуловский район. Кадастровое дело № 012 (второй ревизионный период) / Департамент по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира и среды их обитания Тюменской области. – Тюмень, 2022. – 60 с.
5. Заказник регионального значения «Кабанский» в Сладковском районе. Кадастровое дело № 010 (второй ревизионный период) / Департамент по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира и среды их обитания Тюменской области. – Тюмень, 2022. – 131 с.
6. Index Fungorum [Электронный ресурс]. – URL: [http://www. speciesfungorum.org/Names/fundic.asp](http://www.speciesfungorum.org/Names/fundic.asp) (дата обращения: 08.11.2024).
7. Lichen-forming and lichenicolous fungi of Fennoscandia / R. Santesson, R. Moberg, A. Nordin et al. – Uppsala, 2004. – 359 p.

Сведения об авторах

А.Г. Безгодков (614032, г. Пермь, ул. Маршала Рыбалко, 97–16, bezgodovs@list.ru).

А.Е. Селиванов – кандидат биологических наук, декан естественнонаучного факультета, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, selivanperm@yandex.ru).

Information about the authors

A.G. Bezgodov (614032, Perm, Marshala Rybalko St., 97–16, bezgodovs@list.ru).

A.E. Selivanov – Candidate of Biological Sciences, Dean of the Natural Sciences Faculty, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, Sibirskaya St., 24, selivanperm@yandex.ru).

УДК 591.4

DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-15-24

АДАПТАЦИЯ К ПРИСУТСТВИЮ ЧЕЛОВЕКА У НЕДОМЕСТИЦИРОВАННЫХ СЕРЕБРИСТО-ЧЕРНЫХ ЛИСИЦ КЛЕТОЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ

Ксения Александровна Бесогонова¹, Ирина Андреевна Мухамедшина²,
Наталья Вячеславовна Костицына¹

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет,
Пермь, Россия

²Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия

Аннотация. Адаптируемых к сложной экспериментальной среде недоместицируемых серебристо-черных лисиц клеточного содержания тестировали на уровень терпимости к присутствию человека в течение полутора месяцев. У животных по данному параметру выявлены разнокачественные группы, из которых дальнейшему сравнению подвергали лисиц «с быстрой» и «с медленной адаптацией» к сложной стимульной ситуации. В конце эксперимента животные обеих групп демонстрировали увеличение толерантности по отношению к человеку, однако у лисиц «с быстрой адаптацией» этот процесс более выражен.

Ключевые слова: серебристо-черные лисицы, тест «на руку», доместикация, адаптация

Для цитирования: Бесогонова К.А., Мухамедшина И.А., Костицына Н.В. Адаптация к присутствию человека у недоместицированных серебристо-черных лисиц клеточного содержания // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Сер. № 2. Физико-математические и естественные науки. 2025. Вып. 1. С. 15–24. DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-15-24

ADAPTATION TO HUMAN PRESENCE IN CAPTIVE-BRED, NON-DOMESTICATED SILVER FOXES

Kseniya A. Besogonova¹, Irina A. Mukhamedshina², Natalia V. Kostitsyna¹

¹Perm State National Research University, Perm, Russia

²Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

Abstract. Non-domesticated silver foxes, kept in cages and adapted to a complex experimental environment, were tested for their level of tolerance to human presence over a period of one and a half months. The animals were categorized into qualitatively different groups based on this parameter, with subsequent comparison

focusing on foxes with «fast» and «slow adaptation» to the complex stimulus situation. By the end of the experiment, animals from both groups demonstrated an increase in tolerance towards humans; however, this process was more pronounced in foxes with «fast adaptation».

Keywords: silver foxes, hand test, domestication, adaptation

For citation: Besogonova K.A., Mukhamedshina I.A., Kostitsyna N.V. Adaptation to human presence in captive-bred, non-domesticated silver foxes // Bulletin of the Perm State Humanitarian Pedagogical University. Series No. 2. Physical, mathematical and natural sciences. 2025. Vol. 1. P. 15–24. DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-15-24

Введение

Изучение процессов доместикации играет ключевую роль в изучении когнитивной эволюции, в том числе, по мнению некоторых ученых, эволюции человека [6, 8].

Одним из наиболее эффективных способов изучения доместикации является ее воспроизведение и всестороннее изучение на лабораторной модели в режиме реального времени. Наиболее известной такой моделью стал сибирский эволюционный эксперимент по одомашниванию серебристо-черных лисиц (*Vulpes vulpes*) за авторством академика Д.К. Беляева [7].

С 1959 года по настоящее время на зооферме при Институте цитологии и генетики в г. Новосибирске проводят селекцию серебристо-черных лисиц на дружелюбное и агрессивное по отношению к человеку поведение. На ферме также существует популяция лисиц клеточного содержания, не подвергаемая селекции по поведению (группа контроля) [2, 7].

Уже в течение более 65 лет на этих трех популяциях лисиц изучаются различные аспекты одомашнивания – изменение морфологические, физиологические, генетические, поведенческие т.д. [3, 4].

Важно изучение поведенческих особенностей трех популяций лисиц для дальнейшего сравнения их между собой и оценки изменения поведения животных в результате селекции.

Объектом нашего исследования являются серебристо-черные лисицы клеточного содержания, не селекционируемые по поведению, возрастом от двух до четырех месяцев.

Цель исследования: оценить адаптацию к присутствию человека у не селекционируемых по поведению серебристо-черных лисиц клеточного содержания «с быстрой адаптацией» и «с медленной адаптацией» в течение полутора месяцев.

Задачи:

1. Отобрать наиболее устойчивых к стрессу щенков серебристо-черных неместимизируемых лисиц клеточного содержания.
2. Оценить поведенческую реакцию на контакт с человеком у серебристо-черных неместимизируемых лисиц клеточного содержания.

Материалы и методы

Исследование проводили на базе при Институте цитологии и генетики в г. Новосибирске с 11 июня по 3 августа 2025 года. Отобрали 10 наиболее стрессоустойчивых двухмесячных щенков серебристо-черных лисиц (5 самок и 5 самцов), не селекционируемых по поведению.

Отбор проводили в два этапа. Первый этап представлял собой тест «на миску», с помощью которого в экспериментальную группу отбирали ручных лисиц. Поскольку не селекционируемые по поведению лисицы склонны проявлять осторожность и опасаться посторонних предметов [4], отбирали всех особей, начинавших поедать лакомство.

В общей сложности «на миску» протестировали 116 не селекционируемых лисиц, из которых 50 выбрали для второго этапа отбора (рис. 1).



Рис. 1. Отбор животных «на миску»

Второй этап отбора проходил в закрытом вольере площадью 3 × 6 м. Из деревянных коробок, листов ДВП и металлической решетки соорудили полосу препятствий, разделяющую вольер на две секции (рис. 2, 3). Ящики использовали

как цельные, так и с отверстием в одной из граней (направление отверстия обозначено на схеме). Ящики с отверстиями имитировали нору, животные могли забираться внутрь. Листы ДВП ставили вертикально на землю или клали горизонтально на ящики целиком или прислоняя к ящикам одной стороной. По сложенным на ящики или прислоненным к ним листам ДВП животные также могли перемещаться. Лисицы могли преодолеть преграду различными путями, в том числе перебравшись по верху (по листам ДВП) или перепрыгнув через ящики. В первую секцию помещали животное в открытой переноске, во вторую ставили миску с кусочками лакомства. Выбирали животных, которые в течение 10 минут, преодолев полосу препятствий, перебирались из секции с переноской в секцию с миской. В случаях, когда животное не выходило из переноски в течение 5 минут, отбор прекращали.



Рис. 2. Схема полосы препятствий на втором этапе отбора не селекционируемых по поведению лисиц

Животных, которые прошли второй этап отбора, условно делили на две группы. Лисиц, которые, перебравшись на противоположную сторону, начинали поедать корм, относили к животным «с быстрой адаптацией», всех остальных – к животным «с медленной адаптацией» к сложной стимульной ситуации.

Представителей этих двух групп по умолчанию считали имеющими врожденные поведенческие отличия.



Рис. 3. Полоса препятствий, вид из секции 2 (фото автора)

В экспериментальную группу диких лисиц отобрали 10 животных, из которых 5 особей с быстрой адаптацией и 5 особей с медленной адаптацией.

Далее всех животных, успешно прошедших отбор, поэтапно адаптировали к сложной среде. Особей в течение полутора месяцев по одному приносили в вольер, в котором проходил второй этап отбора. В вольере сохранили обогащенную среду, которую видоизменяли с каждым новым этапом адаптации.

Особей, определенных в группу животных с медленной адаптацией, помещали в вольер от восьми до девяти раз. Особей с быстрой адаптацией помещали в сложную экспериментальную среду семь раз.

Во время первых трех – пяти этапов (включая отбор) сложная среда представляла собой полосу ходов и лазов, идентичную таковой на этапе отбора и несколько видоизмененную. На последних четырех этапах полосу полностью убрали из вольера, заменив ее установкой для теста на способность к экстраполяции Л.В. Крушинского [5].

Перед каждым из этапов отбора, а также перед каждым из этапов адаптации к сложной среде животных тестировали «на руку».

С его помощью поведение зверя оценивают, вводя руку в рукавице через открытую дверь [1]. В нашем варианте теста экспериментатор помещал руку в клетку с животным и инициировал контакт, после чего присваивал реакции животного балл от 1 до 6 (рис. 4).



Рис. 4. Тест «на руку»

Начиная со второго этапа отбора тест модифицировали – экспериментатор не просто инициировал тактильный контакт с животным, но и вынимал его из домашней клетки для транспортировки в вольер с обогащенной средой.

Реакцию животных оценивали по шестибалльной шкале, где наименьшее количество баллов получали особи, наименее приспособленные к контактам с человеком, а максимальное – особи с наибольшей стрессоустойчивостью по отношению к таковым (табл. 1).

Таблица 1

Шестибалльная система оценивания реакции животного на контакт с человеком

Оценка реакции животного на контакт с человеком в баллах	Пояснение
0	Животное активно защищалось, вокализировало, набрасывалось на руку экспериментатора
1	Животное активно защищалось, вокализировало, кусало руку экспериментатора при попытке инициации тактильного контакта
2	Животное вжималось в дальнюю стенку клетки, при попытке дотронуться до него вокализировало, кусало руку экспериментатора
3	Животное вжималось в дальнюю стенку клетки, пыталось увернуться от руки
4	Животное сидело неподвижно, допускало тактильный контакт, но при контакте вокализировало
5	Животное вжималось в дальнюю стенку клетки, но допускало тактильный контакт
6	Животное сидело неподвижно, допускало тактильный контакт

В данной статье проводили сравнение адаптации к присутствию человека у не селекционируемых серебристо-черных лисиц двух групп – «с быстрой» и «с медленной» адаптацией после длительной серии занятий с когнитивной нагрузкой.

Обработку результатов проводили в среде Microsoft Excel, а также past4.09. Достоверность отличий оценивали по критерию Манна – Уитни.

Все фотографии, размещенные во второй публикации, сделаны автором.

Результаты и их обсуждение

В целом животные обеих групп в начале эксперимента демонстрировали менее толерантное отношение к человеку, нежели в его конце (табл. 2, рис. 4). Целесообразно сравнивать поведение животных на втором этапе отбора с его поведением на последнем этапе адаптации, поскольку именно на втором этапе отбора лисиц впервые вынимали из домашней клетки и помещали в вольер. Оценка реакции животных в среднем выросла с 2,6 до 3,3 баллов. При этом наименее толерантно животные отнеслись к человеку на втором этапе отбора, когда при проведении теста, человек не просто инициировал контакт с животным, но и вынимал животное из домашней клетки. Наиболее толерантно лисицы реагировали на человека на пятом этапе адаптации, тогда средний балл для всех тестируемых животных составил 4 (см. табл. 2).

После проведения пятого этапа адаптации, средняя оценка реакции животных на контакт с человеком падает сначала до 3,8, а затем до 3,3 баллов соответственно, что возможно связать с изменением условий проведения эксперимента внутри вольера.

В таблице ниже также продемонстрированы отличия динамики поведенческих реакций животных с быстрой адаптацией от поведения животных с медленной адаптацией. Во время первого этапа отбора, когда животных не вынимали из домашней клетки, лисицы с быстрой адаптацией демонстрировали менее толерантное отношение к контакту с человеком, нежели животные другой группы (средняя оценка по итогу теста «на руку» составляла 3 балла для лисиц с быстрой и 3,3 балла для лисиц с медленной адаптацией), однако при модификации теста, предполагающей изъятие животных из клетки, лисицы с быстрой адаптацией оказались терпимее, нежели животные с медленной (средний балл составил 2,8, по сравнению с баллом 2,4 у животных другой группы).

При первом же этапе адаптации средний балл оценки теста «на руку» у животных с быстрой адаптацией резко вырос до 3,4 баллов. Вырос таковой и у животных с медленной адаптацией, однако менее выражено – до 2,8 баллов. На этом и всех последующих этапах эксперимента лисицы с быстрой адаптацией демонстрировали к человеку более толерантное отношение, чем лисицы с медленной.

В целом животные с быстрой адаптацией более склонны к толерантному отношению к человеку, нежели животные с медленной – средняя оценка их реакции во время всего эксперимента составила 3,7, в то время как средняя оценка реакции животных другой группы составила 3 балла.

При этом максимальный балл для лисиц с медленной адаптацией составил 4, а для лисиц с быстрой – 4,8.

Таблица 2

Оценка реакции животного на разных этапах проведения эксперимента в баллах

Индивидуальный номер животного	Пол	Оценка реакции животного на разных этапах проведения эксперимента в баллах									
		Этапы отбора		Этапы адаптации							
		1	2	1	2	3	4	5	6	7	8
Лисицы с быстрой адаптацией											
216 1	Ж	1	1	1	–	–	2	2	1	2	2
362 1	Ж	6	6	6	–	–	6	6	6	6	6
258 1	М	6	3	3	–	–	5	6	2	6	6
464 3	М	1	2	5	–	–	2	4	3	4	2
358 1	М	1	2	2	–	–	4	4	6	6	2
Среднее значение		3	2,8	3,4	–	–	3,8	4,4	3,6	4,8	3,6
Лисицы с медленной адаптацией											
362 2	Ж	6	5	5	2	–	6	5	6	2	6
4708 2	Ж	6	5	6	6	–	2	6	6	6	5
228 2	Ж	1,5	1	2	2	–	1	4	6		
226 5	М	2	0	0	1	2	2	2	2	2	2
4708 3	М	1	1	1	2	–	1	1	1	1	1
Среднее значение		3,3	2,4	2,8	2,6	2	3,1	4	3,9	3	3
Среднее значение для лисиц с быстрой и медленной адаптацией		3,2	2,6	3,1	2,6	2	3,5	3,5	4,2	3,8	3,3

Достоверность отличий оценивали по критерию Манна – Уитни. Сравнивали между собой оценку поведения животных между группами и внутри групп на первом и втором этапе отбора, на первом этапе отбора и первом этапе адаптации, на первом этапе адаптации и на последнем этапе адаптации, а также на втором этапе отбора и последнем этапе адаптации. Несмотря на заметные визуальные отличия, тест Манна – Уитни показал, что во всех случаях они недостоверны.

Заключение

Недоместицируемые серебристо-черные лисицы клеточного содержания способны демонстрировать пластичность в поведении, при повторяющихся контактах с человеком показывать тенденцию к повышению средней оценки реакции на контакт.

Важными стрессогенными факторами, повлиявшими на поведение животных во время эксперимента, являлась процедура извлечения из домашней клетки, а также смена знакомой экспериментальной обстановки во время адаптации к сложной среде.

Несмотря на визуально наблюдаемые положительные изменения в поведении, статистический анализ с использованием критерия Манна – Уитни не выявил достоверных различий между ключевыми этапами эксперимента как внутри, так и между группами. Высокая индивидуальная изменчивость поведенческих реакций у не селекционированных лисиц на данном этапе исследований, тем не менее, позволяет проследить тенденции в изменении поведения экспериментальных животных: возрастание толерантности по отношению к человеку в ходе проводимой тренировки когнитивных функций и более выраженную реакцию у лисиц «с быстрой адаптацией» к сложной стимульной ситуации.

Список литературы

1. Брагина С.В., Плотников И.А. Влияние типа поведения лисиц на показатели воспроизводства // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. – 2012. – № 1.
2. Дугаткин Л.А., Трут Л.Н. Как приручить лису (и превратить в собаку): сибирский эволюционный эксперимент. – М. : Альпина нон-фикшн, 2019. – 295 с.
3. Изменения гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы при отборе животных на доместикационное поведение / И.Н. Оськина, Ю.Э. Гербек, С.Г. Шихевич и др. // Вестник ВОГиС. – 2008. – Т. 12, № 1/2. – С. 39–49.
4. Мухамедшина И.А., Харламова А.В., Трут Л.Н. Некоторые особенности высшей нервной деятельности лисиц и влияние на них отбора по социальным реакциям человека // Журнал высшей нервной деятельности. – 2019. – Т. 69, № 1. – С. 88–97.
5. Мухамедшина И.А., Харламова А.В., Трут Л.Н. Поведение доместизируемых и агрессивных лисиц в ситуации выбора между разными количествами кусочков пищи // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2019. – Т. 69, № 5. – С. 590–600.
6. Розов Н.С. Становление речи и сознания в антропогенезе: эволюционные драйверы и социально-психологические механизмы // Культурно-историческая психология. – 2022. – Т. 18, № 4. – С. 111–118.
7. Трут Л.Н., Плюснина И.З., Оськина И.Н. Эксперимент по доместикации лисиц и дискуссионные вопросы эволюции собак // Генетика. – 2004. – Т. 40, № 6. – С. 794–807.
8. Trut L.N. Early canid domestication: the farm-fox experiment // American Scientist. – 1999. – Vol. 87. – P. 160–169.

Сведения об авторах

К.А. Бесогонова – студентка II курса магистратуры кафедры зоологии позвоночных и экологии, Пермский государственный национальный исследовательский университет (614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15, kseniya.besogonova@yandex.ru).

И.А. Мухамедшина – кандидат биологических наук, инженер-исследователь лаборатории эволюционной генетики, Институт цитологии и генетики СО РАН (685099, г. Новосибирск, пр-т. Ак. Лаврентьева, 10, aden_66@mail.ru).

Н.В. Костицына – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры зоологии позвоночных и экологии. Пермский государственный национальный исследовательский университет (614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15, biology.psu@yandex.ru).

Information about the authors

K.A. Besogonova – Second Year Master's Student in the Department of Vertebrate Zoology and Ecology, Perm State National Research University (614990, Perm, Bukireva St., 15, kseniya.besogonova@yandex.ru).

I.A. Mukhamedshina – Candidate of Biological Sciences, Research Engineer Laboratory of Evolutionary Genetics, Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (630090, Novosibirsk, Akademika Lavrentjeva Ave., 10, aden_66@mail.ru).

N.V. Kostitsyna – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor Do-cent of the Department of Vertebrate Zoology and Ecology, Perm State National Research University (614990, Perm, Bukireva St., 15, biology.psu@yandex.ru).

УДК 577.2

DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-25-33

**ЗАВИСИМОСТЬ РОСТА КУЛЬТУР РЕКОМБИНАНТНОГО
ШТАММА *ESCHERICHIA COLI*, СИНТЕЗИРУЮЩЕГО
АВТОФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ ПРОТЕИН,
ОТ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ**

Алексей Юрьевич Лаврский, Алина Алексеевна Айдуганова

Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, Пермь,
Россия

Аннотация. Представлены результаты исследования динамики роста рекомбинантного штамма *Escherichia coli*, синтезирующего флуоресцентный белок TurboGFP, на агаризованных питательных средах двух известных производителей: ГНЦ ПМБ г. Оболensk и ООО «Биотехновация». Установлено, что концентрация селективирующего фактора по-разному влияет на рост культуры бактерий – продуцентов, выращиваемых на разных средах.

Ключевые слова: *Escherichia coli*, TurboGFP, питательная среда, селективирующий фактор, концентрация

Для цитирования: Лаврский А.Ю., Айдуганова А.А. Зависимость роста культур рекомбинантного штамма *Escherichia coli*, синтезирующего автофлуоресцентный протеин, от условий культивирования // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Сер. № 2. Физико-математические и естественные науки. 2025. Вып. 1. С. 25–33. DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-25-33

**THE DEPENDENCE OF THE GROWTH OF CULTURES
OF THE RECOMBINANT STRAIN OF *ESCHERICHIA COLI*
SYNTHESIZING AUTOFLUORESCENT PROTEIN
ON THE CULTIVATION CONDITIONS**

Aleksei Y. Lavrskiy, Alina A. Aiduganova

Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia

Abstract. The article presents the results of a study of the growth dynamics of a recombinant *Escherichia coli* strain synthesizing the fluorescent protein TurboGFP on agarized nutrient media from two well-known manufacturers: the State Scientific Center for Applied Microbiology and Biotechnology in Obolensk and

Biotechnovatsiya LLC. It has been established that the concentration of the selecting factor has different effects on the growth of bacterial cultures – producers grown in different media.

Keywords: *Escherichia coli*, TurboGFP, nutrient medium, selective factor, concentration

For citation: Lavrskiy A.Y., Aiduganova A.A. The dependence of the growth of cultures of the recombinant strain of *Escherichia coli* synthesizing autofluorescent protein on the cultivation conditions // Bulletin of the Perm State Humanitarian Pedagogical University. Series No. 2. Physical, mathematical and natural sciences. 2025. Vol. 1. P. 25–33. DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-25-33

Микробиологический синтез сложных органических соединений – бурно развивающаяся отрасль современных микробных биотехнологий, многие методы которой стали классическими. Самыми распространенными продуцентами целевых веществ являются различные штаммы *Escherichia coli*, нередко *Bacillus subtilis* и некоторых других модельных культур бактерий.

Бактериальные клетки в культуре могут быть носителем генетических библиотек, специфических генно-инженерных плазмид, продуцировать сложную небелковую органику, а также осуществлять экспрессию чужеродных генов и их групп, с синтезом результирующих белков [1, 3, 4].

При трансформации компетентных клеток в вектор нередко наряду с геном устойчивости к селектирующему фактору (антибиотику) в качестве репортерного гена включают последовательность какого-либо автофлуоресцентного протеина. Такой подход позволяет, наряду с сине-белой селекцией быстро выявлять трансформантов в культуре. Кроме того, белки данного семейства сами по себе являются объектом многих исследований, так как обладают рядом полезных свойств [3, 4].

Флуоресцентные белки и их мутантные разновидности используются как спектральные метки, как на уровне клеток и тканей, так и для отдельных молекул. Некоторые их разновидности функциональны (обладают флуорофором) в виде мономеров, что позволяет создавать с ними химерные конструкции, и осуществлять мониторинг молекул в клетке в процессе ее жизнедеятельности [4, 5].

При наличии бактериальных регуляторных элементов такие белки могут синтезироваться в прокариотических клетках, и впоследствии извлекаться, для дальнейшего использования, как и другие продукты синтеза.

Такая система может быть удобной моделью для изучения влияния факторов культивирования на динамику выхода продуктов микробиологического синтеза, поскольку концентрацию синтетических продуктов можно контролировать оптическими методами без разрушения клеток [3, 4].

Многие бактерии в их естественной среде обитания существуют в виде биопленок, включающих десятки и сотни их видов, объединенных консортивными взаимодействиями, и *E. coli* не является исключением. По этим причинам, можно предположить, что в чистой культуре бактерии испытывают ряд стрессов культивирования, особенно это касается штаммов продуцентов, вынужденных нести метаболическую нагрузку при работе селективных генов, а также целевых генетических конструкций, результатом работы которых является целевой продукт. Оценка роста и эффективности синтеза целевых белков на средах разных производителей позволяет выявить наилучшее ее соотношение с условиями культивирования, а также материальными затратами.

Данное исследование направлено на изучение динамики роста кишечной палочки штамма «XL-GFP1» синтезирующей мутантный флуоресцентный белок.

Целью данной работы является изучение динамики роста *Escherichia coli* рекомбинантного штамма «XL-GFP1» синтезирующей флуоресцентный белок на агаризованных средах разных производителей, при различных концентрациях селективирующего фактора.

Задачи:

1. Изучить динамику роста *Escherichia coli* рекомбинантного штамма «XL-GFP1» в питательной среде производства ООО «Биотехновация», а также в питательной среде производства ГНЦ ПМБ г. Оболенск при различных концентрациях селективирующего антибиотика.

2. Выявить концентрации селективирующего фактора, при которых наблюдается наибольший прирост культур трансформантов.

3. Оценить влияние питательной среды, и установить оптимальное соотношение условий культивирования для роста и синтеза АРР исследуемым штаммом *E. coli*.

Материалы и методы исследований

В работе использовался штамм – продуцент на основе *E. coli* «XL-GFP1», полученный ранее в нашей лаборатории на основе модельного штамма XL1-blue путем трансформации плазмидным вектором, с использованием генетических конструкций компании Evrogen [6].

В качестве исходного материала для посева целесообразно использование суточной суспензионной культуры. Для этого стерильный ГРМ – бульон в полипропиленовых пробирках 15 мл, содержащих по 5 мл среды, с вечера инокулировался культуральной массой из колоний на агаризованной среде, после чего помещался в орбитальный шейкер – термостат, где инкубировался при температуре 37 °С в течение 24 ч.

Культивирование *E. coli* осуществлялось на агаризованных питательных средах. В работе использовались 2 вида питательного ГРМ – агара: производства «Государственного научного центра прикладной микробиологии и биотехнологии (ГНЦ ПМБ)» г. Оболенск (далее – з-д г. Оболенск) и ООО «Биотехновация» (далее – БТН).

Для учета динамики роста и синтеза АФР использовался «матричный посев» применяемый в более ранних работах, так как такая модель позволяет получить наиболее схожие колонии в определенных участках поверхности среды, что облегчает учет роста культур [2]. Минимальная неравномерность размера получаемых колоний, обусловленная естественными причинами, устраняется математической обработкой результатов измерений.

Матричный посев осуществлялся по шаблону, помещаемому под чашку Петри, после чего микрокапли суспензии наносились единичным касанием 8 одинаковых микропетель на общей ручке. Стерилизация инструмента осуществлялась в пламени спиртовки, по тому же принципу, что и стандартной петли. Микрокапли наносились матрицей 8×8 над крестовыми метками или «узлами» решетки шаблона (рис. 1а).

Установка представляет собой светозащитный кожух, включающий термостат, автосамплер на 4 чашки Петри, источники белого и мягкого УФ-излучения, а также систему растровой регистрации изображений.

Последний компонент включает объектив, сменный моторизированный барабан светофильтров и чувствительный оптический CCD-сенсор разрешением 1,3 мегапикселя. Контроль флуоресценции важен, так как колонии, теряющие ген АФР, растут быстрее и могут исказить результаты измерений. Это происходит довольно редко, и такие колонии исключались из измерений.

При закладке каждого эксперимента в установку помещались 4 чашки Петри, которые подвергались регулярным измерениям в течение всего периода, находясь при постоянной температуре.

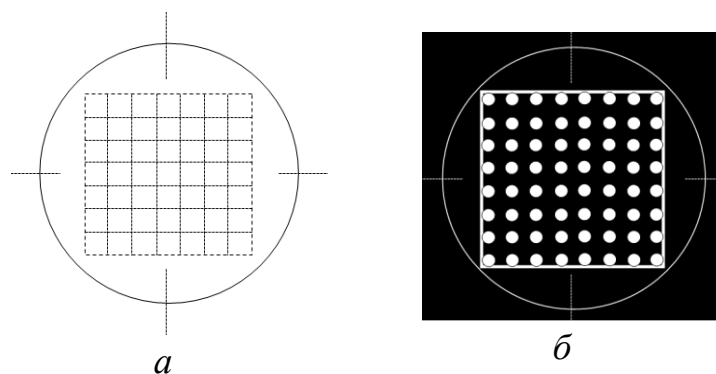


Рис. 1. Шаблон для матричного посева бактериальных культур на агаризованные среды (а); таблица для юстировки и калибровки оптической системы прибора соответствующая геометрии шаблона (б)

Установка позволяет экспонировать закрытые чашки, но силикатное стекло крышек экранирует УФ-излучение, необходимое для возбуждения флуоресценции АФР, поэтому чашки инкубировались в перевернутом положении (агаром к объективу и излучателям) и закрывались натянутыми стерильными мембранами из стрейч-пленки, стерилизованными с помощью озонатора или СВЧ-излучения. Тонкая пленка обладает хорошей оптической прозрачностью и стабильной толщиной, а неплотный ее контакт с краями чашки позволяет проникать атмосферному кислороду.

Каждое измерение состояло из 2 снимков – при белом свете, без светофильтра и при УФ-освещении со светофильтром в тракте камеры (рис. 2).

Использовался фильтр со спектральным окном 460–517 нм, в которое попадает пик эмиссии GFP / TurboGFP – 508 ± 2 нм.

Инкубация проходила при выключенных источниках излучений при постоянной температуре 37 °С.

Такой подход позволяет учитывать общий рост колоний, независимо от содержания в них АФР, а также контролировать синтез флуоресцентного протеина (в данном случае зеленого) по его оптическому отклику через светофильтр. Собственная флуоресценция среды и колоний относительно невелика и легко поглощается фильтром и устраняется постобработкой.

Для обработки снимков и измерений на них использовалась свободно распространяемая программа «Imagej v1.50i». Для планиметрических измерений вся система, включая постобработку с помощью скриптов, калибровалась с помощью съемки шаблонов с известной площадью, помещаемых в пустую чашку Петри.

Параметры камеры и обработки строго фиксировались, что позволяет сравнивать полученные данные и осуществлять не только планиметрические, но и потенциально фотометрические измерения.

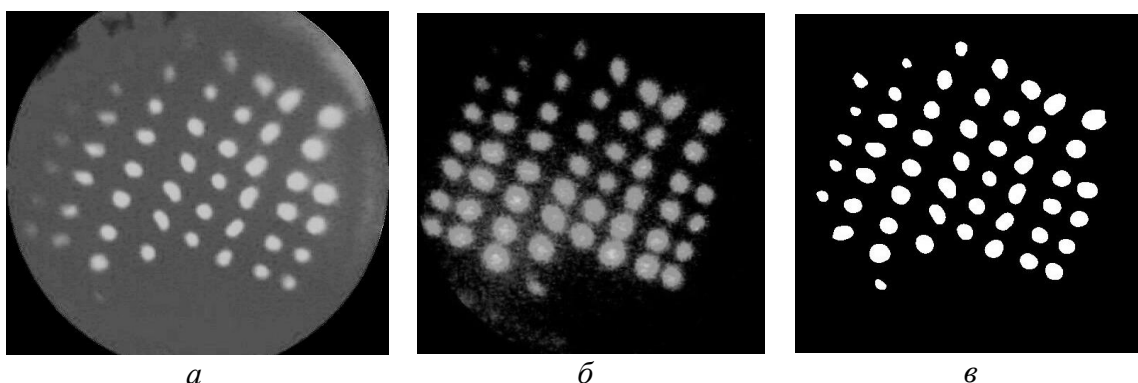


Рис. 2. Снимки «матрицы» колоний на агаризованной среде в поле зрения камеры прибора: а – изображение в белом свете, без светофильтра; б – изображение флуоресценции в У.Ф. через зеленый светофильтр (детекция GFP); в – результат постобработки изображения «а» в программе «ImageJ» для подсчета площади колоний

Математическая обработка данных осуществлялась в Microsoft Excel 2010 и Past с использованием стандартных методов математической статистики. Для оценки характера распределения величин использовался критерий Шапиро – Уилка, для сравнения выборок – критерий Манна – Уитни.

Результаты и их обсуждение

В результате были получены данные, отражающие динамику роста культур *E. coli* XL-GFP1 при различных концентрациях селективирующего антибиотика на питательных средах производства г. Оболенск и «Биотехновация». Снимки производились через 12, 48 и 97 ч. В таблице представлены результаты измерений площади колоний, в динамике, а также их соответственное сравнение.

Стандартной следует считать концентрацию в 100 мг/л селективирующего фактора (антибиотика пенициллинового ряда) указываемую в большинстве литературных источников [1, 3, 4, 7]. В расчетах эта концентрация, в среде пр-ва г. Оболенск (как наиболее традиционной) используется для контрольной группы. Положительное значение разности следует понимать, как увеличение прироста, отрицательное – как уменьшение по сравнению с контролем. В секции таблицы соответственного сравнения приведены отличия между культурами на средах с соответствующими концентрациями в данное время.

Динамика роста колоний *E. coli* XL-GFP1 на исследуемых средах при разной концентрации селективирующего антибиотика ($n = 50 - 121$; $p \leq 0,05$)

Среда ↓	Время инкубации (ч) →	12	48	97
ГНЦ ПМБ г. Оболенск (Об.)	С (антибиотика) мг/л ↓	$X \pm m$ (мм²)	$X \pm m$ (мм²)	$X \pm m$ (мм²)
	100 (контроль)	7,2 ± 0,8	7,9 ± 0,8	10,2 ± 0,7
	300	5,4 ± 0,4	7,0 ± 0,8	12,0 ± 0,9
	400	10,0 ± 0,5	10,3 ± 0,5	17,8 ± 0,8
	600	12,0 ± 0,8	13,6 ± 1,2	13,6 ± 0,6
ООО «Биотехновация» (БТН)	С (антибиотика) мг/л	$X \pm m$ (мм²)	$X \pm m$ (мм²)	$X \pm m$ (мм²)
	100	10,5 ± 0,8	16,7 ± 0,9	18,4 ± 0,8
	300	9,9 ± 0,6	14,3 ± 0,8	25,8 ± 1,2
	400	5,7 ± 0,5	14,0 ± 0,5	16,0 ± 0,6
	600	7,6 ± 0,6	10,1 ± 0,5	17,7 ± 0,7
Сравнение разность (d); разность, % (d %);	Соответственно	d / d (%)	d / d (%)	d / d (%)
	100	3,4/ 47,3	8,8/ 111,7	8,2/ 80,2
	300	4,4/ 81,9	7,3/ 104,5	13,8/ 114,7
	400	-4,3/ -43,3	3,8/ 36,9	–
	600	-4,4/ -36,8	-3,5/ -25,6	4,1/ 30,1
	БТН с контролем	d / d (%)	d / d (%)	d / d (%)
	100	3,4/ 47,3	8,8/ 111,7	8,2/ 80,2
	300	2,7/ 38,1	6,4/ 80,5	15,5/ 152,0
	400	–	6,2/ 77,9	5,8/ 56,8
	600	–	2,2/ 28,2	7,5/ 73,6

В данной работе также применяются среды с повышенными концентрациями, это оправдано тем, что антибиотик частично разрушается при долгом культивировании, и трансформанты могут терять целевую генетическую конструкцию, не испытывая давления селективирующего фактора. Увеличенные концентрации антибиотика позволяют растянуть во времени этот процесс, без видимого ущерба для жизнеспособности культуры.

Из таблицы видно, что влияние на рост колоний, нелинейно зависит от концентрации, а также по-разному проявляется с течением времени. В графическом виде динамику роста колоний можно оценить на рис. 3.

Наиболее благоприятной для роста *E. coli* на питательной среде производства г. Оболенск была отмечена концентрация антибиотика 400 мг/л, что составляет +73,8 % по сравнению с контролем (г. Оболенск, 100 мг/л) и наибольший показатель средней площади $17,8 \pm 0,8$ при инкубации 97 ч. при такой же концентрации селективирующего фактора. Можно отметить, что при инкубации в 97 ч. прирост колоний демонстрирует более – менее линейную положительную зависимость от содержания антибиотика до 400 мг/л включительно. В других временных интервалах, наблюдается похожая тенденция при концентрациях от 300 мг/л и выше.

В среде производства ООО «Биотехновация» наблюдаемая динамика роста культур несколько отличается. Положительное влияние на рост отказывает концентрация 300 мг/л, что составляет $25,8 \pm 1,2$ мм² или +152,0 % по сравнению с контрольной группой того же возраста на среде г. Оболенск при росте за 97 ч.

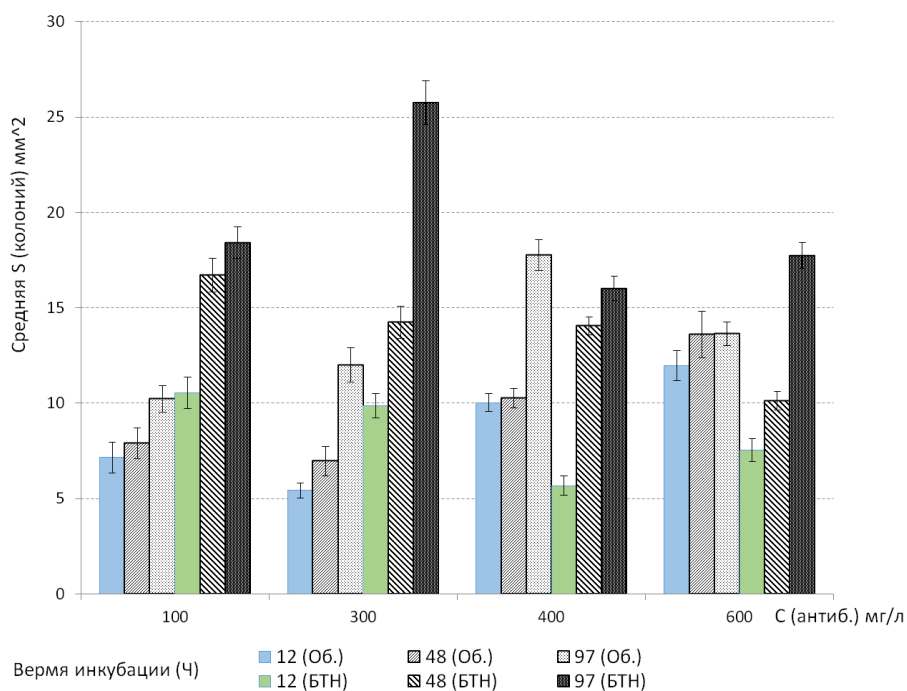


Рис. 3. Динамика роста колоний *E. coli* XL-GFP1 на исследуемых средах при разной концентрации селективирующего антибиотика: г. Оболенск (Об.) и «Биотехновация» (БТН)

На гистограмме видно, что зависимости прироста от концентрации не линейны, и не укладываются в простую и очевидную модель, исключение при этом составляет только прирост культур за 48 ч, где можно заметить обратную зависимость.

Обобщив данные таблицы соответственного сравнения динамики роста культур на исследуемых средах, можно сделать вывод, что в основном среда производства ООО «Биотехновация» более благоприятна для поверхностной культуры трансформантов *E. coli*. Это проявляется в положительных отличиях прироста от 28,2 до 152,0 %. Исключение составляют только ранние отрезки времени, где при больших концентрациях от 400 мг/л наблюдается отставание прироста на 25,6–33,3 %, но только при сравнении культур аналогичных концентраций. С контролем этот эффект не подтверждается.

Выводы

1. При культивировании *Escherichia coli* рекомбинантного штамма – продуцента AFP «XL-GFP1» на двух различных вариантах общей агаризованной питательной среды было установлено, что динамика роста существенно отличается. На среде производства ООО «Биотехновация» культура демонстрирует больший прирост в большей части измерений, чем на среде производства завода ГНЦ ПМБ г. Оболенск.

2. Концентрация селективирующего фактора (антибиотика) неоднозначно влияет на рост культур в условиях эксперимента.

На среде производства ГНЦ ПМБ г. Оболенск, повышение концентрации преимущественно стимулирует рост, что требует более детального изучения. Среда ООО «Биотехновация» в течение первых 48 часов демонстрирует спад роста культуры при повышении концентрации, но к 97 часам эта закономерность не сохраняется. Максимумы среднего прироста за 97 ч. соответствуют $17,8 \pm 0,8 \text{ мм}^2$ при 400 мг/л для первой среды и $25,8 \pm 1,2 \text{ мм}^2$ при 300 мг/л для второй.

3. Наиболее интенсивный рост при 37 °С за период 97 ч. зафиксирован на среде производства ООО «Биотехновации» при 300 мг/л антибиотика, что на 114,7 % превышает рост культуры при идентичной концентрации в другой среде и на 152,0 % контрольной группы.

Список литературы

1. Великов В.А. Молекулярная биология. Практическое руководство : учеб. пособие. – Саратов : Саратов. источник, 2013.

2. Лаврский А.Ю., Калугина Н.Ю. Влияние микроволнового излучения различных частот на рост культур *Escherichia coli* // Вестник ПГГПУ. Серия № 2. Физико-математические и естественные науки. – 2020. – № 1. – С. 36–44.

3. Получение рекомбинантных по генам *pssA* и *rosR* ризобиальных штаммов, меченных флуоресцентным белком GFP / А.М. Лавина, Л.Р. Хакимова, Р.Т. Матниязов и др. // Вестник ОГУ. – 2017. – № 9 (209).

4. Получение флуоресцентно меченного эндофитного штамма бактерий *Herbaspirillum lusitanum* p6-12 для их детекции *in vivo* и *in vitro* / А.Р. Багавова, Н.С. Величко, Т.Е. Пылаев, Ю.П. Федоненко // Известия Саратовского университета. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. – 2021. – № 3.

5. Спектральное разнообразие членов семейства зеленого флуоресцентного белка в гидроидных медузах (*Cnidaria, Hydrozoa*) / Ю.Г. Янушевич, Д.А. Шагин, А.Ф. Фрадков и др. // Биоорганическая химия. – 2005. – Т. 31, № 1. – С. 49–53.

6. Green fluorescent protein TurboGFP [Электронный ресурс]. – URL: <https://evrogen.ru/protein-descriptions/TurboGFP-description.pdf> (дата обращения: 16.04.2025).

7. Maniatis T., Fritsch E.F., Sambrook J. Molecular cloning: a laboratory manual. – N. Y. : Cold Spring Harbor Laboratory, 1982. – 555 p.

Сведения об авторах

А.Ю. Лаврский – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и географии, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, Lavrsky@pspu.ru).

А.А. Айдуганова – студентка V курса естественнонаучного факультета, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, alenaajduganova478@gmail.com).

Information about the authors

A.Y. Lavrskiy – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Department of Biology and Geography, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, Sibirskaya St., 24, Lavrsky@pspu.ru).

A.A. Aiduganova – V Years Student of Natural Science Faculty, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, Sibirskaya St., 24, alenaajduganova478@gmail.com).

УДК 577.2

DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-34-41

ВЛИЯНИЕ pH НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗЕЛЕНОГО ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО БЕЛКА TURBOGFP, СИНТЕЗИРУЕМОГО РЕКОМБИНАНТНЫМИ ШТАММАМИ *ESCHERICHIA COLI*

Алексей Юрьевич Лаврский¹, Екатерина Андреевна Лаврская^{1,2},
Иван Александрович Лебединский¹

¹Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, Пермь, Россия

²Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

Аннотация. Приводятся результаты исследования влияния pH на спектры возбуждения зеленого флуоресцентного белка, синтезируемого клетками *Escherichia coli*. Установлено, что сдвиги кислотности отрицательно сказываются на интенсивности флуоресценции и, кроме того, приводят к сдвигам спектральных максимумов.

Ключевые слова: спектр флуоресценции, спектр возбуждения, TurboGFP, pH, плазмидные векторы, *Escherichia coli*

Для цитирования: Лаврский А.Ю., Лаврская Е.А., Лебединский И.А. Влияние pH на спектральные особенности зеленого флуоресцентного белка TurboGFP, синтезируемого рекомбинантными штаммами *Escherichia coli* // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Сер. № 2. Физико-математические и естественные науки. 2025. Вып. 1. С. 34–41. DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-34-41

EFFECT OF pH ON SPECTRAL PROPERTIES OF THE GREEN FLUORESCENT PROTEIN TURBOGFP SYNTHESIZED BY RECOMBINANT STRAINS OF *ESCHERICHIA COLI*

Aleksei Y. Lavrskiy¹, Ekaterina A. Lavrskaya^{1,2}, Ivan A. Lebedinskiy¹

¹Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia

²Perm State National Research University, Perm, Russia

Abstract. The article presents the results of a study of the excitation spectra of green and recombinant fluorescent proteins synthesized by *Escherichia coli* cells, as well as the effects of the acidic and alkaline environment on their spectral properties.

It was established that shifts in pH negatively affect fluorescence intensity and also lead to shifts of its excitation spectral maximums.

Keywords: spectrum of fluorescence, excitation spectrum, TurboGFP, pH, plasmid vectors, *Escherichia coli*

For citation: Lavrskiy A.Y., Lavrskaya E.A., Lebedinskiy I.A. Effect of pH on spectral properties of the green fluorescent protein TurboGFP synthesized by recombinant strains of *Escherichia coli* // Bulletin of the Perm State Humanitarian Pedagogical University. Series No. 2. Physical, mathematical and natural sciences. 2025. Vol. 1. P. 34–41. DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-34-41

Современные направления исследований биологических систем на тканевом, клеточном и молекулярном уровне изобилуют спектральными методами. В основе большинства из них лежит флуоресценция молекул или их комплексов. Классические флуоресцентные красители известны достаточно давно и применяются в люминесцентной микроскопии, но последние несколько десятилетий все чаще отдаются предпочтения флуоресцентным белкам, синтезируемым внутри самой клетки.

Такие флуорофоры в значительной степени заменили другие метки в областях, где это целесообразно, поскольку имеют ряд преимуществ.

Молекулы автофлуоресцентных протеинов, как правило, самодостаточны, и не требуют для созревания сложных условий и кофакторов. Сами белки могут быть функциональны (формировать флуорофорную группу) в виде димеров или мономеров. Как правило, такие молекулы могут присутствовать в клетке без значительного влияния на ее физиологическое состояние и механизмы внутренней регуляции, а мономерные их варианты пригодны для создания химерных генов. Последние при экспрессии продуцируют химерные протеины, содержащие также флуорофор, в результате структуры, содержащие их легко визуализируемы методами люминесцентной или конфокальной микроскопии живых клеток и тканей [3].

На сегодняшний день известно целое семейство AFP, в том числе, полученных в результате мутаций исходного GFP морских кишечнорастворимых, но обладающих различными отличающимися спектральными характеристиками [3, 4, 5].

Гены рекомбинантных AFP на сегодняшний день стали широко распространенными репортерами, используемыми в генетической инженерии, позволяющие выявлять трансформантов, и многие компании поставляют типичные векторы для клонирования, несущие подобные конструкции [3, 4, 6]. Примером таких плазмид являются векторы компании Evrogen, включающие репортерный ген с повышенной эмиссией в зеленой области спектра TurboGFP [6].

Классические автофлуоресцентные протеины, как правило, имеют хорошо выраженные узкополосные спектральные области эмиссии (флуоресценции), что удобно для детектирования и позволяет вводить в клетку несколько подобных меток, регистрируя сигнал с помощью набора светофильтров.

Как было установлено в предыдущей работе, внешние факторы, такие как температура и pH, могут влиять на спектры флуоресценции, причем не исключительно за счет разрушения флуорофора с потерей эмиссии, а также со сдвигом спектрального максимума [2].

Таким образом, спектральные кривые эмиссии могут нести некоторую информацию о характеристиках среды вблизи флуорофора, но остается ряд открытых вопросов об их влиянии на спектры возбуждения данных молекул.

Цель данной работы – изучить зависимость спектров возбуждения автофлуоресцентного белка TurboGFP, синтезируемого рекомбинантными штаммами *Escherichia coli* в нормальных условиях и при различных pH.

Задачи:

- 1) получить эмиссионные спектры, а также спектры возбуждения рекомбинантного зеленого флуоресцентного белка TurboGFP, синтезируемого штаммами продуцентами *Escherichia coli*;
- 2) оценить влияние кислотности на спектр возбуждения исследуемого белка;
- 3) выявить характерные спектральные максимумы, или их отсутствие, проявляющиеся при нетипичных условиях. Оценить применимость измененных спектров возбуждения для идентификации молекул несущих флуорофор в условиях различной кислотности.

Материалы и методы

В работе использовались рекомбинантные штаммы *Escherichia coli*, полученные на основе модельного штамма XL1-blue, продуцирующие AFP. В данном исследовании применялись 2 штамма: XL-GFP1 и XL-GFP1-2, полученные ранее [2]. Штаммы-продуценты являются результатом трансформации плазмидными векторами компании Evrogen по стандартной методике с некоторыми модификациями [1, 2, 6, 7] и синтезируют рекомбинантный зеленый флуоресцентный белок (TurboGFP) с повышенной эмиссией.

В качестве селективного гена в плазидах присутствует ген резистентности к антибиотикам пенициллинового ряда Amp^r.

Замеры флуоресценции производились в водных растворах белков, полученных в результате деструкции клеток ультразвуком в течение 10 мин, с последующим осаждением клеточных фрагментов с помощью центрифугирования в течение 3 мин. с центробежным ускорением 10000g [2].

Для оценки влияния pH среды полученный концентрированный водный раствор белка смешивался с буферами pH = 4,1 и pH = 9,2 в пропорции 1:1.

Измерение флуоресценции осуществлялось в микропробирках объемом 200 мкл, предназначенных для real-time ПЦР, они изготовлены из тонкого пластика, прозрачны и подходят для целей измерения флуоресценции.

Для построения спектров возбуждения флуоресценции использовалась усовершенствованная установка – спектрофлуориметр, включающая два отдельных монохроматора и блок оцифровки сигнала на основе 24-битного аналого-цифрового преобразователя (АЦП).

В тракте возбуждения флуоресценции использовался монохроматор и блок источников излучения спектрофотометра ЛОМО СФ-26. В качестве источника применялись дейтериевая лампа и лампа накаливания. Блок возбуждения флуоресценции, рассчитанный на пробирку для ПЦР объемом 200 мкл, применялся тот же, что и в предыдущей работе [2]. Тракт регистрации флуоресценции был построен на основе универсального монохроматора МУМ-2, и блока фотоэлементов. Обобщенная схема установки спектрофлуориметра приведена на рис. 1. Узлы монохроматора подробно показаны на примере МУМ-2, следует иметь в виду, что данная схема в большей степени функциональна и в ней опущены некоторые незначительные конструктивные особенности установки.

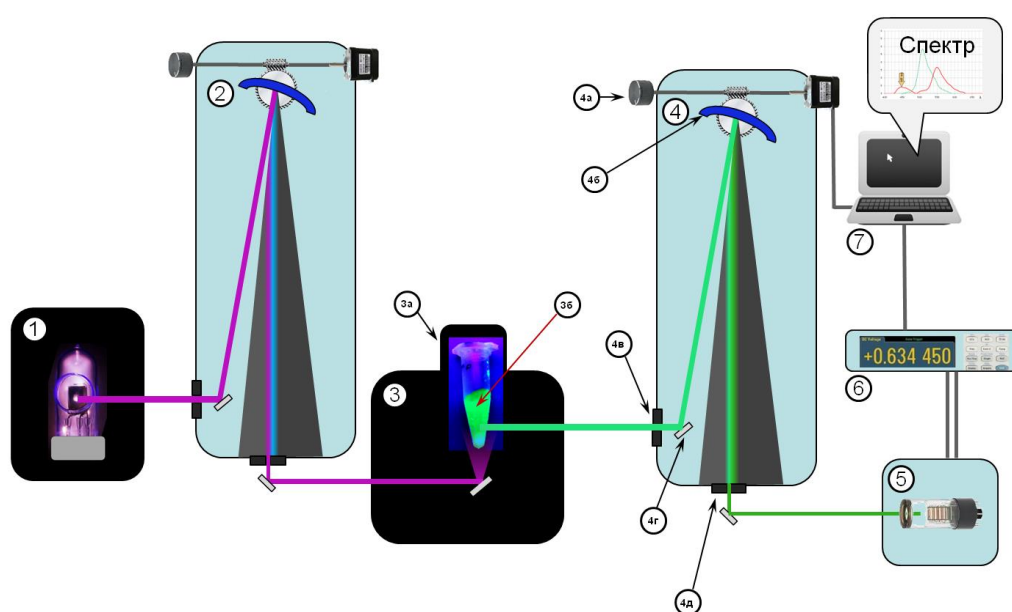


Рис. 1. Установка спектрофлуориметра для измерения спектров возбуждения флуоресценции:

- | | |
|---|---|
| <i>1 – источники излучения;</i> | <i>4а – регулировка длины волны;</i> |
| <i>2 – монохроматор тракта возбуждения флуоресценции;</i> | <i>4б – диспергирующий элемент (дифракционная решетка);</i> |
| <i>3 – блок возбуждения флуоресценции;</i> | <i>4в – входная спектральная щель;</i> |
| <i>3а – светозащитный кожух;</i> | <i>4г – зеркало;</i> |
| <i>3б – образец в микропробирке;</i> | <i>4д – выходная спектральная щель;</i> |
| <i>4 – монохроматор тракта регистрации флуоресценции;</i> | <i>5 – блок детекторов излучения;</i> |
| | <i>6 – АЦП;</i> |
| | <i>7 – персональный компьютер</i> |

Измерение интенсивности флуоресценции осуществлялось на основе установленных ранее спектральных кривых [2]. Монохроматор тракта регистрации флуоресценции устанавливался на длину волны максимальной эмиссии

данного белка при данных условиях, после чего, осуществлялось сканирование по длине волны монохроматором тракта возбуждения с разрешением в 1 нм.

Оцифровка сигнала осуществлялась с помощью АЦП, подключенного к микроконтроллеру ESP8266, управляемому с персонального компьютера через USB. Каждый результат усреднялся по 20 измерениям, с фильтрацией по 3σ и расчетом ошибки средней (m) средствами микроконтроллера.

Промежуточные вычисления и построение графиков спектров проводились средствами MS Excel.

Вычисляемые спектры были нормированы согласно нелинейности спектров источников излучения тракта возбуждения, а также спектральной чувствительности фотоэлемента. Каждая кривая строилась путем вычитания «нулевого» спектра пустой микропробирки с соответствующей средой (в данном случае стерильной водой).

Сглаживание кривых осуществлялось по пяти соседним точкам (с разницей в 1 нм).

Для калибровки монохроматоров по длине волны использовалась стандартная методика. В качестве источника линейчатого спектра применялась калибровочная лампа ДРГС-12.

Результаты и их обсуждение

Оба используемых штамма-продуцента, согласно полученным спектральным данным, синтезируют белок с одинаковой структурой флуорофора. Полученные в результате сканирования данные не имели статистически – значимых отличий, поэтому были объединены в общий массив для построения спектров возбуждения.

Визуально спектр флуоресценции, а также возбуждения зеленого флуоресцентного белка TurboGFP можно оценить на рис. 2.

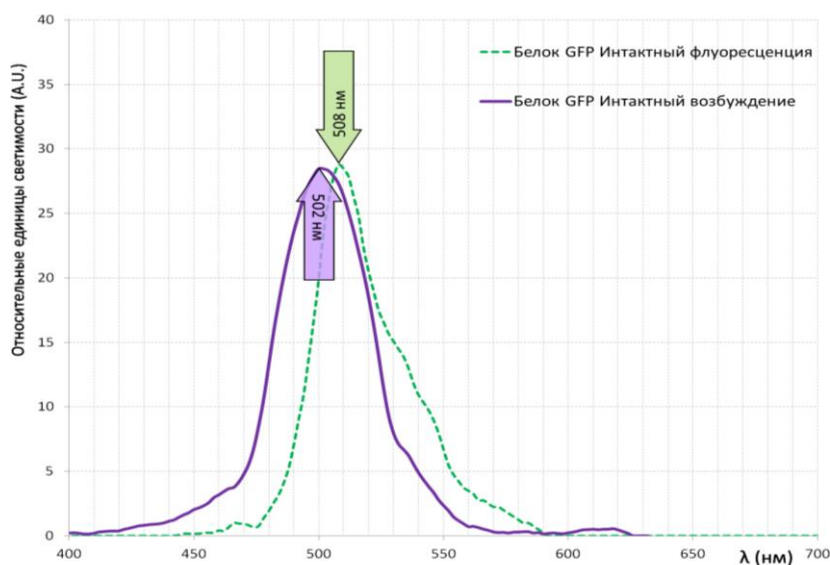


Рис. 2. Спектры возбуждения и флуоресценции интактного зеленого флуоресцентного белка Turbo-GFP

Как видно из полученных кривых, интактный белок в водном растворе, не подвергавшийся воздействию экстремальных физико-химических факторов, имеет довольно типичные мономодальные кривые возбуждения и флуоресценции, вполне согласующиеся с правилом Стокса.

При этом максимум возбуждения приходится на 502 нм, а максимум эмиссии – на 508 нм. Однако можно отметить, что положение спектральных максимумов несколько различно, от декларируемых поставщиком распространенных векторов для генетической инженерии [6]. Это может быть вызвано рядом причин, таких как конформационные изменения молекул в водном растворе, различными способами извлечения из клеток, а также взаимодействием с другими молекулами из разрушенных клеток, или же мутацией в гене.

В предыдущей работе было установлено, что сдвиги рН как в сторону повышенной кислотности, так и в сторону щелочной среды, сдвигают спектральные пики эмиссии, или же значительно снижают флуоресценцию [2]. Оказалось, что это утверждение справедливо и для пиков спектра возбуждения (рис. 3).

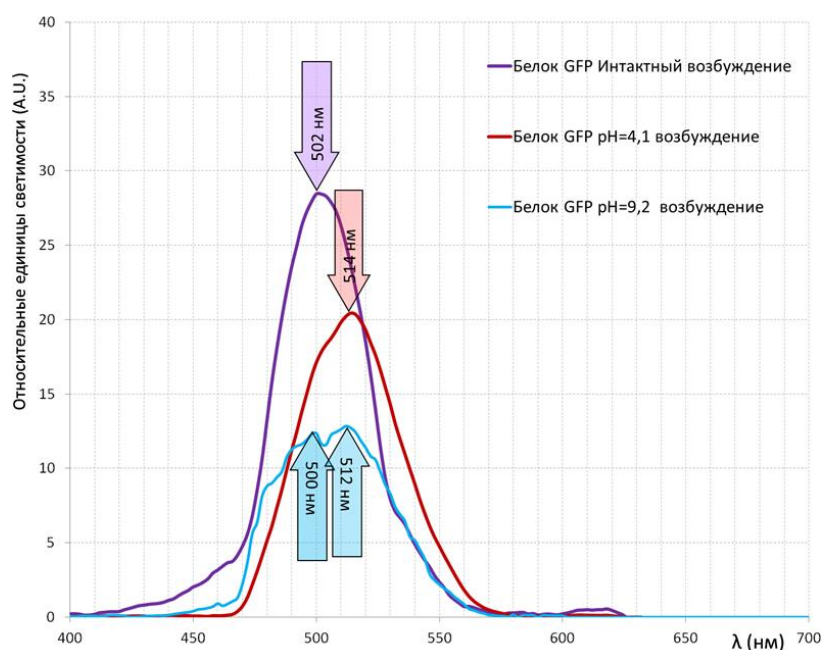


Рис. 3. Спектры возбуждения интактного зеленого флуоресцентного белка Turbo-GFP

Как видно из графиков, в кислом буфере при рН 4,1 максимум спектра возбуждения смещается на 12 нм в сторону длинных волн. Этот факт вызывает ряд вопросов, поскольку характерный максимум флуоресценции в кислой среде у данного белка находится в районе 470 нм [2].

В щелочной среде спектральная кривая возбуждения становится бимодальной, и флуоресценция на 505–507 нм возбуждается длинами волн как меньшими, в 500 нм, так и незначительно большими – около 512 нм.

Установленные факты свидетельствуют о потенциальной применимости спектров возбуждения совместно со спектрами эмиссии для флуоресцентных органических молекул, таких как AFP. В ходе исследования были установлены некоторые интересные особенности, требующие дальнейшего изучения вопроса. Например, соотношение спектров возбуждения и эмиссии в кислой и щелочной средах снижают интенсивность флуоресценции, но напоминают антистоксовы эффекты в неорганических системах.

Выводы

1. Исследуемый белок имеет характерные семейству GFP спектральные характеристики, демонстрируя классические кривые спектров возбуждения и флуоресценции, согласующиеся с правилом Стокса с разницей пиков около 6 нм.

2. Было установлено, что смещение pH оказывают значимое влияние на спектры возбуждения изученного AFP.

3. Кривая возбуждения TurboGFP в щелочной среде становится бимодальной с пиками 500 и 512 нм, в кислой же смещается до 514 нм. Механизмы передачи энергии в молекуле требуют дальнейшего изучения.

Полученные спектры позволяют предположить, что, несмотря на более сложное требуемое оборудование, спектры возбуждения AFP также могут быть перспективны, для идентификации молекул.

Список литературы

1. Великов В.А. Молекулярная биология. Практическое руководство : учеб. пособие. – Саратов : Саратов. источник, 2013.

2. Лаврский А.Ю., Лаврская Е.А., Лебединский И.А. Некоторые спектральные и физико-химические свойства автофлуоресцентных протеинов, синтезируемых рекомбинантными штаммами *Escherichia coli* // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Серия. 2: Физико-математические и естественные науки. – 2024. – № 1. – С. 51–59.

3. Создание генетически модифицированных растений льна (*Linum usitatissimum* L.) методом агробактериальной трансформации / В.А. Лемеш, Е.В. Гузенко, А.И. Емец и др. // Молекулярная и прикладная генетика. – 2009. – № 9

4. Спектральное разнообразие членов семейства зеленого флуоресцентного белка в гидроидных медузах (*Cnidaria, Hydrozoa*) / Ю.Г. Янушевич, Д.А. Шагин, А.Ф. Фрадков и др. // Биоорганическая химия. – 2005. – Т. 31, № 1. – С. 49–53.

5. Характеризация флуоресцентных белков для изучения морфологических перестроек внутри одиночных бактериальных клеток при инфекции бактериофагом phiKZ с помощью оптической микроскопии / Д.А. Антонова, А.Д. Зотова, А.А. Усатых и др. // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Физико-математические науки. – 2022. – № 2.

6. Green fluorescent protein TurboGFP [Электронный ресурс]. – URL: <https://evrogen.ru/protein-descriptions/TurboGFP-description.pdf> (дата обращения: 16.04.2025).

7. Maniatis T., Fritsch E.F., Sambrook J. Molecular cloning: a laboratory manual. – N. Y. : Cold Spring Harbor Laboratory, 1982. – 555 p.

Сведения об авторах

А.Ю. Лаврский – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и географии, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, Lavrsky@pspu.ru).

Е.А. Лаврская – старший преподаватель кафедры биологии и географии, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24); аспирант 4-го курса биологического факультета, Пермский государственный национальный исследовательский университет (614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15, ekandr.sh@yandex.ru).

И.А. Лебединский – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и географии, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, ialebed@pspu.ru).

Information about the authors

A.Y. Lavrskiy – Candidate of Biological Sciences, associate professor at the department of biology and geography, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, Sibirskaya St., 24, Lavrsky@pspu.ru).

E.A. Lavrskaya – Assistant of the Department of Biology and Geography, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, 24, Sibirskaya St.), 4st Year Postgraduate Student of the Faculty of Biology, Perm State National Research University (614068, Perm, Bukireva St., 15, ekandr.sh@yandex.ru).

I.A. Lebedinskiy – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Department of Biology and Geography, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, Sibirskaya St., 24, ialebed@pspu.ru).

УДК 613.955(470.53)

DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-42-50

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРА РЕГУЛЯЦИИ ОРГАНИЗМА И ОБРАЗА ЖИЗНИ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ ПЕРМСКОГО КРАЯ

**Марина Львовна Отавина, Наталья Владимировна Огарышева,
Ирина Николаевна Гаврилова, Виктория Владимировна Горбунова,
Галина Ивановна Дубась, Анна Сергеевна Бронникова**

Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, Пермь,
Россия

Аннотация. Проведен анализ антропометрических и физиометрических параметров учащихся начальных классов и анкет их родителей. Анкета включала вопросы, связанные с социальным положением родителей, и вопросы, касающиеся режима дня ребенка, его ежедневной деятельности, в том числе и временных отрезков на эту деятельность. Мы придаем большое значение процессам регуляции в организме развивающегося человека. С одной стороны, регуляция позволяет оптимизировать деятельность организма, с другой, обеспечивает тренированность реакций организма в разных ситуациях. Приводятся параллели между типом и изменениями регуляции организма детей 7–10 лет и их повседневной регламентированной, прежде всего учебной, деятельностью. Показано, что тип регуляции меняется по мере роста и это не имеет прямой зависимости ни от учебной, ни от досуговой активности ребенка или его родителей. Прийти к такому выводу нас заставило сравнение равных по объему и статусу ученика начальной школы выборок – сельской и городской. Несмотря на некоторые различия в параметрах и их изменениях, основная линия этих сдвигов направлена на усиление парасимпатического звена саморегуляции, а в конечном итоге на достижение оптимального баланса между регуляторными системами организма. По данным, полученным из анкет родителей или законных представителей детей, установлены различия по продолжительности времени выполнения домашнего задания, прогулок на свежем воздухе и занятиями в спортивных секциях между городскими и сельскими школьниками.

Ключевые слова: здоровье, деятельность организма, младшие школьники, регуляция, образ жизни, адаптация

Для цитирования: Анализ характера регуляции организма и образа жизни младших школьников Пермского края / М.Л. Отавина, Н.В. Огарышева, И.Н. Гаврилова и др. // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Сер. № 2. Физико-математические и естественные науки. 2025. Вып. 1. С. 42–50. DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-42-50

ANALYSIS OF THE NATURE OF BODY REGULATION AND LIFESTYLE PRIMARY SCHOOL STUDENTS OF THE PERM REGION

**Marina L. Otavina, Natalia V. Ogarysheva, Irina N. Gavrilova,
Victoria V. Gorbunova, Galina I. Dubas, Anna S. Bronnikova**
Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia

Abstract. The study analyzes the anthropometric and physiometric parameters of primary school students and their parents' questionnaires. The questionnaire included questions related to the social status of parents and questions regarding the child's daily routine, daily activities, including time periods for this activity. We attach great importance to the processes of regulation in the developing human body. On the one hand, regulation makes it possible to optimize the activity of the body; on the other, it ensures the fitness of the body's reactions in different situations. The paper draws parallels between the type and changes in the regulation of the body of children aged 7–10 years and their daily regulated, primarily educational activities. It is shown that the type of regulation changes with growth and it has no direct dependence on either the educational or leisure activity of the child or his parents. We were forced to come to this conclusion by comparing rural and urban samples of equal size and status of primary school students. Despite some differences in parameters and their changes, the main line of these shifts is aimed at strengthening the parasympathetic link of self-regulation, and, ultimately, at achieving an optimal balance between the regulatory systems of the body. According to the data obtained from the questionnaires of parents or legal representatives of children, differences in the duration of homework, outdoor walks and sports classes between urban and rural schoolchildren have been established.

Keywords: health, body activity, junior schoolchildren, regulation, lifestyle, adaptation

For citation: Analysis of the nature of body regulation and lifestyle primary school students of the Perm region / M.L. Otavina, N.V. Ogarysheva, I.N. Gavrilova et al. // Bulletin of the Perm State Humanitarian Pedagogical University. Series No. 2. Physical, mathematical and natural sciences. 2025. Vol. 1. P. 42–50. DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-42-50

Введение

«Образовательная деятельность относится к потенциально опасной для здоровья детей и подростков и нуждается в постоянном внимании со стороны медицинских работников отделений медицинской помощи обучающимся, а также администрации образовательных учреждений и специалистов учреждений и организаций Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека» [4, с. 7].

В многочисленных доказательных работах, собран огромный материал, касающийся изучения и создания условий для нормального роста и развития детей. Но стоит почитать любой обзор литературы о состоянии здоровья детей, становится понятно, что «изучение» относится к «созданию условий» примерно, как 9:1 [2, 6].

Целью работы является сопоставление характера регуляторных процессов в организме детей и образом жизни. Исходя из цели были поставлены следующие задачи:

1. Использовать антропометрические и физиометрические показатели для оценки состояния регуляторных процессов в организме детей.
2. Проследить по анкетам, заполненным родителями, за связью между привычной деятельностью детей и балансом регуляторных процессов.

Материалы и методы

В исследовании произведены измерения морфофункциональных параметров учащихся начальных классов г. Перми (90 чел.) и Ординской СОШ (89 чел.), в возрасте от 7 до 11 лет.

Антропометрические и физиометрические параметры детей получены при информированном согласии родителей. Для измерения использовались ростомер, электронные весы, электронный тонометр, динамометр. На основании этих измерений рассчитаны индексы – массы тела (Кетле), силовой (СИ), вегетативного равновесия (ВИК, Кердо), среднее артериальное (АД ср.) и пульсовое давление (ПД), коэффициент экономичности кровообращения (КЭК), коэффициент выносливости сердечно-сосудистой системы (КВ).

Опрос 90 родителей проводился с использованием Google формы, Включенные в анкету вопросы, связаны с социальным положением родителей и ежедневной деятельностью ребенка, в том числе и временными отрезками на эту деятельность: прогулки, спорт, выполнение домашних заданий, работу на компьютере, сон.

Статистический анализ в программе Statistica 10.0 включал параметрические и непараметрические процедуры – *T*-критерий Стьюдента и точный критерий Фишера.

Результаты

Вклад авторов данного исследования в изучение роста и развития детей представляет собой сочетание сведений о морфофункциональных параметрах детей, проживающих в крупном селе – районном центре, обучающихся в школе этого села и описание некоторых повседневных событий, относящихся к образу жизни детей, представленных в анкетах родителей.

Мы считаем, что значительную роль в обеспечении жизнедеятельности детей и их приспособлении к разным условиям играют регуляторные процессы в организме, с одной стороны, и контролируемые родителями условия организации их режима, с другой. Такой позиции придерживаются Н.Б. Дикопольская и соавт. [7], В.Н. Кремнева [1], Н.П. Сетко, С.Э. Лукьянов [5] и др.

В таблице отражены значения антропо- и физиометрических параметров, основанных на разделении Ординской и Пермской выборок на группы: 1 – сбалансированная регуляция, нормотония (ВИК от – 16 до +16 усл. ед.), 2 – сдвиг регуляторных процессов в сторону симпатикотонии (ВИК выше +16 усл. ед.), 3 – парасимпатикотония (ВИК ниже – 16 усл. ед.).

Основные показатели антропо- и физиометрии детей с разным типом регуляции деятельности организма

Показатели	Орда			Пермь		
	Гр. 1 нормотония, $n = 26$	Гр. 2 симпатикотония, $n = 60$	p	Гр. 1 нормотония, $n = 19$	Гр. 2 симпатикотония, $n = 68$	p
Возраст	9,5	8,7	0,001	9,5	8,9	0,057
Вес (кг)	36,6	30,1	0,002	34,2	30,2	0,056
Рост (см)	140,7	132,1	0,000	137,3	133,5	0,150
Сила кисти, кг	14,1	12,8	0,005	13,1	10,5	0,028
САД, мм рт. ст.	113,9	107,6	0,000	112,4	107,6	0,096
ДАД, мм рт. ст.	68,6	62,8	0,000	71,7	65,7	0,009
ЧСС	73,8	85,8	0,000	77,6	94,2	0,000
МРИ Кетле, кг/м ²	18,2	17,0	0,096	17,9	16,8	0,122
ИС, %	40,1	44,1	0,012	39,1	34,1	0,098
АДсер, мм рт. ст.	83,7	77,8	0,000	85,2	79,6	0,013
ВИК, у. е.	6,5	26,4	0,000	7,3	30,0	0,000
ПД, мм рт. ст.	45,3	44,8	0,738	40,6	42,0	0,584
КВ, у. е.	16,8	19,5	0,000	20,4	23,7	0,056
КЭК, у. е.	3320,9	3843,2	0,000	3134,1	3924,2	0,000

Школьники 1-й группы, т.е. со сбалансированным типом регуляции, и 2-й группы – симпатикотоников, имеют отличия, свидетельствующие о противоположных тенденциях в характере адаптационных процессов. В частности,

артериальное давление САД, ДАД, АД_{сер} у симпатикотоников меньше, чем у школьников группы 1, т.е. нормотоников. В то же время такие расчетные показатели, как коэффициент выносливости и коэффициент экономичности кровообращения (КВ и КЭК), считающиеся надежными критериями для оценки эффективности и экономичности кровообращения, распределены в пользу школьников группы 1, т.е. нормотоников.

На протяжении периода второго детства, т.е. с 7 до 10–11 лет снижение ЧСС закономерно [3]. Можно сказать, что в этот период регуляторные процессы совершенствуются и организм приобретает все большую устойчивость по отношению к внешним и внутренним дестабилизирующим факторам.

На рис. 1 отражены количественные соотношения детей из групп нормотоников и симпатотоников. Учащиеся 1-х и 4-х классов, с точки зрения типа регуляции, резко контрастируют друг с другом. Как показано на рисунке, среди первоклассников резко преобладают дети с симпатическим типом регуляции. В 4-м классе распределение таково: количество детей, жителей Перми со сбалансированной регуляцией, ниже, чем жителей Орды в 2 раза; симпатикотоников, напротив, в два с лишним раза, больше.

Таким образом, у сельских жителей к 4-му году обучения, сформировались сбалансированные отношения между симпатической и парасимпатической регуляцией, обеспечивающей более выгодную адаптационную стратегию.

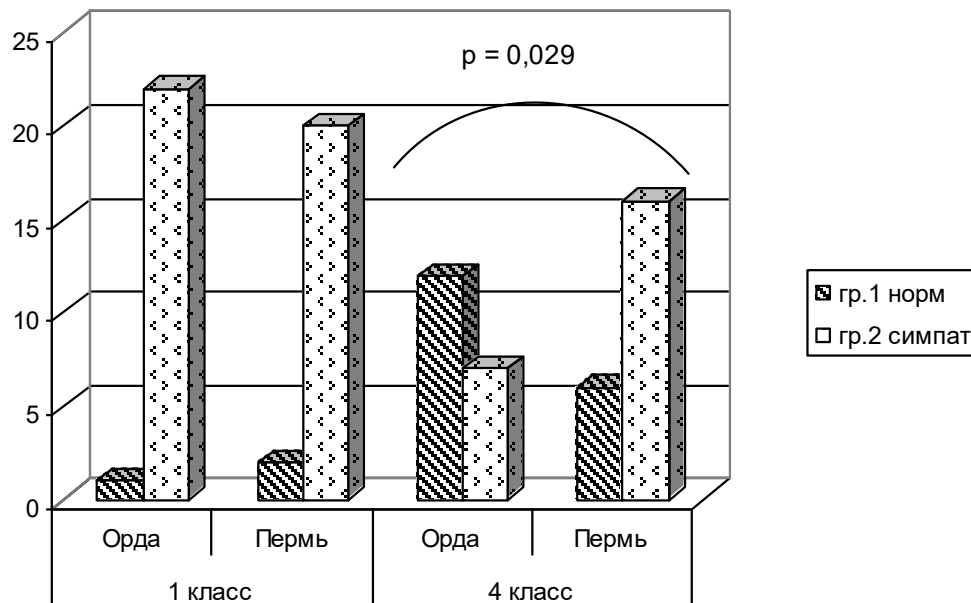


Рис. 1. Количество детей с разным типом регуляции, проживающих в городе и селе (дуга объединяет значения для 4-польной таблицы – количества детей нормо- и симпатотоников, обучающихся в 4-х классах школ Орды и Перми. Над дугой значение p в соответствии с точным критерием Фишера)

Проведенный частотный и временной анализ занятий спортом, прогулок, выполнения домашних заданий, работы и игры на компьютере показал, что имеются статистически значимые отличия между выборками – пермской и ординской (рис. 2).

На рисунке звездочками отмечены статистически достоверные различия. В частности, суммированное за неделю время занятий спортом имеет большую продолжительность у городских школьников.

Рекомендованная гигиенистами норма прогулок – 2 часа, почти выполняется сельскими детьми; городские же не «добирают» 0,5 часа. Кроме того, если в селе гуляют на свежем воздухе почти все (52 из 60), то в городе 66 из 90. эта разница достоверна при $p = 0,0205$ (точный критерий Фишера).

Выполнение домашней работы занимает значительно большее время, чем положено по нормам СанПиНа для начальной школы. Норма – 1–1,5 часа. Значения, приводимые родителями, особенно городскими, обескураживают: 3 и более часа. У селян среднее время – 1,9 часа; для первоклассников почти в 2 раза больше положенных 60 минут.

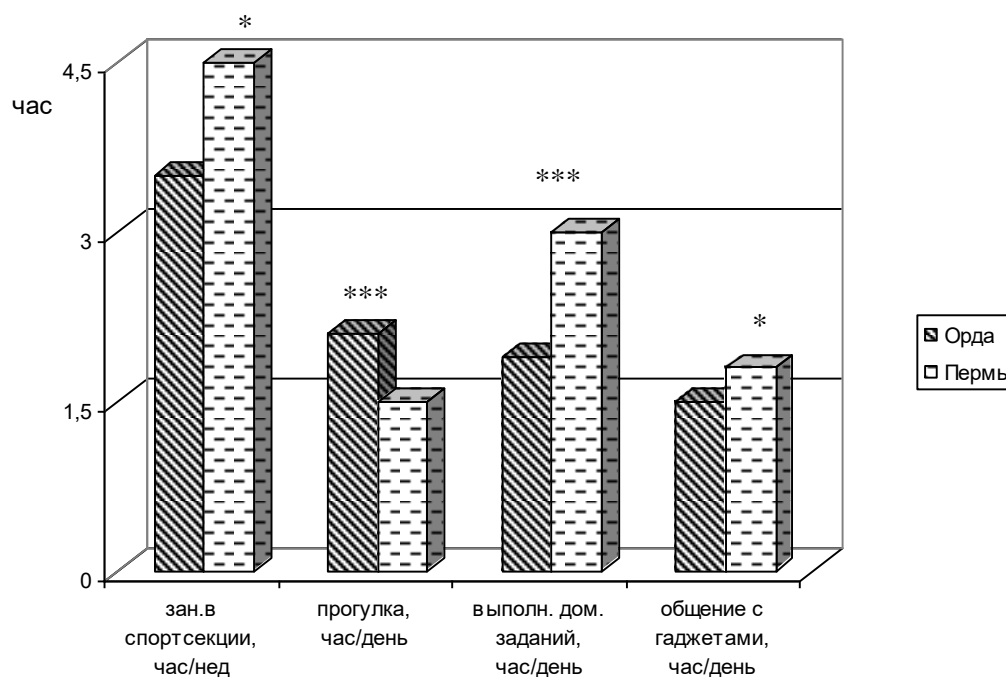


Рис. 2. Длительность еженедельных занятий в спортивных секциях, ежедневных прогулок, выполнения домашних заданий и работы на компьютере учениками начальных школ села Орда и города Пермь (разница между выборками достоверна при: * $p < 0,05$; *** $p < 0,001$)

На диаграмме (рис. 3), представлены средние значения уже обсуждавшихся показателей – времени занятий в секции, времени прогулок и выполнения домашних заданий для 1-х и 4-х классов обеих выборок.

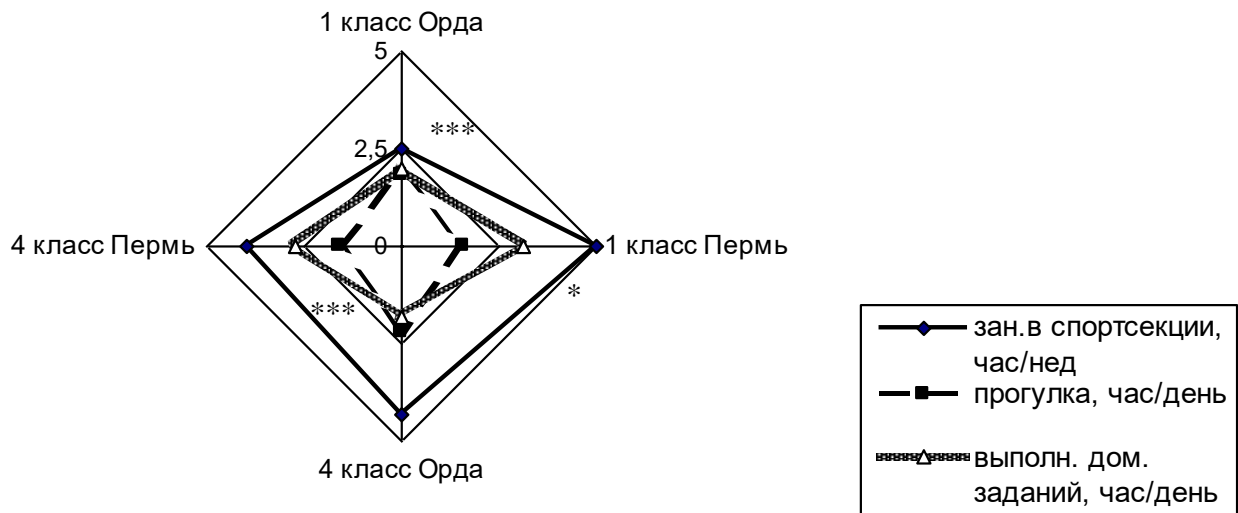


Рис. 3. Длительность еженедельных занятий в спортивных секциях, ежедневных прогулок и выполнения домашних заданий учениками 1-го и 4-го классов села Орда и города Пермь (разница между учениками 1-х классов сельской и городской школ и 4-х классов этих же школ достоверна при: * $p < 0,05$; *** $p < 0,001$)

На основании анализа этих данных можно предположить, что независимо от типа регуляции, дети выполняют необходимые виды деятельности в том порядке и в течение того времени, которые обеспечивают их приспособление к существующим условиям.

Заключение

В целом можно с уверенностью говорить о том, что причинно-следственной зависимости между типом регуляции и образом жизни, во всяком случае, с тех сторон, которые были подвергнуты анализу, мы не обнаружили. И хотя каждый компонент условий, несомненно, в какой-то степени влияет на состояние организма вообще и регуляцию процессов в нем происходящих, в частности, это влияние комплексное, сложное и не может быть описано относительно небольшим количеством зависимостей.

Список литературы

1. Кремнева В.Н., Неповинных Л.А. Режим дня как основной элемент здорового образа жизни ребенка // Глобальный научный потенциал. – 2021. – № 4 (121). – С. 108–111.
2. Осипенко Е.В. Кардиореспираторная система: адаптация, мониторинг, коррекция. – Смоленск : Принт-Экспресс, 2018. – 233 с.

3. Риск-ассоциированные нарушения здоровья учащихся начальных классов школьных образовательных организаций с повышенным уровнем интенсивности и напряженности учебно-воспитательного процесса / Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова, К.П. Лужецкий и др. // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 1. – С. 66–83. – DOI: 10.21668/health.risk/2017.1.08

4. Руководство по гигиене детей и подростков, медицинскому обеспечению обучающихся в образовательных организациях: модель организации, федеральные рекомендации оказания медицинской помощи обучающимся / под ред. чл.-кор. РАН В.Р. Кучмы. – М. : ФГАУ НЦЗД Минздрава России, 2016. – 610 с.

5. Сетко Н.П., Лукьянов С.Э. Особенности вегетативного статуса у младших школьников в условиях действия факторов цифровой среды // Современные аспекты здоровьесбережения : сб. материалов юбилейн. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Минск, 24–25 октября 2024 г.). – С. 124–130.

6. Сонькин В.Д., Макарова Л.В., Параничева Т.М. Научно-методическое обеспечение сохранения и укрепления здоровья обучающихся в условиях образовательной организации (обзор литературы) // Новые исследования. – 2024. – № 2 (78). – С. 8–27.

7. Физиологические механизмы адаптации школьников к учебной нагрузке / Н.Б. Дикопольская, О.К. Побежимова, С.И. Русинова и др. // Вестник ТГГПУ. – 2008. – № 4 (15).

Сведения об авторах

М.Л. Отавина – кандидат медицинских наук, зав. каф. анатомии, физиологии, химии, безопасности жизнедеятельности, доцент, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, otavina@pspu.ru).

Н.В. Огарышева – кандидат биологических наук, доцент каф. анатомии, физиологии, химии, безопасности жизнедеятельности, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, ogaryseva@pspu.ru).

И.Н. Гаврилова – кандидат биологических наук, доцент каф. анатомии, физиологии, химии, безопасности жизнедеятельности, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, gavrilova1966@yandex.ru).

В.В. Горбунова – кандидат биологических наук, доцент каф. анатомии, физиологии, химии, безопасности жизнедеятельности, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, vitagorbunova@mail.ru).

Г.И. Дубась – кандидат биологических наук, доцент каф. анатомии, физиологии, химии, безопасности жизнедеятельности, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, vitagorbunova@mail.ru).

А.С. Бронникова – студентка V курса естественнонаучного факультета, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, otavina@pspu.ru).

Information about the authors

M.L. Otavina – Candidate of Medical Sciences, Head of the of Department of Anatomy, Physiology, Chemistry and Health, Assistant Professor, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, Sibirskaya St., 24, otavina@pspu.ru).

N.V. Ogarysheva – Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor of Department of Anatomy, Physiology, Chemistry and Health, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, Sibirskaya St., 24, ogaryseva@pspu.ru).

I.N. Gavrilova – Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor of Department of Anatomy, Physiology, Chemistry and Health, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, Sibirskaya St., 24, gavriloval1966@yandex.ru).

V.V. Gorbunova – Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor of Department of Anatomy, Physiology, Chemistry and Health, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, Sibirskaya St., 24, vitagorbunova@mail.ru).

G.I. Dubas – Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor of Department of Anatomy, Physiology, Chemistry and Health, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, Sibirskaya St., 24, dubas@pspu.ru).

A.S. Bronnikova – 5th-Year student of the Faculty of Natural Sciences, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, Sibirskaya St., 24, otavina@pspu.ru).

УДК 598.252.3 + 636.082.471

DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-51-56

ИНКУБАЦИОННОЕ ПОВЕДЕНИЕ ТУНДРОВОГО ЛЕБЕДЯ ОСТРОВА АЙОПЕЧАН (ЗАПАДНАЯ ЧУКОТКА) ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ ВОЗДУХА

Аглая Вячеславовна Саралёва¹, Диана Владимировна Соловьёва²,
Наталья Вячеславовна Костицына¹

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет,
Пермь, Россия

²Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан, Россия

Аннотация. Исследование посвящено анализу инкубационного поведения малого лебедя при экстремальных температурах (≤ 2 °C и ≥ 20 °C). Выявлено, что в периоды высоких температур участие самца в насиживании увеличивается, а самки – уменьшается.

Ключевые слова: малый лебедь, инкубационное поведение, экстремальные температуры воздуха, Западная Чукотка

Для цитирования: Саралёва А.В., Соловьёва Д.В., Костицына Н.В. Инкубационное поведение тундрового лебедя острова Айопечан (Западная Чукотка) при экстремальных температурах воздуха // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Сер. № 2. Физико-математические и естественные науки. 2025. Вып. 1. С. 51–56. DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-51-56

INCUBATION BEHAVIOUR OF THE BEWICK'S SWAN OF AYOPETCHAN ISLAND (WESTERN CHUKOTKA) AT EXTREME AIR TEMPERATURES

Aglaya V. Saralyova¹, Diana V. Solovyova², Natalia V. Kostitsyna¹

¹Perm State National Research University, Perm, Russia

²Institute of Biological Problems of the North, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Magadan, Russia

Abstract. The study is devoted to the analysis of incubation behaviour of the Bewick's swan at extreme air temperatures (≤ 2 °C and ≥ 20 °C). It was found that during periods of high temperatures, male participation in incubation increases and female participation in incubation decreases.

Keywords: Bewick's swan, incubation behaviour, extreme air temperatures, Western Chukotka

For citation: Saralyova A.V., Solovyova D.V., Kostitsyna N.V. Incubation behaviour of the Bewick's swan of Ayopechan Island (Western Chukotka) at extreme air temperatures // Bulletin of the Perm State Humanitarian Pedagogical University. Series No. 2. Physical, mathematical and natural sciences. 2025. Vol. 1. P. 51–56. DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-51-56

Введение

Изменения климата могут влиять на стабильность экосистем, в том числе негативно. Известно, что суммарная территория с дестабилизированной экологической ситуацией составляет более 10 % от Арктической зоны Российской Федерации. Увеличение продуктивности и площади проективного покрытия травянистой и кустарничковой растительности активизируют современные процессы динамики арктической биоты [2].

Температура воздуха является показателем как регионального, так и глобального изменения климата. Среднегодовая температура воздуха в Арктической зоне России продолжает увеличиваться и почти в два раза превышает скорость увеличения средней глобальной температуры [3]. В связи с этим интересно пронаблюдать, как подобные изменения климата влияют на инкубационное поведение птиц, гнездящихся в Российской Арктике, в том числе на поведение малого лебедя (*Cygnus columbianus bewickii*), для которого в последние несколько десятилетий наблюдается многократный рост численности [4].

Целью данной работы был анализ изменений в инкубационном поведении тундрового лебедя при экстремальных температурах воздуха за период 2016–2021 годов, а также в 2024 году за счет изучения материалов фотоловушек.

Материал и методы

В ходе данной работы были использованы материалы, собранные с фотоловушек, установленных у 29 гнезд лебедей в период 2016–2021 годов (материалы предоставлены Дианой Владимировной Соловьёвой, ИБПС ДВО РАН) и в 2024 году, всего было получено 505 687 кадров.

Нами были обозначены границы экстремальных температур воздуха (≤ 2 °C и ≥ 20 °C), поведение лебедей мы изучали в пределах расчетных временных интервалов (по 90 минут до и после того, как ближайшая к Чаунскому биологическому стационару метеостанция зафиксировала экстремальную температуру), в ходе которых были получены данные о 1 163 часах инкубации.

Для каждой пары особей были обозначены даты и время, когда метеостанция фиксировала экстремальные температуры, и была посчитана доля времени, когда самка или самец насиживали кладку, находились рядом с гнездом, смены партнеров, а также время, когда оба партнера отсутствовали на гнезде.

Результаты и их обсуждение

В период насиживания лебедей за указанный выше период доля времени с высокими или низкими экстремальными температурами воздуха была весьма различной, доля времени с экстремально низкими температурами воздуха составила, в среднем, 8,83 %, тогда как доля времени с высокими температурами оказалась в среднем была равна 1,93 % от общего времени, когда гнезда находились под наблюдением фотоловушки. Тенденции к увеличению количества часов с экстремально высокими или экстремально низкими температурами воздуха с годами нами обнаружено не было.

Важно отметить, что самец малого лебедея участвует в насиживании, но доля времени, которую он проводит на гнезде, меньше, чем доля самки [1]. Мы выяснили, что в течение расчетных временных интервалов общая доля времени насиживания самца достигала максимального значения в 79,04 % при высоких температурах и 71,18 % при низких, минимальные значения доли в насиживании самца в периоды расчетных временных интервалов составляли менее 1 %. При высоких температурах доля участия самца в насиживании увеличивалась. За все периоды наблюдения средняя доля времени, проведенного на гнезде самцами, при высоких температурах составила 28,93 %, при низких – 16,12 % от всех периодов с экстремальными температурами, доля времени насиживания самок составила, соответственно, 57,28 и 76,98 %, в оставшееся время особи отсутствовали.

Чтобы узнать, имеются ли изменения в инкубационном поведении тундрового лебедея при экстремальных температурах воздуха, мы сравнили доли времени насиживания особей при нормальных температурах с периодами экстремально высоких и низких температур воздуха. Так как распределение выборов отличалось от нормального, для попарного сравнения был использован критерий Манна – Уитни, результаты сравнения представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение доли времени насиживания особей при различных температурах воздуха по критерию Манна – Уитни

Пары сравнения	<i>U</i>	<i>p</i> -value
Доли времени насиживания самки при нормальной и экстремальных температурах воздуха	389,5	0,97385
Доли времени насиживания самца при нормальной и экстремальных температурах воздуха	382,5	0,88272
Доли времени насиживания самки при нормальной и экстремально низкой температуре воздуха	243	0,014856
Доли времени насиживания самки при нормальной и экстремально высокой температуре воздуха	275	0,055934
Доли времени насиживания самца при нормальной и экстремально низкой температуре воздуха	215,5	0,0038729
Доли времени насиживания самца при нормальной и экстремально высокой температуре воздуха	385	0,91485

Отмеченные различия между долями насиживания партнеров при нормальной температуре воздуха и экстремально низкой температуре, скорее всего, объясняются тем, что при низких температурах воздуха самка практически не покидает гнездо, соответственно, самец не принимает активного участия в насиживании, зачастую оставаясь рядом с гнездом.

Помимо доли времени насиживания мы провели сравнения доли времени отсутствия особей при нормальных температурах воздуха и экстремальных. Для периодов с экстремально низкой температурой доля времени отсутствия в среднем составила 1,55 %, при экстремально высокой температуре она равна 3,94 %, при нормальных значениях температуры воздуха средняя доля времени отсутствия особей на гнезде составила 2,91 %.

Сравнение выборок также проводили с применением непараметрического критерия Манна – Уитни, так как распределение выборок отличалось от нормального, однако никаких различий отмечено не было (табл. 2).

Таблица 2

Сравнение доли времени отсутствия особей на гнезде при различных температурах воздуха по критерию Манна – Уитни

Пары сравнения	U	p -value
Доля времени отсутствия особей при нормальной и экстремально низкой температуре	300	0,114
Доля времени отсутствия особей при нормальной и экстремально высокой температуре	357	0,55588
Доля времени отсутствия особей при экстремально низкой и высокой температуре	344	0,39751

В ходе исследования также были выявлены значительные индивидуальные различия между парами лебедей в стратегии насиживания при экстремальных температурах. Некоторые пары демонстрировали более синхронное поведение, другие показывали значительные отклонения от средних значений. Это может свидетельствовать о наличии индивидуальной пластичности в поведенческих стратегиях пар.

Заключение

Результаты исследования подтверждают, что малый лебедь демонстрирует высокую степень приспособленности к гнездованию в экстремальных климатических условиях арктической зоны. Гибкое поведение птиц в зависимости от температурных условий, включая перераспределение ролей между партнерами при насиживании, обеспечивает успешное размножение вида в суровых условиях тундры.

Особую ценность представляют данные о доле участия самцов в насиживании при экстремальных температурах, что расширяет понимание репродуктивной стратегии вида.

В целом поведение тундровых лебедей при экстремальных температурах на данный момент времени почти не несет значимых изменений, что свидетельствует о высокой адаптивности вида к климатическим экстремумам. Влияние экстремальных температур проявляется скорее в поведенческих нюансах и индивидуальных особенностях птиц.

Список литературы

1. Кречмар А.В., Андреев А.В., Кондратьев А.Я. Птицы северных равнин. – Л. : Наука, 1991. – 288 с.
2. «Позеленение» тундры как драйвер современной динамики арктической биоты / А.А. Тишков, Е.А. Белоновская, М.А. Вайсфельд и др. // Арктика: экология и экономика. – 2019. – № 30. – С. 31–44.
3. Титкова Т.Б., Золотокрылин А.Н. Региональная неравномерность летнего потепления материковой Арктики как индикатор природных границ северных ландшафтов // Арктика: экология и экономика. – 2021. – Т. 11, № 3. – С. 386–396.
4. Two distinct flyways with different population trends of Bewick's swan *Cygnus columbianus bewickii* in East Asia / L. Fang, J. Zhang, Q. Zhao et al. // Wildfowl. – 2020. – Special Issue 6. – P. 13–42.

Сведения об авторах

А.В. Саралёва – студентка II курса магистратуры кафедры зоологии позвоночных и экологии, Пермский государственный национальный исследовательский университет (614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15, asaraleva@inbox.ru).

Д.В. Соловьёва – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник орнитологической лаборатории, Институт биологических проблем Севера ДВО РАН (685099, г. Магадан, ул. Портовая, 18, diana_solovyova@mail.ru).

Н.В. Костицына – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры зоологии позвоночных и экологии Пермский государственный национальный исследовательский университет (614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15, biology.psu@yandex.ru).

Information about the authors

A.V. Saralyova – Second-Year Master's Student in the Department of Vertebrate Zoology and Ecology, Perm State National Research University (614990, Perm, Bukireva St., 15, asaraleva@inbox.ru).

D.V. Solovyova – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher at the Ornithological Laboratory, Institute of Biological Problems of the North, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences (685099, Magadan, Portovaya St., 18, diana_solovyova@mail.ru).

N.V. Kostitsyna – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor Do-cent of the Department of Vertebrate Zoology and Ecology, Perm State National Research University (614990, Perm, Bukireva St., 15, biology.psu@yandex.ru).

УДК 582.3/.99

DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-57-65

СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ *CRYPTOGRAMMA CRISPA* (L.) R.Br. НА ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Алексей Евгеньевич Селиванов^{1, 2}, Ксения Олеговна Печенкина^{1, 2, 3},
Константин Александрович Карасев¹, Екатерина Алексеевна Селиванова¹

¹Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, Пермь, Россия

²Государственный заповедник «Вишерский», Красновишерск, Россия

³Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

Аннотация. Приводятся сведения о местообитании редкого вида папоротника – криптограммы курчавой на территории Пермского края, которые расширяют представление об ареале в регионе и состоянии ценопопуляции. Содержится характеристика фитоценоза. Также представлены данные о численности, плотности особей разных возрастных групп.

Ключевые слова: ценопопуляция, Пермский край, Урал, мониторинг

Для цитирования: Состояние ценопопуляции *Cryptogramma Crispa* (L.) R.Br. на территории Пермского края / А.Е. Селиванов, К.О. Печенкина, К.А. Карасев, Е.А. Селиванова // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Сер. № 2. Физико-математические и естественные науки. 2025. Вып. 1. С. 57–65. DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-57-65

STATE OF THE POPULATION OF *CRYPTOGRAMMA CRISPA* (L.) R.Br. IN THE PERM REGION

Alexey E. Selivanov^{1, 2}, Ksenia O. Pechenkina^{1, 2, 3}, Konstantin A. Karasev¹,
Ekaterina A. Selivanova¹

¹Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia

²Vishersky State Nature Reserve, Krasnovishersk, Russia

³Perm State National Research University, Perm, Russia

Abstract. This article presents information about the habitat of a rare fern species, *Cryptogramma crispa*, in Perm Krai, expanding our understanding of its range in the region and the state of its cenopopulation. The phytocoenosis is characterized, and data on the abundance and density of individuals of different age groups are provided.

Keywords: cenopopulation, Perm Region, Ural, monitoring

For citation: State of the population of *Criptogramma Crispa* (L.) R.Br. in the Perm Region / A.E. Selivanov, K.O. Pechenkina, K.A. Karasev, E.A. Selivanova // Bulletin of the Perm State Humanitarian Pedagogical University. Series No. 2. Physical, mathematical and natural sciences. 2025. Vol. 1. P. 57–65. DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-57-65

На территории Пермского края ведется мониторинг редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений и животных. В результате популяционных и мониторинговых исследований изучаются основные факторы, воздействующие на природные комплексы, предпринимаются меры для снижения отрицательного воздействия человека на природные экосистемы и рационального их использования. В связи с этим изучение состояния ценопопуляций видов считаем актуальным и своевременным.

В данном сообщении приводятся сведения о местонахождении редкого вида – криптограммы курчавой на территории Пермского края, которое расширяет представление о распространении и состоянии ценопопуляции данного вида в регионе. Кроме того, приводятся характеристики растительного покрова, полученные в ходе геоботанических описаний сообществ, в которых редкий вид произрастает.

В месте произрастания криптограммы курчавой заложены пробные площади в пределах сообщества, на которых выполнялись геоботанические описания. В ходе работ заложено 25 учетных площадок $1 \times 1 \text{ м}^2$. Выявление флористического состава, определение проективного покрытия выполнялись по общепринятым методикам [5]. В силу того, что у цветковых и папоротников сходны и подчинены единым закономерностям основные этапы индивидуального развития особей, мы воспользовались той же периодизацией онтогенеза с небольшими изменениями [1, 4], которая разработана для цветковых растений. Выделены периоды: ювенильного, имматурного и виргинильного состояния спорофитов; репродуктивный с онтогенетическими состояниями молодого, средневозрастного и стареющего спороносящих спорофитов; и сенильного состояния спорофитов.

Для оценки состояния ценопопуляции нами использован метод организменных и популяционных параметров вида, которые используют ряд исследователей [7, 8]. Поскольку определить точное количество особей криптограммы курчавой не представляется возможным без выкапывания, в качестве организменных признаков нами выбрано число вай. В качестве популяционных признаков – плотность особей разных возрастных групп в процентах.

Криптограмма курчавая (рис. 1) – сокращающийся в численности вид, включен в приложение к Красной книге Пермского края [3].



Рис. 1. Криптограмма курчавая на хребте Тулымский Камень

Данный вид охраняется в 4 регионах Российской Федерации, из сопредельных регионов приводится для Республики Коми (II категория). На территории Российской Федерации криптограмма курчавая встречается на Кольском полуострове, Приполярном и Северном Урале. В Пермском крае проходит юго-восточная граница ареала этого вида [2].

В 2023–2025 годах нами проведено исследование хребта Тулымский Камень с целью изучения ценопопуляции этого вида папоротника и поиска новых местонахождений. На рис. 2 представлена схема с указанием местонахождения криптограммы. Фотография местообитания редкого вида приведена на рис. 3.

Криптограмма курчавая приурочена к влажным расщелинам скал, каменистым россыпям, основным и ультраосновным породам гольцового и подгольцового поясов. Розеточный травовидный папоротник является мезофитом. Спороношение в июле-августе. Для территории края вид известен по единственной находке А.Г. Безгодова в заповеднике «Вишерский», собран 12 июля 1994 года на хребте Тулымский Камень вблизи снежников на каменистых россыпях [6]. Образец хранится в гербарии сосудистых растений заповедника в городе Красновишерске.

В ходе полевых работ вид обнаружен только в одном из крупных распадков восточной части хребта Тулымский Камень. Обследования соседних распадков и подходящих биотопов не привели к находкам новых местонахождений вида. Ценопопуляция криптограммы была обнаружена выше границы лесов в гольцовом поясе и занимает территорию площадью 10 000 м².

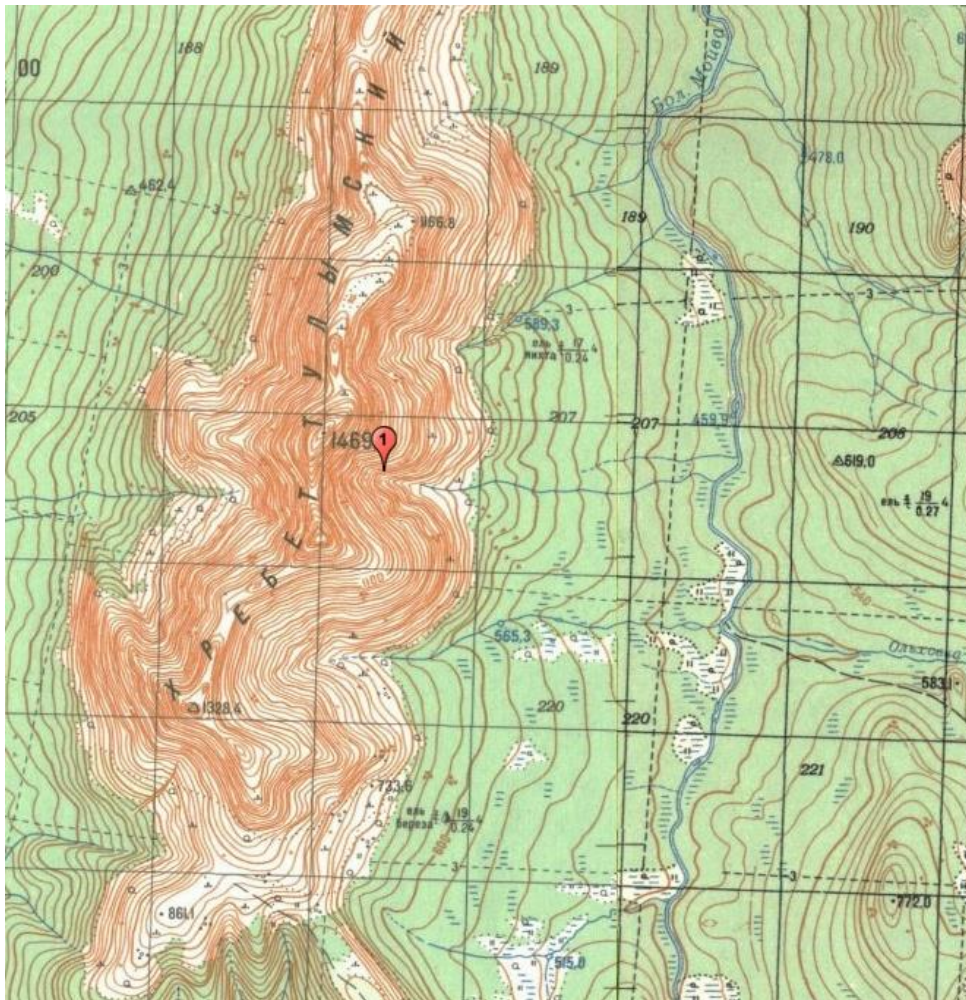


Рис. 2. Местонахождение криптограммы курчавой



Рис. 3. Местообитание криптограммы курчавой

В табл. 1 представлены основные характеристики растительных сообществ, полученных в ходе геоботанических описаний.

Таблица 1

**Характеристика учетных площадок с участием
криптограммы курчавой**

Номер УП	Высота н. у. м.	Координаты	Проективное покрытие растений, %	Число видов			
				Общее	Сосудистые	Мхи	Лишайники
1	771	N61.125943° E58.948725°	40	16	7	3	6
2	770	N61.125888° E58.948805°	35	10	5	1	4
3	779	N61.125860° E58.947977°	30	10	4	2	4
4	781	N61.125832° E58.947385°	30	14	5	1	8
5	803	N61.125900° E58.947250°	35	11	5	1	5
6	800	N61.125927° E58.947327°	35	10	6	1	3
7	812	N61.125838° E58.945943°	10	8	3	1	4
8	812	N61.125848° E58.945807°	15	11	5	1	5
9	816	N61.125813° E58.945615°	15	9	4	1	4
10	821	N61.125787° E58.945400°	20	8	3	1	4
11	825	N61.125850° E58.945017°	25	9	3	2	4
12	832	N61.125878° E58.944923°	35	10	4	1	5
13	833	N61.126050° E58.944237°	25	14	5	3	6
14	846	N61.126120° E58.944070°	30	11	5	1	5
15	853	N61.126453° E58.943610°	30	11	5	1	5
16	866	N61.126558° E58.943572°	20	9	4	1	4
17	875	N61.126572° E58.943328°	35	13	6	2	5
18	878	N61.126643° E58.943112°	45	13	7	1	5
19	885	N61.126773° E58.942903°	35	12	7	1	4
20	898	N61.126807° E58.942655°	40	14	8	1	5

Номер УП	Высота н. у. м.	Координаты	Проективное покрытие растений, %	Число видов			
				Общее	Сосудистые	Мхи	Лишайники
21	901	N61.126925° E58.942510°	35	13	7	1	5
22	904	N61.127070° E58.942168°	15	8	3	1	4
23	928	N61.127387° E58.941437°	10	8	3	0	5
24	940	N61.127457° E58.941543°	5	7	1	1	5
25	953	N61.127622° E58.941223°	25	10	4	0	6

По данным таблицы можно сделать вывод о том, что криптограмма произрастает в местах с разреженным растительным покровом и бедным флористическим составом. Число видов, выявленных на учетных площадках, колеблется от 7 до 16. Местообитание отличается большой крутизной склонов и низким покрытием травяного яруса, большинство особей криптограммы приурочено к днищу распадка. В ходе исследований нами отмечено 445 вай криптограммы курчавой. Средняя длина вай составляет 20 см.

Общее количество выявленных сосудистых растений составляет 18 видов, мхов – 4 вида и лишайников – 13 (табл. 2). Растительный покров преимущественно сформирован накипными лишайниками, среди которых наиболее встречаемые: *Rhizocarpon geographicum*, *R. alpicola*, *Ophioparma ventosa*, *Ropalospora lugubris*, *Lecanora polytropa*. Из сосудистых растений наибольший вклад в сообщество по встречаемости вносят *Deschampsia flexuosa*, *Persicaria bistorta*, *Athyrium filix-femina*. Сосудистые растения, как и мхи, малочисленны и встречаются в расщелинах, между камней курумников, где накапливается мелкозем.

Таблица 2

Виды с максимальным обилием

№ п/п	Название вида	Проективное покрытие	Встречаемость
1	<i>Anemone mbiarmiensis</i> Juz.	5	5
2	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth ex Mert.	5	15
3	<i>Calamagrostis obtusata</i> Trin.	5	9
4	<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.	5	1
5	<i>Cryptogramma crispa</i> (L.) R.Br.	15	8
6	<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.,	5	1
7	<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	5	19
8	<i>Geranium albiflorum</i> L.	5	2
9	<i>Juncus trifidus</i> L.	10	5
10	<i>Persicaria bistorta</i> Samp.	5	20

№ п/п	Название вида	Проективное покрытие	Встречаемость
11	<i>Phegopteris connectilis</i> (Michx.) Watt	5	2
12	<i>Pleurospermum uralense</i> Hoffm.	5	1
13	<i>Ranunculus</i> sp.	1	1
14	<i>Rhodiola rosea</i> L.	5	3
15	<i>Solidago virgaurea</i> L.	5	6
16	<i>Tanacetum bipinnatum</i> (L.) Sch. Bip.	5	2
17	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	8	8
18	<i>Viola biflora</i> L.	5	1
Мхи			
1	<i>Andreaea rupestris</i> Hedw.	1	13
2	<i>Grimmia incurva</i> Schwaegr.	1	10
3	<i>Racomitrium microcarpon</i> (Hedw.) Brid.	1	9
4	<i>Tortella tortuosa</i> (Hedw.) Limpr.	1	6
Лишайники			
1	<i>Aspicilia cinerea</i> (L.) Körb.	15	7
2	<i>Fuscidea mollis</i> (Wahlenb.) V. Wirth et Vězda	5	11
3	<i>Immersaria cupreoatra</i> (Nyl.) Calat. et Rambold	7	1
4	<i>Lecanora polytropa</i> (Ehrh.) Rabenh.	3	18
5	<i>Ophioparma ventosa</i> (L.) Norman	5	15
6	<i>Pertusaria geminipara</i> (Th. Fr.) C. Knight ex Brodo	1	1
7	<i>Porpidia crustulata</i> (Ach.) Hertel & Knoph	5	5
8	<i>Porpidia macrocarpa</i> (DC.) Hertel & A.J.Schwab	3	5
9	<i>Rhizocarpon alpicola</i> (Fr.) Rabenh.	15	15
10	<i>Rhizocarpon geographicum</i> (L.) DC.	15	20
11	<i>Ropalospora lugubris</i> (Sommerf.) Poelt	10	16
12	<i>Stereocaulon botryosum</i> Ach.	5	4
13	<i>Umbilicaria deusta</i> (L.) Baumg.	10	8
14	<i>Umbilicaria hyperborea</i> (Ach.) Hoffm.	7	7

Возрастная структура ценопопуляций является полночленной. Доля ювенильных особей составляет 12 %, имматурных 8 %, виргинильных 15 %. Доля молодых спороносящих спорофитов 25 %, средневозрастных 20 %, стареющих 12 %, сенильных 8 %. Учетные площадки ниже 700 м н. у. м. отличаются преобладанием молодых имматурных и виргинильных особей, что вероятно связано с распространением криптограммы вдоль распада вниз по склону.

Лимитирующими факторами являются нарушение гидрологического режима, вызванного естественными причинами, главным образом смывом почвы и растительного покрова во время интенсивного снеготаяния, а также деградация каменистых местообитаний.

Таким образом, узкая экологическая амплитуда, низкая численность популяций дают основание предполагать, что и в будущем сохранится стабильно низкая численность, вид останется редким и нуждающимся в охране. Сохранность популяций возможна только при условии сохранения целостности биотопов, в которых произрастает охраняемый вид и отсутствии негативных воздействий извне.

Список литературы

1. Гуреева И.И. Равноспоровые папоротники Южной Сибири (систематика, происхождение, биоморфология, популяционная биология). – Томск : Изд-во Томск. ун-та, 2001. – 158 с.
2. Иллюстрированный определитель растений Пермского края / С.А. Овеснов, Е.Г. Ефимик, Т.В. Козьминых и др. – Пермь : Книжный мир, 2007. – 742 с.
3. Красная книга Пермского края / под общ. ред. М.А. Бакланова. – Пермь : Алдари, 2018. – 232 с.
4. Лашинский Н.Н., Шорина Н.И. Онтогенез спорофита и структура ценопопуляций *Polystichum braunii* (Spenn.) Fee в черневой тайге Салаирского кряжа // Известия СО АН СССР. Серия биологических наук. – 1985. – Вып. 2, № 13. – С. 35–44.
5. Полевая геоботаника. – М. ; Л., 1960. – Т. 2. – 500 с.
6. Растительность и флора, грибы, лишайники заповедника «Вишерский» / Т.П. Белковская, Л.Г. Переведенцева, О.И. Мухутдинов и др. – Соликамск, 2014. – 400 с.
7. Санданов Д.В. Оценка состояния ценопопуляций восточноазиатских видов растений в различных частях ареала // Растительный мир Азиатской России. – 2010. – № 2 (6). – С. 80–87.
8. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура) / О.В. Смирнова, Л.Б. Заугольнова, И.М. Ермакова и др. – М. : Наука, 1976. – 216 с.

Сведения об авторах

А.Е. Селиванов – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и географии, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, selivanperm@yandex.ru); научный сотрудник, Государственный заповедник «Вишерский» (618590, г. Красновишерск, ул. Гагарина, 67).

К.О. Печенкина – старший преподаватель кафедры биологии и географии, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, pechenkina.ksusha@yandex.ru); аспирант 4-го курса биологического факультета, Пермский государственный национальный исследовательский университет (614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15); научный сотрудник, Государственный заповедник «Вишерский» (618590, г. Красновишерск, ул. Гагарина, 67).

К.А. Карасев – старший преподаватель кафедры биологии и географии, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, karasyov.prm@gmail.com).

Е.А. Селиванова – студентка III курса естественнонаучного факультета, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24).

Information about the authors

A.E. Selivanov – Candidate of Biological Sciences, Docent of Department of Biology and Geography, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, Sibirskaya St., 24, selivanperm@yandex.ru); Research Associate, Vishersky State Nature Reserve (61859067, Krasnovishersk, Gagarina St., 67).

K.O. Pechenkina – Senior Lecturer of the Department of biology and geography, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, Sibirskaya St., 24, pechenkina.ksusha@yandex.ru); 4 Years Postgraduate Student of Biological Faculty, Perm State National Research University (614068, Perm, Bukireva St., 15); Research Associate, Vishersky State Nature Reserve (61859067, Krasnovishersk, Gagarina St., 67).

K.A. Karasev – Senior Lecturer of the Department of Biology and Geography, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, Sibirskaya St., 24, karasyov.prm@gmail.com).

E.A. Selivanova – Student of the Natural Sciences Faculty, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, Sibirskaya St., 24).

УДК 582.3/.99

DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-66-83

БИОРАЗНООБРАЗИЕ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ В ГОРОДЕ ОЧЁР (ПЕРМСКИЙ КРАЙ)

Алексей Евгеньевич Селиванов, Анастасия Алексеевна Шафранова

Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, Пермь,
Россия

Аннотация. Проведено изучение видового состава сосудистых растений в городе Очере. Приведен аннотированный список видов. Список содержит 231 вид сосудистых растений, которые относятся к 168 родам и 54 семействам, принадлежащим к 5 классам и 4 отделам.

Ключевые слова: флора, биоразнообразие, сосудистые растения, город Очёр

Для цитирования: Селиванов А.Е., Шафранова А.А. Биоразнообразие сосудистых растений в городе Очере // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Сер. № 2. Физико-математические и естественные науки. 2025. Вып. 1. С. 66–83. DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-66-83

BIODIVERSITY OF VASCULAR PLANTS IN THE CITY OF OCHER (PERM REGION)

Alexey E. Selivanov, Anastasia A. Shafranova

Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia

Abstract. The species composition of vascular plants in the city of Ocher was studied. An annotated list of species is provided. The list contains 231 species of vascular plants that belong to 168 genera and 54 families, and belong to 5 classes and 4 divisions. A total of 297 specimens were collected.

Keywords: flora, biodiversity, vascular plants, Ocher

For citation: Selivanov A.E., Shafranova A.A. Biodiversity of vascular plants in the city of Ocher // Bulletin of the Perm State Humanitarian Pedagogical University. Series No. 2. Physical, mathematical and natural sciences. 2025. Vol. 1. P. 66–83. DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-66-83

История изучения флоры и растительности в Пермском крае до конца XX века подробно описана С.А. Овесновым [9].

В XXI веке основными направлениями флористических исследований в Пермском крае стали поиски новых видов сосудистых растений [1, 2], изучение флор ООПТ [3, 4, 6, 10, 13] и изучение флор населенных пунктов [8].

Наша работа посвящена изучению биоразнообразия сосудистых растений в городе Очёр. К началу наших исследований публикации, посвященные изучению флоры города Очёра, отсутствовали. Работа должна послужить основой для дальнейшего мониторинга антропогенной трансформации природной среды, состояния популяций редких видов и для выявления ресурсного значения растительного покрова района исследований, разработки природоохранных мероприятий.

Целью работы является изучение видового состава сосудистых растений города Очёра.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1) собрать гербарные образцы со всех представленных в городе местобитаний;

2) провести видовую идентификацию образцов, внести всю полученную информацию в базу данных, инсерировать образцы;

3) составить конспект флоры.

Сбор образцов, проводили маршрутным методом. При выборе маршрута учитывалось разнообразие фитоценозов и рельеф. Сбор образцов сосудистых растений производился в вегетационные сезоны 2022–2025 годов. Координаты точки сбора образцов определялись с помощью спутникового навигатора (GPS), система координат WGS-84. Видовая идентификация образцов проводилась в лаборатории биоразнообразия растений и лишенизированных грибов кафедры биологии и географии ПГГПУ. При этом использовалась вся актуальная справочная литература [5, 7, 11, 12]. Всего было собрано 297 образцов.

Идентифицированные образцы помещены на хранение в гербарий ПГГПУ (РПУ), а вся информация о них внесена в гербарную базу данных.

Ниже приведен аннотированный список видов сосудистых растений, который содержит 231 вид, относящийся к 168 родам, 54 семействам, 5 классам и 4 отделам.

Номенклатура видов, расположение и название надвидовых таксонов приведены в соответствии с Иллюстрированным определителем растений Пермского края [2]. Для каждого вида приводится цитата этикеток.

Отдел. Equisetophyta – Хвощевидные

Класс. Equisetopsida – Хвощевые

Сем. Equisetaceae – Хвощевые

1. *Equisetum arvense* L. – Хвощ полевой. Лес около горы Кокуй. Смешанный лес. С.Ш. 57.8794°, В.Д. 54.7317°

2. *Equisetum hyemale* L. – Хвощ зимующий. Лес около горы Кокуй. Смешанный лес. С.Ш. 57.8794°, В.Д. 54.7317°

Отдел. Polypodiophyta – Папоротниковидные

Класс. Polypodiopsida – Полиподиопсиды

Сем. Athyriaceae – Кочедыжниковые

3. *Athyrium filix-femina* (L.) Roth – Кочедыжник женский. Лес, рядом с деревней Скакуны. Ельник осочковый. С.Ш. 57.8672°, В.Д. 54.7421°

Сем. Dryopteridaceae – Щитовниковые

4. *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott – Щитовник мужской. Берег пруда, рядом с ул. Революции. Лес на берегу пруда. С.Ш. 57.8811°, В.Д. 54.75°

Отдел. Pinophyta – Голосеменные

Класс. Pinopsida – Хвойные

Сем. Pinaceae – Сосновые

5. *Abies sibirica* Ledeb. – Пихта Сибирская. Лес около горы Кокуй. Смешанный лес. С.Ш. 57.8749°, В.Д. 54.7317°

6. *Larix sibirica* Ledeb. – Лиственница сибирская. Лес около горы Кокуй. Смешанный лес. С.Ш. 57.8749°, В.Д. 54.7317°

7. *Picea obovata* Ledeb. – Ель сибирская. Лес около горы Кокуй. Смешанный лес. С.Ш. 57.8749°, В.Д. 54.7317°

8. *Pinus sylvestris* L. – Сосна обыкновенная. Лес около горы Кокуй. Смешанный лес. С.Ш. 57.8749°, В.Д. 54.7317°; Переулок Дорожный 40. Суходольный луг. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

Сем. Cupressaceae – Кипарисовые

9. *Juniperus communis* L. – Можжевельник обыкновенный. Долина реки Лужкова. Смешанный лес. С.Ш. 57.9043°, В.Д. 54.7206°

Отдел. Magnoliophyta – Цветковые

Класс. Liliopsida – Однодольные

Сем. Potamogetonaceae – Рдестовые

10. *Potamogeton crispus* L. – Рдест курчавый. Правый берег Очерского вдхр. В воде. С.Ш. 57.901°, В.Д. 54.7055°

11. *Potamogeton lucens* L. – Рдест блестящий. Правый берег Очерского вдхр. В воде. С.Ш. 57.901°, В.Д. 54.7055°

12. *Potamogeton pectinatus* L. – Рдест гребенчатый. Правый берег Очерского вдхр. В воде. С.Ш. 57.901°, В.Д. 54.7055°

13. *Potamogeton perfoliatus* L. – Рдест пронзеннолистный. Правый берег Очерского вдхр. В воде. С.Ш. 57.901°, В.Д. 54.7055°

Сем. Alismataceae – Частуховые

14. *Alisma plantago-aquatica* L. – Частуха подорожниковая. Студенческий ключик. Низинное болото. С.Ш. 57.8804°, В.Д. 54.7427°; Правый берег. В воде. С.Ш. 57.901°, В.Д. 54.7055°

Сем. Hydrocharitaceae – Водокрасовые

15. *Hydrocharis morsus-ranae* L. – Водокрас обыкновенный. Правый берег Очерского вдхр. В воде. С.Ш. 57.901°, В.Д. 54.7055°

Сем. Poaceae – Злаки

16. *Agrostis tenuis* Sibth. – Полевица тонкая. Переулок Дорожный, возле д. 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

17. *Alopecurus aequalis* Sobol. – Лисохвост равный. Правый берег Очерского вдхр. В воде. С.Ш. 57.901°, В.Д. 54.7055°

18. *Alopecurus pratensis* L. – Лисохвост луговой. Переулок Дорожный возле д. 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

19. *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub – Костер безостый. Переулок Дорожный возле д. 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

20. *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth – Вейник тростниковый. В долине реки Сосновка, 250 м от переулка Дорожный. Пихтарник зеленомошный. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7228°

21. *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth – Вейник наземный. Переулок Дорожный возле д. 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

22. *Dactylis glomerata* L. – Ежа сборная. Переулок Дорожный возле д. 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

23. *Digraphis arundinacea* (L.) Trin. – Двуклосточник тростниковидный. Правый берег Очерского вдхр. На пойменном лугу. С.Ш. 57.901°, В.Д. 54.7055°

24. *Hordeum vulgare* L. – Ячмень обыкновенный. Сады рядом с ул. Советской Армии. Зброшенне сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

25. *Melica nutans* L. – Перловник поникший. Долина реки Лужкова. Смешанный лес. С.Ш. 57.9043°, В.Д. 54.7206°

26. *Phleum pratense* L. – Тимофеевка луговая. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

27. *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. – Тростник обыкновенный. Правый берег Очерского вдхр. В воде. С.Ш. 57.901°, В.Д. 54.7055°

28. *Poa annua* L. – Мятлик однолетний. Переулок дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

29. *Poa trivialis* L. – Мятлик обыкновенный. Берег пруда, рядом с ул. Революции. Лес на берегу пруда. С.Ш. 57.8811°, В.Д. 54.75°; Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

30. *Zea mays* L. – Кукуруза обыкновенная. Сады рядом с ул. Советской Армии. Зброшенне сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264

Сем. Cyperaceae – Осоковые

31. *Carex acuta* L. – Осока острая. Левый берег Очерского вдхр. Пойменный луг С.Ш. 57.9°, В.Д. 54.7014°

32. *Carex pseudocyperus* L. – Осока ложносытевая. Берег пруда, рядом с ул. Революции. Лес на берегу пруда. С.Ш. 57.8811°, В.Д. 54.75°

Сем. Juncaceae – Ситниковые

33. *Luzula pilosa* (L.) Willd. – Ожика волосистая. Лес, рядом с ул. Носкова. Ельник осочковый. С.Ш. 57.8962°, В.Д. 54.7241°

Сем. Liliaceae – Лилейные

34. *Allium sativum* L. – Чеснок. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

35. *Asparagus officinalis* L. – Аспарагус лекарственный. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

36. *Lilium pilosiusculum* (Freyn) Misch. – Лилия волосистая. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

37. *Veratrum lobelianum* Bernh. – Чемерица Лобеля. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

Сем. Iridaceae – Касатиковые

38. *Iris sibirica* L. – Ирис сибирский. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

Отдел. Magnoliophyta – Цветковые**Класс. Magnoliopsida – Двудольные****Сем. Salicaceae – Ивовые**

39. *Populus alba* L. – Тополь белый. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

40. *Salix alba* L. – Ива белая. Гора Кокуй. Осыпь у песчаниковой скалы. С.Ш. 57.8754°, В.Д. 54.7303°

41. *Salix caprea* L. – Ива козья. Гора Кокуй. Осыпь у песчаниковой скалы. С.Ш. 57.8754°, В.Д. 54.7303°

42. *Salix cinerea* L. – Ива пепельная. Рядом со Студенческим ключиком. Суходольный луг С.Ш. 57.8806°, В.Д. 54.7424°

43. *Salix fragilis* L. – Ива ломкая. Городское кладбище. На кладбище у могил. С.Ш. 57.8962°, В.Д. 54.771°

44. *Salix triandra* L. – Ива трехтычинковая. Берег пруда, рядом с ул. Революции. Лес на берегу пруда. С.Ш. 57.8811°, В.Д. 54.75°

Сем. Betulaceae – Березовые

45. *Alnus incana* (L.) Moench – Ольха серая. Берег пруда, рядом с ул. Революции. Лес на берегу пруда. С.Ш. 57.8811°, В.Д. 54.75°

46. *Betula pendula* Roth – Береза повислая. Рядом со Студенческим ключиком. Низинное болото С.Ш. 57.8804°, В.Д. 54.7424°

Сем. Fagaceae – Буковые

47. *Quercus robur* L. – Дуб черешчатый. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°; Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

Сем. Moraceae – Тутовые

48. *Cannabis sativa* L. – Конопля посевная. Коренной берег возле залива Лужкова. Картофельное поле в лесу. С.Ш. 57.906°, В.Д. 54.7181°

49. *Humulus lupulus* L. – Хмель обыкновенный. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

Сем. Urticaceae – Крапивные

50. *Urtica dioica* L. – Крапива двудомная. Гора Кокуй. Осыпь у песчаниковой скалы. С.Ш. 57.8754°, В.Д. 54.7303°

Сем. Polygonaceae – Гречишные

51. *Polygonum arenastrum* Voeau – Спорыш обыкновенный. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

52. *Polygonum convolvulus* L. – Горец вьюнковый. Коренной берег возле залива Лужкова. Картофельное поле в лесу. С.Ш. 57.906°, В.Д. 54.7181°

53. *Polygonum lapathifolium* L. – Горец щавелелистный. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

54. *Rumex aquaticus* L. – Щавель водный. Берег пруда, рядом с ул. Революции. Лес на берегу пруда. С.Ш. 57.8811°, В.Д. 54.75°

55. *Rumex crispus* L. – Щавель курчавый. Ул. Советская 21. На газоне. С.Ш. 57.8842°, В.Д. 54.7107°; Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

56. *Rumex maritimus* L. – Щавель морской. Правый берег Очёрского вдхр. В воде. С.Ш. 57.901°, В.Д. 54.7055°

Сем. Chenopodiaceae – Маревые

57. *Chenopodium album* L. – Марь белая. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

58. *Chenopodium urbicum* L. – Марь городская. Коренной берег возле залива Лужкова. Картофельное поле в лесу. С.Ш. 57.906°, В.Д. 54.7181°

Сем. Caryophyllaceae – Гвоздичные

59. *Cerastium holosteoides* Fr. – Ясколка дернистая. Долина реки Лужкова, Смешанный лес. С.Ш. 57.9043°, В.Д. 54.7206°

60. *Dianthus deltoides* L. – Гвоздика травянка. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

61. *Saponaria officinalis* L. – Мыльнянка обыкновенная. Ул. Коммунистическая. Обочина дороги С.Ш. 57.904°, В.Д. 54.7119°; Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

62. *Stellaria graminea* L. – Звездчатка злаковая. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

63. *Stellaria media* (L.) Vill. – Коренной берег возле залива Лужкова. Картофельное поле в лесу. С.Ш. 57.906°, В.Д. 54.7181°

64. *Stellaria nemorum* L. – Звездчатка дубравная. Рядом со Студенческим ключиком. Суходольный луг С.Ш. 57.8806°, В.Д. 54.7424°; Берег пруда, рядом с ул. Революции. Лес на берегу пруда. С.Ш. 57.8811°, В.Д. 54.75°

65. *Viscaria vulgaris* Bernh. – Смолка обыкновенная. Берег пруда, рядом с ул. Революции. Лес на берегу пруда. С.Ш. 57.8811°, В.Д. 54.75°

Сем. Ceratophyllaceae – Роголистниковые

66. *Ceratophyllum demersum* L. – Роголистник погруженный. Очёрское вдхр. В воде. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°; Правый берег Очёрского вдхр. В воде. С.Ш. 57.901°, В.Д. 54.7055°

Сем. Ranunculaceae – Лютиковые

67. *Actaea erythrocarpa* Fisch. – Воронец красноплодный. Берег пруда, рядом с ул. Революции. Лес на берегу пруда. С.Ш. 57.8811°, В.Д. 54.75°

68. *Actaea spicata* L. – Воронец колосистый. Берег пруда, рядом с ул. Революции. Лес на берегу пруда. С.Ш. 57.8811°, В.Д. 54.75°

69. *Adonis vernalis* L. – Адонис весенний. Сады рядом с ул. Советской Армии. Зброшенныe сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

70. *Anemone altaica* Fisch. ex DC. – Ветреница алтайская. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

71. *Anemone ranunculoides* L. – Ветреница лютичная. Долина реки Лужкова, Смешанный лес. С.Ш. 57.9043°, В.Д. 54.7206°

72. *Aquilegia vulgaris* L. – Водосбор обыкновенный. Гора Кокуй. Осыпь у песчаниковой скалы. С.Ш. 57.8754°, В.Д. 54.7303°; Сады рядом с ул. Советской Армии. Зброшенныe сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

73. *Batrachium circinatum* (Sibth.) Spach. – Шелковник жестколистный. Правый берег Очерского вдхр. В воде. С.Ш. 57.901°, В.Д. 54.7055°

74. *Delphinium consolida* L. – Живокость полевая. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

75. *Ranunculus acris* L. – Лютик едкий. Долина реки Лужкова, Смешанный лес. С.Ш. 57.9043°, В.Д. 54.7206° В.Д. 54.7206°; Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

76. *Ranunculus sceleratus* L. – Лютик ядовитый. Правый берег Очерского вдхр. В воде. С.Ш. 57.901°, В.Д. 54.7055°; Очерское вдхр. Левый берег. В воде. С.Ш. 57.9°, В.Д. 54.70745°

Сем. Berberidaceae – Барбарисовые

77. *Berberis vulgaris* L. – Барбарис обыкновенный. Сады рядом с ул. Советской Армии. Зброшенныe сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

Сем. Papaveraceae – Маковые

78. *Chelidonium majus* L. – Чистотел большой. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

Сем. Fumariaceae – Дымянковые

79. *Fumaria officinalis* L. – Дымянка лекарственная. Коренной берег возле залива Лужкова. Картофельное поле в лесу. С.Ш. 57.906°, В.Д. 54.7181°; Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

Сем. Brassicaceae – Крестоцветные

80. *Armoracia rusticana* P.G. Gaertn. – Хрен обыкновенный. Рядом со Студенческим ключиком. Суходольный луг С.Ш. 57.8806°, В.Д. 54.7424°
81. *Berteroa incana* (L.) DC. – Икотник серый. Ул. Строителей. Суходольный луг. С.Ш. 57.9008°, В.Д. 54.7217°
82. *Brassica campestris* L. – Капуста полевая. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°; Сады рядом с ул. Советской Армии. Зброшенны сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°
83. *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medikus – Пастушья сумка обыкновенная. Ул. Коммунистическая. Обочина дороги С.Ш. 57.904°, В.Д. 54.7119°
84. *Erysimum cheiranthoides* L. – Желтушник левкойный. Коренной берег возле залива Лужкова. Картофельное поле в лесу. С.Ш. 57.906°, В.Д. 54.7181°; Ул. Коммунистическая. Обочина дороги С.Ш. 57.904°, В.Д. 54.7119°
85. *Raphanus raphanistrum* L. – Редька полевая. Коренной берег возле залива Лужкова. Картофельное поле в лесу. С.Ш. 57.906°, В.Д. 54.7181°
86. *Rorippa palustris* (L.) Besser – Жерушник болотный. Правый берег Очерского вдхр. В воде. С.Ш. 57.901°, В.Д. 54.7055°
87. *Sisymbrium officinale* (L.) Scop. – Гулявник лекарственный. Ул. Советская 21. На газоне. С.Ш. 57.8842°, В.Д. 54.7167°
88. *Thlaspi arvense* L. – Ярутка полевая. Коренной берег возле залива Лужкова. Картофельное поле в лесу. С.Ш. 57.906°, В.Д. 54.7181°

Сем. Tropaeolaceae – Настурциевые

89. *Tropaeolum majus* L. – Настурция большая. Сады рядом с ул. Советской Армии. Зброшенны сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

Сем. Saxifragaceae – Камнеломковые

90. *Grossularia reclinata* (L.) Mill. – Крыжовник отклоненный. Сады рядом с ул. Советской Армии. Зброшенны сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°
91. *Philadelphus coronarius* L. – Чубушник венечный. Сады рядом с ул. Советской Армии. Зброшенны сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°
92. *Ribes nigrum* L. – Смородина черная. Сады рядом с ул. Советской Армии. Зброшенны сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°
93. *Ribes rubrum* L. – Смородина красная. Сады рядом с ул. Советской Армии. Зброшенны сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

Сем. Rosaceae – Розоцветные

94. *Agrimonia eupatoria* L. – Репешок обыкновенный. Переулок дорожный 40. Суходольный луг. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°
95. *Alchemilla vulgaris* L. s.l. – Манжетка обыкновенная. Переулок Дорожный, 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°
96. *Amelanchier ovalis* Medikus – Ирга круглолистная. Сады рядом с ул. Советской Армии. Зброшенны сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

97. *Aronia mitschurinii* A.K. Skvortsov et Maitulina – Арония Мичурина. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°
98. *Cerasus vulgaris* Mill. – Вишня обыкновенная. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°
99. *Crataegus sanguinea* Pall. – Боярышник кроваво-красный. Переулок дорожный 40. Суходольный луг. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°
100. *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. – Лабазник вязолистный. Правый берег Очёрского вдхр. Пойменный луг С.Ш. 57.901°, В.Д. 54.7055°
101. *Fragaria ananassa* Duch. – Земляника ананасная. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°
102. *Fragaria moschata* (Duch.) Weston – Земляника мускатная. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°
103. *Malus baccata* (L.) Borkh. – Яблоня ягодная. Деревня Скакуны. Суходольный луг. С.Ш. 57.8675°, В.Д. 54.7238°
104. *Malus sylvestris* Mill. – Яблоня лесная. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°
105. *Padus avium* Mill. – Черемуха обыкновенная. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°
106. *Potentilla anserina* L. – Лапчатка гусиная. Городское кладбище. Опушка леса около городского кладбища. С.Ш. 57.8962°, В.Д. 54.761°
107. *Potentilla argentea* L. – Лапчатка серебристая. Ул. Пушкина. Суходольный луг под линией электропередач С.Ш. 57.9009°, В.Д. 54.7294°; Лес около горы Кокуй. Смешанный лес. С.Ш. 57.8794°, В.Д. 54.7317°
108. *Potentilla erecta* (L.) Raeusch. – Лапчатка прямостоячая. Студенческий ключик. Низинное болото. С.Ш. 57.8804°, В.Д. 54.7427°
109. *Potentilla norvegica* L. – Лапчатка норвежская. Возле студенческого ключика. Суходольный луг. С.Ш. 57.8804°, В.Д. 54.7427°; Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°
110. *Prunus spinosa* L. – Терновник обыкновенный. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°
111. *Pyrus communis* L. – Груша обыкновенная. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°
112. *Rosa acicularis* Lindl. – Шиповник иглистый. Долина реки Лужкова. Зарастающая вырубка С.Ш. 57.9053°, В.Д. 54.7194°
113. *Rosa majalis* Herzm. – Шиповник майский. Долина реки Лужкова. Зарастающая вырубка С.Ш. 57.9053°, В.Д. 54.7194°
114. *Rosa rugosa* Thunb. – Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°
115. *Rubus caesius* L. – Ежевика сизая. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

116. *Rubus idaeus* L. – Малина обыкновенная. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

117. *Rubus saxatilis* L. – Костяника обыкновенная. Долина реки Лужкова. Сосняк С.Ш. 57.9044°, В.Д. 54.7193°

118. *Sorbus aucuparia* L. – Рябина обыкновенная. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

119. *Spiraea chamaedrifolia* L. – Спирея дубравколистная. Гора Кокуй. Осыпь у песчаниковой скалы. С.Ш. 57.8754°, В.Д. 54.7303°

120. *Spiraea media* Schmidt – Спирея средняя. Городское кладбище. Опушка леса около городского кладбища. С.Ш. 57.8962°, В.Д. 54.761°; Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

Сем. Fabaceae – Бобовые

121. *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klaskova – Ракитник русский. В.Д. 54.7228°; Лес около горы Кокуй. Смешанный лес. С.Ш. 57.8794°, В.Д. 54.7317°

122. *Galega orientalis* Lam. – Козлятник восточный. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

123. *Genista tinctoria* L. – Дрок красильный. Рядом со Студенческим ключиком. Суходольный луг С.Ш. 57.8806°, В.Д. 54.7424°

124. *Lathyrus pisiformis* L. – Чина гороховидная. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

125. *Lathyrus pratensis* L. – Чина луговая. Городское кладбище. Опушка леса около городского кладбища. С.Ш. 57.8962°, В.Д. 54.761°; Лес около горы Кокуй. Смешанный лес. С.Ш. 57.8794°, В.Д. 54.7317°

126. *Lotus corniculatus* L. – Лядвенец рогатый. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

127. *Lupinus polyphyllus* Lindl. – Люпин многоцветковый. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°; Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

128. *Medicago sativa* L. – Люцерна посевная. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

129. *Melilotus albus* Medikus – Донник белый. Левый берег Очерского вдхр. Пойменный луг С.Ш. 57.9°, В.Д. 54.7014°

130. *Melilotus officinalis* (L.) Pall. – Донник лекарственный. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

131. *Pisum sativum* L. – Горох посевной. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

132. *Trifolium hirtum* All. – Клевер мохнатый. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

133. *Trifolium medium* L. – Клевер средний. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

134. *Trifolium repens* L. – Клевер ползучий. Гора Кокуй. Осыпь у песчаниковой скалы. С.Ш. 57.8754°, В.Д. 54.7303°

135. *Vicia cracca* L. – Горошек мышинный. В долине реки Сосновка 250 м от переулка Дорожный. Пихтарник зеленомошный. С.Ш. 57.8673°,

136. *Vicia tenuifolia* Roth – Горошек тонколиственный. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

Сем. Geraniaceae – Гераниевые

137. *Erodium cicutarium* (L.). – Аистник обыкновенный. Коренной берег возле залива Лужкова. Картофельное поле в лесу. С.Ш. 57.906°, В.Д. 54.7181°

138. *Geranium pratense* L. – Герань луговая. Лес около горы Кокуй. Смешанный лес. С.Ш. 57.8794°, В.Д. 54.7317°

139. *Geranium sibiricum* L. – Герань сибирская. Ул. Советская 21. На газоне. С.Ш. 57.8842°, В.Д. 54.7167°;

Сем. Oxalidaceae – Кислицевые

140. *Oxalis acetosella* L. – Кислица обыкновенная. Долина реки Лужкова. Смешанный лес. С.Ш. 57.9043°, В.Д. 54.7206°

Сем. Euphorbiaceae – Малочайные

141. *Euphorbia cyparissias* L. – Молочай кипарисовый. Лес около горы Кокуй. Смешанный лес. С.Ш. 57.8794°, В.Д. 54.7317°

142. *Euphorbia helioscopia* L. – Молочай-солнцегляд. Лес около горы Кокуй. Смешанный лес. С.Ш. 57.8794°, В.Д. 54.7317°

143. *Euphorbia virgata* Waldst et Kit. – Молочай прутьевидный. Ул. Пушкина. Суходольный луг под линией электропередач С.Ш. 57.9009°, В.Д. 54.7294°

Сем. Aceraceae – Кленовые

144. *Acer negundo* L. – Клен ясенелистный. Переулок Дорожный 40. Суходольный луг С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

145. *Acer platanoides* L. – Клен остролистный. Лес около горы Кокуй. Смешанный лес. С.Ш. 57.8794°, В.Д. 54.7317°

Сем. Rhamnaceae – Крушиновые

146. *Frangula alnus* Mill. – Крушина ломкая. Берег пруда, рядом с ул. Революции. Лес на берегу пруда. С.Ш. 57.8811°, В.Д. 54.75°

Сем. Hypericaceae – Зверобойные

147. *Hypericum maculatum* Crantz – Зверобой пятнистый. Переулок дорожный 40. Суходольный луг. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

148. *Hypericum perforatum* L. – Зверобой продырявленный. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

Сем. Elaeagnaceae – Лоховые

149. *Hipporhae rhamnoides* L. – Облепиха крушиновидная. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

Сем. Onagraceae – Кипрейные

150. *Epilobium adenocaulon* Hausskn. – Кипрей Железистостебельный. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

151. *Epilobium montanum* L. – Кипрей горный. Долина реки Лужкова, Смешанный лес. С.Ш. 57.9043°, В.Д. 54.7206°

152. *Epilobium roseum* Schreb. – Кипрей розовый. Рядом со Студенческим ключиком. Суходольный луг С.Ш. 57.8806°, В.Д. 54.7424°; Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

153. *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. – Иван-чай узколистый. Переулок дорожный 40. Суходольный луг. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

Сем. Apiaceae – Зонтичные

154. *Anethum graveolens* L. – Укроп обыкновенный. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

155. *Angelica sylvestris* L. – Дудник лесной. Студенческий ключик. Низинное болото. С.Ш. 57.8804°, В.Д. 54.7427°

156. *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. – Купырь лесной. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

157. *Pastinaca sativa* L. – Пастернак посевной. Переулок дорожный 40. Суходольный луг 57.8673°, В.Д. 54.7208°

158. *Pimpinella saxifraga* L. – Бедренец камнеломка. Переулок дорожный 40. Суходольный луг 57.8673°, В.Д. 54.7208°; Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

Сем. Pyrolaceae – Грушанковые

159. *Pyrola rotundifolia* L. – Грушанка круглолистная. Долина р. Лужкова. Смешанный лес. С.Ш. 57.9043°, В.Д. 54.7206°

Сем. Primulaceae – Первоцветные

160. *Lysimachia vulgaris* L. – Вербейник обыкновенный. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

Сем. Ericaceae – Вересковые

161. *Vaccinium myrtillus* L. – Черника обыкновенная. Долина реки Лужкова. Смешанный лес. С.Ш. 57.9043°, В.Д. 54.7206°

Сем. Convolvulaceae – Вьюнковые

162. *Calystegia sepium* (L.) R. Br. – Повой заборный. Левый берег Очерского вдхр. Пойменный луг С.Ш. 57.9°, В.Д. 54.7014°

163. *Convolvulus arvensis* L. – Вьюнок полевой. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

Сем. Boraginaceae – Бурачниковые

164. *Myosotis arvensis* (L.) Hill – Незабудка полевая. Рядом со Студенческим ключиком. Суходольный луг С.Ш. 57.8806°, В.Д. 54.7424°; Коренной берег возле залива Лужкова. Картофельное поле в лесу. С.Ш. 57.906°, В.Д. 54.7181°

165. *Myosotis palustris* (L.) L. – Незабудка болотная. Берег пруда, рядом с ул. Революции. Лес на берегу пруда. С.Ш. 57.8811°, В.Д. 54.75°; Лес около горы Кокуй. Смешанный лес. С.Ш. 57.8794°, В.Д. 54.7317°

166. *Pulmonaria obscura* Dumort. – Медуница неясная. Лес около горы Кокуй. Смешанный лес. С.Ш. 57.8794°, В.Д. 54.7317°

167. *Symphytum officinale* L. – Окопник лекарственный. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

Сем. **Lamiaceae** – Яснотковые

168. *Galeopsis bifida* Voenn. – Пикульник двураздельный. Коренной берег возле залива Лужкова. Картофельное поле в лесу. С.Ш. 57.906°, В.Д. 54.7181°; Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

169. *Lamium album* L. – Яснотка белая. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

170. *Origanum vulgare* L. – Душица обыкновенная. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

171. *Prunella vulgaris* L. – Черноголовка обыкновенная. Долина реки Лужкова. Смешанный лес. С.Ш. 57.9043°, В.Д. 54.7206°; Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

172. *Stachys palustris* L. – Чистец болотный. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

Сем. **Solanaceae** – Пасленовые

173. *Solanum tuberosum* L. – Паслен клубненосный, картофель. Коренной берег возле залива Лужкова. Картофельное поле в лесу. С.Ш. 57.906°, В.Д. 54.7181

Сем. **Scrophulariaceae** – Норичниковые

174. *Antirrhinum majus* L. – Львиный зев большой. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

175. *Linaria vulgaris* Mill. – Льянка обыкновенная. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°; Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

176. *Melampyrum pratense* L. – Марьянник луговой. Долина реки Лужкова. Смешанный лес. С.Ш. 57.9043°, В.Д. 54.7206°

177. *Veronica chamaedrys* L. – Вероника дубравная. Долина реки Лужково. Зарастающая вырубка. С.Ш. 57.9053°, В.Д. 54.7194°

178. *Veronica longifolia* L. – Вероника длиннолистная. Лес около горы Кокуй. Смешанный лес. С.Ш. 57.8794°, В.Д. 54.7317°

179. *Veronica officinalis* L. – Вероника лекарственная. Долина реки Лужкова. Сосняк С.Ш. 57.9044°, В.Д. 54.7193°

Сем. **Plantaginaceae** – Подорожниковые

180. *Plantago lanceolata* L. – Подорожник ланцетный. Рядом со Студенческим ключиком. Суходольный луг С.Ш. 57.8806°, В.Д. 54.7424°

181. *Plantago major* L. – Подорожник большой. Лес около горы Кокуй. Смешанный лес. С.Ш. 57.8794°, В.Д. 54.7317°

182. *Plantago media* L. – Подорожник средний. Переулок дорожный 40. Суходольный луг. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

Сем. Rubiaceae – Мареновые

183. *Galium aparine* L. – Подмаренник цепкий. Лес около горы Кокуй. Смешанный лес. С.Ш. 57.8794°, В.Д. 54.7317°

184. *Galium mollugo* L. – Подмаренник мягкий. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

185. *Galium verum* L. – Подмаренник настоящий. Сады рядом с ул. Советской Армии. Зброшенне сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

Сем. Arosynaseae – Кутровые

186. *Vinca minor* L. – Барвинок малый. Ул. Пушкина. Суходольный луг под линией электропередач. С.Ш. 57.9009°, В.Д. 54.7294°

Сем. Caprifoliaceae – Жимолостные

187. *Lonicera tatarica* L. – Жимолость татарская. Сады рядом с ул. Советской Армии. Зброшенне сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

188. *Lonicera xylosteum* L. – Жимолость обыкновенная. В долине реки Сосновка 250 м от переулка Дорожный. Пихтарник зеленомошный. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7228°; Сады рядом с ул. Советской Армии. Зброшенне сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

189. *Sambucus sibirica* Nakai. L. – Бузина сибирская. Берег пруда, рядом с ул. Революции. Лес на берегу пруда. С.Ш. 57.8811°, В.Д. 54.75°

190. *Viburnum opulus* L. – Калина обыкновенная. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°; Сады рядом с ул. Советской Армии. Зброшенне сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

Сем. Dipsacaceae – Ворсянковые

191. *Knautia arvensis* (L.) J.M. Coult. – Короставник полевой. Переулок дорожный 40. Суходольный луг. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

192. *Knautia tatarica* (L.) Szabo – Короставник татарский. Переулок дорожный Суходольный луг. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

Сем. Campanulaceae – Колокольчиковые

193. *Campanula bononiensis* L. – Колокольчик болонский. Ул. Советская 21. На газоне. С.Ш. 57.8842°, В.Д. 54.7167°

194. *Campanula patula* L. – Колокольчик раскидистый. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

195. *Campanula persicifolia* L. – Колокольчик Персиколистный. Лес около горы Кокуй. Смешанный лес. С.Ш. 57.8794°, В.Д. 54.7317°

196. *Campanula rapunculoides* L. – Колокольчик рапунцеливидный. Сады рядом с ул. Советской Армии. Зброшенне сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

Сем. Asteraceae – Астровые

197. *Achillea millefolium* L. – Тысячелистник обыкновенный. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208; Лес около горы Кокуй. Смешанный лес. С.Ш. 57.8794°, В.Д. 54.7317°
198. *Artemisia absinthium* L. – Полынь горькая. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°
199. *Artemisia vulgaris* L. – Полынь обыкновенная. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°
200. *Bellis perennis* L. – Маргаритка многолетняя. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°
201. *Calendula officinalis* L. – Календула лекарственная. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°
202. *Callistephus chinensis* (L.) Nees – Астра китайская. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°
203. *Carduus crispus* L. – Чертополох курчавый. Лес около горы Кокуй. Смешанный лес. С.Ш. 57.8794°, В.Д. 54.7317°
204. *Carlina biebersteinii* Bernh. ex Hornem. – Колючник Биберштейна. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°
205. *Centaurea jacea* L. – Василек луговой. Рядом со Студенческим ключиком. Суходольный луг С.Ш. 57.8806°, В.Д. 54.7424°
206. *Centaurea scabiosa* L. – Василек шершавый. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°
207. *Cichorium intybus* L. – Цикорий обыкновенный. Лес около горы Кокуй. Смешанный лес. С.Ш. 57.8794°, В.Д. 54.7317°
208. *Cirsium arvense* (L.) Scop. – Бодяк полевой. Переулок дорожный 40. Суходольный луг. 57.8673°, В.Д. 54.7208°
209. *Cirsium oleraceum* (L.) Scop. – Бодяк огородный. Рядом со Студенческим ключиком. Суходольный луг С.Ш. 57.8806°, В.Д. 54.7424°
210. *Cosmos bipinnatus* Cav. – Космос двуногий. Ул. Вологодина. на клумбе. С.Ш. 57.9015°, В.Д. 54.7227°
211. *Dahlia pinnata* Cav. – Георгина. Сады рядом с ул. Советской Армии. Заброшенные сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°
212. *Erigeron acris* L. – Мелколепестник едкий. Рядом со Студенческим ключиком. Суходольный луг С.Ш. 57.8806°, В.Д. 54.7424°
213. *Hieracium pilosella* L. – Ястребинка волосистая. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°
214. *Hieracium umbellatum* L. – Ястребинка зонтичная. Долина реки Лужково. Зарастающая вырубка С.Ш. 57.9053°, В.Д. 54.7194°; Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°

215. *Lapsana communis* L. – Бородавник обыкновенный. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°
216. *Leontodon autumnalis* L. – Кульбаба осенняя. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°
217. *Leontodon hispidus* L. – Кульбаба щетинистая. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°
218. *Lepidotheca suaveolens* (Pursh) Nutt. – Лепидотека пахучая. Ул. Советская 21. На газоне. С.Ш. 57.8842°, В.Д. 54.7167°
219. *Leucanthemum vulgare* Lam. – Нивяник обыкновенный. Возле ул. Вологодина. Суходольный луг на опушке сосняка С.Ш. 57.9035°, В.Д. 54.7216°; Переулок дорожный 40. Суходольный луг. 57.8673°, В.Д. 54.7208°
220. *Matricaria recutita* L. – Ромашка аптечная. Левый берег Очерского вдхр. Пойменный луг С.Ш. 57.9°, В.Д. 54.7014°; Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°
221. *Picris hieracioides* L. – Горлюха ястребинковая. Ул. Пушкина. Суходольный луг под линией электропередач С.Ш. 57.9009°, В.Д. 54.7294°
222. *Ptarmica septentrionalis* (Serg.) Klokov & Krytzka – Чихотник северный. Сады рядом с ул. Советской Армии. Зброшенне сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°
223. *Senecio jacobaea* L. – Крестовник Якова. Переулок дорожный 40. Суходольный луг. 57.8673°, В.Д. 54.7208°
224. *Senecio vulgaris* L. – Крестовник обыкновенный. Рядом со Студенческим ключиком. Суходольный луг. С.Ш. 57.8806°, В.Д. 54.7424°
225. *Solidago virgaurea* L. – Золотарник обыкновенный. Долина реки Лужкова. Смешанный лес. С.Ш. 57.9043°, В.Д. 54.7206°
226. *Sonchus oleraceus* L. – Осот огородный. Ул. Советская 21. На газоне. С.Ш. 57.8842°, В.Д. 54.7167°
227. *Tagetes erecta* L. – Бархатец прямостоячий. Сады рядом с ул. Советской Армии. Зброшенне сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°
228. *Tanacetum vulgare* L. – Пижма обыкновенная. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°
229. *Taraxacum officinale* F.H. Wigg. – Одуванчик лекарственный. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°
230. *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip. – Трехреберник непахучий. Переулок Дорожный 40. Обочина дороги. С.Ш. 57.8673°, В.Д. 54.7208°
231. *Zinnia elegans* Jacq. – Цинния изящная. Сады рядом с ул. Советской Армии. Зброшенне сады. С.Ш. 57.9027°, В.Д. 54.7264°

Список литературы

1. Безгодков А.Г., Печенкина К.О. Дополнение к флоре сосудистых растений заповедника «Вишерский» (Пермский край) // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Сер. № 2. Физико-математические и естественные науки. – 2018. – Вып. 1–2. – С. 19–27.
2. Ефимик Е.Г., Зенкова Н.А. О новых и редких видах с территории Пермского края // Вестник ПГУ. Биология. – 2018. – № 2. – С. 139–143.
3. Ефимик Е.Г., Кетова М.В. Ботаническая характеристика ООПТ «Липогорский» (г. Пермь) // Антропогенная трансформация природной среды. – 2018. – № 4. – С. 55–57.
4. Ефимик Е.Г., Тиунов Д.Н. Конспект флоры ООПТ «Липовая гора» (г. Пермь) // Вестник ПГУ. Биология. – 2017. – № 4. – С. 373–379.
5. Иллюстрированный определитель растений Пермского края / С.А. Овеснов, Е.Г. Ефимик, Т.В. Козьминых и др. ; под ред. С.А. Овеснова. – Пермь : Книжный мир, 2007. – 743 с.
6. Конспект флоры ООПТ «Верхнекурьюинский» / М.Д. Пронина, К.И. Злоказов, К.О. Печенкина, А.Е. Селиванов // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Сер. № 2. Физико-математические и естественные науки. – 2023. – Вып. 1 – С. 91–105.
7. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России : учеб. пособие для биол. фак. ун-тов, пед. и с.-х. вузов. – 11-е изд., испр. и доп. – М. : Т-во науч. изд. КМК, 2014. – 635 с.
8. Молганова Н.А., Овеснов, С.А. Таксономическая структура дендрофлоры г. Перми // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. – 2011. – № 3. – С. 147–150.
9. Овеснов С.А. Конспект флоры Пермской области. – Пермь : Изд-во Перм. ун-та, 1997. – 252 с.
10. Пронина М.Д., Печенкина К.О., Селиванов А.Е. Сосудистые растения ООПТ «Егошихинское кладбище» (г. Пермь) // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Сер. № 2. Физико-математические и естественные науки. – 2023. – Вып. 1. – С. 116–131.
11. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – 2-е изд. – СПб. : Мир и семья-95, 1995. – 990 с.
12. Шкараба Е.М. Деревья и кустарники Прикамья : определитель справочник. – Пермь : Книжный мир, 2003. – 184 с.
13. Шкараба Е.М., Безгодков А.Г. Конспект флоры сосудистых растений биостанции «Верхняя Кважва» и ее окрестностей // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Сер. № 2. Физико-математические и естественные науки. – 2013. – Вып. 1. – С. 31–57.

Сведения об авторах

А.Е. Селиванов – кандидат биологических наук, декан естественнонаучного факультета, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, selivanperm@yandex.ru).

А.А. Шафранова – студентка V курса естественнонаучного факультета, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, safranovaanastasia725@gmail.com).

Information about the authors

A.E. Selivanov – Candidate of Biological Sciences, Dean of the Natural Sciences Faculty, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, Sibirskaya St., 24, selivanperm@yandex.ru).

A.A. Shafranova – 5th Year Student of the Natural Sciences Faculty, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, Sibirskaya St., 24, safranovaanastasia725@gmail.com).

УДК 598.115.31

DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-84-90

МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕСТООБИТАНИЙ ПРЫТКОЙ ЯЩЕРИЦЫ *LACERTA AGILIS* LINNAEUS, 1758 ИЗ ПРИКАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ И ПРИКАМЬЯ

Николай Анатольевич Четанов^{1,2}, Николай Антонович Литвинов¹,
Светлана Владимировна Ганщук¹, Максим Владимирович Югов¹

¹Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, Пермь, Россия

²Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

Аннотация. Проведено сравнение микроклиматических условий обитания прыткой ящерицы *Lacerta agilis* Linnaeus, 1758 из удаленных частей ареала. Материалом послужили данные, собранные на территории Астраханской области ($n = 64$ особи) и Пермского края ($n = 230$ особей) в весенний период. Прыткие ящерицы из значительно удаленных местообитаний практически не различаются по температуре выбираемого субстрата. Ящерицы из Прикаспийской низменности предпочитают местообитания с более высокой температурой приземного воздуха, удельной мощностью видимого света и низкой относительной влажностью воздуха, однако эти различия обладают статистической значимостью лишь при сравнении модальных классов. Вероятно, из всех микроклиматических параметров ведущим является температура выбираемого субстрата, практически не различающаяся для особей из Прикаспийской низменности и Прикамья.

Ключевые слова: микроклимат, *Lacerta agilis*, Прикаспийская низменность, Прикамье

Для цитирования: Микроклиматические особенности местообитаний прыткой ящерицы *Lacerta agilis* Linnaeus, 1758 из Прикаспийской низменности и Прикамья / Н.А. Четанов, Н.А. Литвинов, С.В. Ганщук, М.В. Югов // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Сер. № 2. Физико-математические и естественные науки. 2025. Вып. 1. С. 84–90. DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-84-90

MICROCLIMATIC CONDITIONS OF HABITATS OF THE SAND LIZARD *LACERTA AGILIS* LINNAEUS, 1758 FROM THE CASPIAN LOWLAND AND THE PRIKAMYE

Nikolai A. Chetanov^{1,2}, Nikolai A. Litvinov¹, Svetlana V. Ganshchuk¹,
Maxim V. Yugov¹

¹Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia

²Perm State National Research University, Perm, Russia

Abstract. A comparison of the microclimatic conditions of the habitat of the sand lizard *Lacerta agilis* Linnaeus, 1758 from remote parts of its range was carried out. The material was based on data collected in the Astrakhan region ($n = 64$ individuals) and Perm Krai ($n = 230$ individuals) in the spring. Sand lizards from significantly remote habitats practically do not differ in the temperature of the selected substrate. Lizards from the Caspian Lowland prefer habitats with higher ground air temperature, specific power of visible light and low relative air humidity, but these differences are statistically significant only when comparing modal classes. Probably, of all the microclimatic parameters, the leading one is the temperature of the selected substrate, which is practically the same for individuals from the Caspian Lowland and the Prikamye.

Keywords: microclimate, *Lacerta agilis*, Caspian lowland, Prikamye

For citation: Microclimatic conditions of habitats of the sand lizard *Lacerta agilis* Linnaeus, 1758 from the Caspian lowland and the Prikamye / N.A. Chetanov, N.A. Litvinov, S.V. Ganshchuk, M.V. Yugov // Bulletin of the Perm State Humanitarian Pedagogical University. Series No. 2. Physical, mathematical and natural sciences. 2025. Vol. 1. P. 84–90. DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-84-90

Введение

Прыткая ящерица *Lacerta agilis* Linnaeus, 1758 – широко распространенный, эвритопный вид, ареал которого местами заходит за 60° с. ш. [1]. Условия обитания при таком большом ареале, что логично, весьма различны, важнейшим определяющим фактором распространения является температура окружающей среды, оказывающая значительное влияние на температуру тела и, соответственно, на все аспекты жизнедеятельности [10], хотя, по всей видимости, на выбор местообитания влияют и другие факторы, например, степени открытости биотопа [6].

В большинстве случаев прыткая ящерица занимает достаточно сухие, хорошо прогреваемые биотопы [8], склоны южной или юго-западной экспозиции [9], вырубки, достаточно часто отмечаются встречи в поймах рек [4]. Логично предположить, что микроклиматические условия обитания для ящериц

из Камского Предуралья, по которому проходит северная граница ареала, и значительно более южной Прикаспийской низменности, должны различаться между собой. В наших ранних работах приводилась микроклиматическая характеристика местообитаний прыткой ящерицы из указанных территорий [3, 5], однако при этом не проводилось сравнение их с целью определения географически обусловленных различий в микроклиматических параметрах обитания. Целью настоящего сообщения служит сравнение микроклиматических условий обитания прыткой ящерицы из удаленных частей ареала.

Материал и методы

Материалом послужили собственные полевые данные по микроклиматическим условиям обитания прыткой ящерицы, таким как температуры поверхности выбираемого субстрата и приземного воздуха, относительная влажность приземного воздуха, освещенность. Исследования проводились на территории Астраханской области (примерная широта района проведения исследования 46° с. ш.) с 2005 по 2012 год и Пермского края (примерная широта района проведения исследования 58° с. ш.) с 1996 по 2021 год в весенний период.

Учитывались только половозрелые рептилии с близкими размерными характеристиками, обнаруженные при сходных погодных условиях (отсутствие осадков, сильной облачности). В выборки не включены животные, отловленные во время спаривания, переваривания пищи, а также в состоянии утреннего или вечернего нагревания [7]. Объем выборок для Прикаспийской низменности составил 64 особи, для Прикамья – 230 особей. Половые различия не учитывались.

Температура поверхности выбираемого рептилиями субстрата и температура приземного воздуха на высоте 1–3 см измерялась термистором МТ-54, градуированным по электронному термометру Checktemp с ценой деления $0,1^{\circ}\text{C}$ в течение первых 2–3 минут с момента поимки. Освещенность определялась комбинированным прибором для измерения оптического излучения ТКА-01/3. Относительная влажность приземного воздуха измерялась прибором ИВТМ-7М. Микроклиматические параметры регистрировались в той точке, где было исходно замечено животное.

Все полученные массивы данных разбивались по формуле Стерджесса на классы вариационного ряда [2], класс с наибольшим количеством вошедших значений признавался модальным.

Для всех полных выборок и модальных классов определены минимальная и максимальная варианты. В связи с тем, что в ряде случаев распределение вариантов значительно отличалось от нормального, в виде средней величины применена медиана, для сравнения выборок использован U -критерий Манна – Уитни [2].

Результаты и их обсуждение

Основные полученные нами данные по микроклиматическим условиям обитания прыткой ящерицы представлены в таблице. Нахождение ящерицы в том или ином месте, на наш взгляд, не случайно, каждая особь пытается выбрать наиболее комфортные для нее условия, соответственно, полученные данные дают объективное представление о предпочитаемых микроклиматических условиях обитания.

Микроклиматические параметры местообитаний прыткой ящерицы *Lacerta agilis* Linnaeus, 1758 из Прикаспийской низменности ($n = 64$) и Прикамья ($n = 230$)

Место	Параметр	Полная выборка		Модальный класс		
		<i>min-max</i>	<i>Me</i>	<i>min-max</i>	<i>Me</i>	%
Прикаспийская низменность	Температура выбираемого субстрата, °С	17,1–43,9	28,6	26,8–30,3	28,6	31,3
	Температура приземного воздуха, °С	16,5–39,2	28,3	25,0–27,7	26,1	23,4
	Относительная влажность воздуха, %	12,0–84,0	38,0	28,0–38,0	33,0	32,2
	Удельная мощность видимого света, Вт/м ²	16,7–595,7	301,0	361,3–417,0	372,1	24,2
Прикамье	Температура выбираемого субстрата, °С	12,4–48,8	27,8	26,9–31,0	29,1	29,5
	Температура приземного воздуха, °С	9,2–48,2	25,3	20,5–24,7	22,7	29,0
	Относительная влажность воздуха, %	17,0–90,0	43,0	41,0–50,0	46,0	28,3
	Удельная мощность видимого света, Вт/м ²	17,9–595,7	322,2	285,9–359,8	327,2	33,0

Как видно из таблицы, прыткие ящерицы из значительно удаленных местообитаний практически не различаются по температуре выбираемого субстрата. Статистически достоверных различий не выявлено как при сравнении полных выборок ($U = 6579,5$; $p = 0,32$), так и для модальных классов ($U = 494,5$; $p = 0,09$), что позволяет говорить об отсутствии географически обусловленных различий в температурных предпочтениях при выборе субстрата.

При рассмотрении такого микроклиматического параметра, как температура приземного воздуха, были выявлены статистически значимые различия: ящерицы из Прикаспийской низменности значительно более термофильны, различия достоверны как для полных выборок ($U = 5724,5$; $p = 0,01$), так и для

модальных классов ($U = 0,0; p = 0,00$). Однако с учетом того, что температура приземного воздуха тесно коррелирует с температурой субстрата, данное различие требует дальнейшего анализа и вызывает серьезные вопросы. Вполне вероятно, что в условиях более низких температур, характерных для Прикамья, воздух, в отличие от поверхности субстрата, просто не успевает прогреться до высоких температур.

Прыткие ящерицы из Прикамья, судя по всему, занимают более влажные местообитания, но различия достоверны лишь при сравнении модальных классов ($U = 0,0; p = 0,00$), в то время как при сравнении полных выборок различий не выявлено ($U = 2610,5; p = 0,27$). Скорее всего, это объясняется в принципе более высоким уровнем влажности в Камском Предуралье по сравнению с Прикаспийской низменностью. При этом необходимо отметить, что в Астраханской области прыткие ящерицы чаще всего встречаются в прибрежной зоне, в то время как в Пермском крае наоборот выбирают наиболее сухие местообитания.

Удельная мощность видимого света несколько выше для выборки из Прикаспия, что вполне ожидаемо, исходя из широты местности. Для полных выборок различия не обладают статистической значимостью ($U = 3946,0; p = 0,11$), но хорошо заметны при сравнении модальных классов ($U = 0,0; p = 0,00$).

Заключение

По всей видимости, из всех микроклиматических параметров ведущим является температура выбираемого субстрата, практически не различающаяся для особей из Прикаспийской низменности и Прикамья. Различия в значениях других микроклиматических параметров хорошо заметны только при сравнении модальных классов, но в целом можно говорить об отсутствии принципиальных различий в микроклиматических параметрах выбираемых местообитаний.

Однако в Прикамье прыткие ящерицы выбирают для себя зачастую максимально открытые, хорошо прогреваемые биотопы, в то время как в условиях Прикаспийской низменности они тяготеют к более влажным биотопам и обычно встречаются недалеко от берегов рек.

Список литературы

1. Калябина-Хауф С.А., Ананьева Н.Б. Филогеография и внутривидовая структура широкоареального вида ящериц *Lacerta agilis* L., 1758 (Lacertidae, Sauria, Reptilia) (опыт использования митохондриального геноцитохрома b). – СПб., 2004. – 108 с.
2. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М. : Высшая школа, 1980. – 293 с.

3. Литвинов Н.А., Ганщук С.В., Четанов Н.А. Температура тела рептилий Волжского бассейна и ее взаимосвязь с температурой окружающей среды // Зоологический журнал. – 2013. – Т. 92, № 5. – С. 568–576.

4. Литвинов Н.А., Четанов Н.А., Ганщук С.В. Амфибии и рептилии Камского Предуралья. – Пермь : Астер Диджитал, 2023. – 242 с.

5. Температурная характеристика прыткой ящерицы и обыкновенного ужа при синтопии в Камском Предуралье / Н.А. Литвинов, Н.А. Четанов, С.В. Ганщук и др. // Вопросы герпетологии: VIII съезд Герпетологического общества имени А.М. Никольского «Современные герпетологические исследования в Евразии». – М. : КМК, 2021. – С. 168–170.

6. Целлариус А.Ю. Перераспределение мест обитания между прыткой (*Lacerta agilis*) и живородящей (*Zootoca vivipara*) ящерицами (Lacertidae, Squamata) в подзоне южной тайги: реакция на повышение температуры среды или результат процессов, не связанных с изменениями климата? // Современная герпетология. – 2024. – № 3-4. – С. 171–183.

7. Черлин В.А. Термобиология рептилий. Общие сведения и методы исследований (руководство). – СПб. : БЛИЦ, 2010. – 124 с.

8. Яблоков А.В. Прыткая ящерица. Монографическое описание вида. – М. : Наука, 1976. – 376 с.

9. Sos T., Promberger B., Promberger C. Preliminary data of herpetofauna inventory in Şinca Nouă's area (Braşov County, Romania) with notes on used inventory methods // Herpetologica Romanica. – 2008. – Vol. 2. – P. 1–12.

10. Tabachishin V.G., Yermokhin M.V. Influence of the environmental temperature regime on the body temperature of *Lacerta agilis* Linnaeus, 1758 (Lacertidae, Reptilia) in local populations of the Khoper river floodplain in spring // Современная герпетология. – 2022. – № 3-4. – С. 143–146.

Сведения об авторах

Н.А. Четанов – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биологии и географии, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24); доцент кафедры зоологии позвоночных и экологии, Пермский государственный национальный исследовательский университет (614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15, chetanov@yandex.ru).

Н.А. Литвинов – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биологии и географии, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, litvinov@pspu.ru).

С.В. Ганщук – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биологии и географии, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, ganshchuk@pspu.ru).

М.В. Югов – старший преподаватель кафедры биологии и географии, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, yugov_mv@pspu.ru).

Information about the authors

N.A. Chetanov – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor Docent of Chair of Biology and Geography, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, Sibirskaya St., 24); Docent of Chair of Zoology of Vertebrates and Ecology, Perm State National Research University (614990, Perm, Bukireva St., 15, chetanov@yandex.ru).

N.A. Litvinov – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor Docent of Chair of Biology and Geography, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, Sibirskaya St., 24, litvinov@pspu.ru).

S.V. Ganshchuk – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor Docent of Chair of Biology and Geography, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, Sibirskaya St., 24, ganshchuk@pspu.ru).

M.V. Yugov – Senior Lecturer of Chair of Biology and Geography, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, Sibirskaya St., 24, yugov_mv@pspu.ru).

УДК 598.115.31

DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-91-99

АБСОЛЮТНЫЙ ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ОПТИМУМ И ИНДЕКС ТЕРМОАДАПТАЦИИ ДВУХ ВИДОВ УЖЕЙ ПРИ СИНТОПИИ В КАМСКОМ ПРЕДУРАЛЬЕ

Николай Анатольевич Четанов^{1,2}, Альбина Витальевна Шардакова¹,
Дарья Алексеевна Клочкова¹

¹Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, Пермь, Россия

²Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

Аннотация. Проведено определение таких температурных показателей, как индекс термоадаптации и абсолютный температурный оптимум для обыкновенного *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758) и водяного *Natrix tessellata* (Laurenti, 1768) ужей при их синтопическом обитании в Камском Предуралье. Индекс термоадаптации во всех случаях значительно превышает единицу, что свидетельствует о приспособленности как самцов, так и самок ужей к обитанию в условиях холодного климата. Достоверные как половые, так и межвидовые различия отмечены лишь для самцов водяного ужа, обладающих самым высоким значением индекса. Выявлено, что абсолютные температурные оптимумы двух видов змей не различаются и составляют 31,2 °С.

Ключевые слова: индекс термоадаптации, абсолютный температурный оптимум, *Natrix natrix*, *Natrix tessellata*, синтопия

Для цитирования: Четанов Н.А., Шардакова А.В., Клочкова Д.А. Абсолютный температурный оптимум и индекс термоадаптации двух видов ужей при синтопии в Камском Предуралье // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Сер. № 2. Физико-математические и естественные науки. 2025. Вып. 1. С. 91–99. DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-91-99

ABSOLUTE TEMPERATURE OPTIMUM AND THERMOADAPTATION INDEX OF TWO SPECIES OF SNAKES DURING SYNTOPY IN THE KAMA CIS-URALS

Nikolai A. Chetanov^{1,2}, Albina V. Shardakova¹, Daria A. Klochkova¹

¹Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia

²Perm State National Research University, Perm, Russia

Abstract. The thermoadaptation index and absolute temperature optimum were determined for the common grass snake (*Natrix natrix*) (Linnaeus, 1758) and the water snake (*Natrix tessellata*) (Laurenti, 1768) in their syntopic habitats in the Kama Cis-Urals region. The thermoadaptation index was significantly greater than one in all cases, indicating the adaptability of both male and female grass snakes to cold climates. Significant differences between both sexes and species were observed only for male water snakes, which had the highest thermoadaptation index. The absolute temperature optimums for the two snake species were identical, amounting to 31.2 °C.

Keywords: thermoadaptation index, absolute temperature optimum, *Natrix natrix*, *Natrix tessellata*, syntopy

For citation: Chetanov N.A., Shardakova A.V., Klochkova D.A. Absolute temperature optimum and thermoadaptation index of two species of snakes during syntopy in the Kama Cis-Urals // Bulletin of the Perm State Humanitarian Pedagogical University. Series No. 2. Physical, mathematical and natural sciences. 2025. Vol. 1. P. 91–99. DOI: 10.24412/2308-7188-2025-1-91-99

Введение

На территории Камского Предуралья достоверно встречаются три вида змей: обыкновенный уж *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758), обыкновенная медянка *Coronella austriaca* Laurenti, 1768 и обыкновенная гадюка *Vipera berus* (Linnaeus, 1758) [7, 14]. Начиная с 2019 года в окрестностях поселка Ергач регулярно обнаруживаются особи водяного ужа *Natrix tessellata* (Laurenti, 1768), нехарактерного для офидиофауны региона вида [2]. Можно сделать обоснованное предположение, что эти змеи интродуцированы человеком, так как ближайшая достоверная точка обнаружения водяного ужа находится более чем в 400 километрах от поселка Ергач [1]. То, что завезенный водяной уж смог успешно прижиться в Пермском крае, не сильно удивляет, так как климатические условия в Башкортостане и Пермском крае достаточно схожи [12].

Зачастую оба вида ужей обитают синтопически [11], однако даже при обнаружении их в одном биотопе наблюдаются определенные различия в температурных предпочтениях. Можно обоснованно предположить, что нахождение

рептилии в том или ином месте не случайно, животное пытается выбрать наиболее комфортные для него условия [8].

Целью работы является сравнение термобиологических особенностей обыкновенного и водяного ужей в Камском Предуралье через определение индекса термоадаптации и абсолютного температурного оптимума.

Материал и методы

Материалом для работы послужили собственные полевые данные по температурам поверхности выбираемого субстрата, приземного воздуха и тела обыкновенного и водяного ужей, собранные в период с 2019 по 2025 год в окрестностях поселка Ергач Кунгурского района Пермского края.

Учитывались только половозрелые рептилии с близкими размерными характеристиками, обнаруженные при сходных погодных условиях (отсутствие осадков, сильной облачности). В выборки не включены животные, отловленные во время спаривания, переваривания пищи, а также в состоянии утреннего или вечернего нагревания [9]. Объем выборок составил для обыкновенного ужа 138 особей (65 самцов и 73 самки), для водяного – 65 особей (29 самцов и 36 самок).

Температуры тела, поверхности избираемого субстрата и приземного воздуха измеряли с помощью электронного термометра ТЭН-5 с точностью 0,1 °С. Под температурой тела в работе принята температура, измеренная в пищевode на глубине 6–8 см. Измерение температуры тела проводились в течение 3–6 с после отлова, температура поверхности выбираемого змеями субстрата – в месте первичного обнаружения рептилии в первые 2–3 минуты после отлова. Температура приземного слоя воздуха измерялась на высоте 1–2 см от поверхности субстрата, т.е. на высоте тела животного.

Для характеристики выборок применялись стандартные процедуры описательной статистики [5].

На основании полученных данных вычислялись такие параметры, как индекс термоадаптации и абсолютный температурный оптимум.

Индекс термоадаптации (It) выражает отношение температуры тела к внешним температурам и равен частному от деления температуры тела на полусумму температур приземного воздуха и субстрата. Он характеризует, по нашему мнению, степень приспособленности животного к специфическим климатическим условиям своей географической зоны или микроклиматическим условиям своих станций. У рептилий, обитающих в условиях сравнительно невысоких температур, It , как правило, больше единицы, порядка 1,20–1,50. Наоборот, у рептилий южных аридных территорий It обычно меньше единицы [6].

Значение индекса большее единицы говорит об адаптированности рептилий к обитанию в условиях относительно низкой летней температуры, а значение меньшее единицы – о способности поддерживать температуру тела ниже

высокой внешней температуры. Применение индекса дает возможность сравнения термоадаптивных способностей рептилий из разных климатических зон или же разных станций с различными микроклиматическими условиями внутри одной зоны.

Для индекса термоадаптации определены минимальная и максимальная варианты. В связи с тем, что в ряде случаев распределение вариантов значительно отличалось от нормального, в виде средней величины применена медиана, для сравнения выборок использован *U*-критерий Манна – Уитни [5].

Под абсолютным температурным оптимумом принимается довольно нестабильный уровень температуры тела, достигаемый путем инсоляции, когда температура тела животного становится равной внешней температуре (обычно температуре субстрата). При достижении такого уровня у животного возникает потребность не допустить дальнейшего температурного подъема.

Для определения абсолютного температурного оптимума полученные за время полевых работ температуры разбиваются по формуле Стерджесса на классы вариационного ряда [5]. Каждому значению внешней температуры соответствует температура тела животного, находящегося в этих температурных условиях. Определяются средние значения внешних и внутренних температур для каждого из этих классов. По полученным данным строятся уравнения линейной регрессии. Две прямые на графике, построенном на основе этих расчетов, пересекаются в определенной точке, которая и соответствует температуре «абсолютного оптимума». После этого внешняя температура продолжает расти, а температура тела, хотя и увеличивается, но с заметным отставанием [10].

В связи с тем, что для определения абсолютного температурного оптимума необходимы большие выборки, определение его проводилось без учета половых различий.

Результаты и их обсуждение

Основные полученные в ходе полевых исследований данные по температурам поверхности выбираемого субстрата, приземного воздуха и тела для двух видов ужей представлены в табл. 1.

Таблица 1

Микроклиматические условия обитания и температура тела для двух видов ужей при синтопии в Камском Предуралье

Объект	<i>M±m</i>		
	Температура поверхности субстрата, °С	Температура приземного воздуха, °С	Температура тела, °С
<i>Natrix natrix</i> , ♂ (<i>n</i> = 65)	20,3 ± 0,65	21,0 ± 0,63	26,0 ± 0,55
<i>Natrix natrix</i> , ♀ (<i>n</i> = 73)	21,7 ± 0,57	22,5 ± 0,47	27,9 ± 0,39
<i>Natrix natrix</i> , ♂+♀ (<i>n</i> = 138)	21,1 ± 0,43	21,8 ± 0,39	27,0 ± 0,34

Объект	<i>M±m</i>		
	Температура поверхности субстрата, °C	Температура приземного воздуха, °C	Температура тела, °C
<i>Natrix tessellata</i> , ♂ (<i>n</i> = 29)	19,4 ± 0,72	21,5 ± 0,58	28,2 ± 0,53
<i>Natrix tessellata</i> , ♀ (<i>n</i> = 36)	21,5 ± 0,63	23,7 ± 0,60	28,7 ± 0,49
<i>Natrix tessellata</i> , ♂+♀ (<i>n</i> = 65)	20,6 ± 0,49	22,7 ± 0,44	28,5 ± 0,36

Подробное сравнение, пусть и для чуть меньших выборок, как температур тела [13], так и микроклиматических параметров обитания [4] двух синтопически обитающих видов проводилось ранее. Опираясь на данные из табл. 1, вычислялись индексы термоадаптации для самцов, самок и объединенных выборок обыкновенного и водяного ужей. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Сравнение индексов термоадаптации для самцов и самок обыкновенного и водяного ужей в Камском Предуралье

Вид	♂		♀		<i>U</i> <i>p</i>
	<i>min-max</i>	<i>Me</i>	<i>min-max</i>	<i>Me</i>	
<i>Natrix natrix</i>	0,932–2,526	1,244	0,927–2,254	1,290	2253,0 > 0,05
<i>Natrix tessellata</i>	1,051–1,849	1,432	0,943–2,065	1,299	341,0 < 0,05
<i>U</i>	595,0		1245,0		
<i>p</i>	< 0,01		> 0,05		

Во всех случаях отмечен индекс термоадаптации, значительно превышающий единицу, что характерно для рептилий, обитающих в условиях с достаточно холодным климатом и нехваткой доступного тепла от поверхности субстрата и приземного воздуха для поддержания необходимой температуры тела.

При анализе табл. 2 видно, что достоверные половые различия выявлены для водяного ужа, в то время как у обыкновенного ужа различия между самцами и самками не обладают статистической значимостью. При проведении межвидовых сравнений также были выявлены статистически значимые различия лишь для самцов.

Таким образом, самцы водяного ужа демонстрируют наибольшую приспособленность к обитанию в условиях низких температур. Исходя из того, что основной ареал водяного ужа находится значительно южнее, чем у обыкновенного [3], а на территорию Пермского края данный вид, по всей видимости, был интродуцирован, подобный результат вызывает определенное удивление. Скорее всего, это свидетельствует о том, что в условиях обитания на территориях со значительно более низкими температурами по сравнению с основным

ареалом, водяной уж благодаря поведенческой терморегуляции значительно эффективнее использует солнечную радиацию для повышения температуры своего тела и полностью адаптировался к условиям Пермского края.

При вычислении абсолютного температурного оптимума также были получены достаточно неожиданные результаты (рис. 1, 2). Для объединенных выборок как для обыкновенного, так и для водяного ужей данный показатель составил 31,2 °С. Из этого можно сделать вывод, что принципиальных различий в оптимальных температурах у двух близких видов нет, по крайней мере при их совместном обитании. Для проверки данного предположения необходимо в дальнейшем провести аналогичные сравнения на других территориях, где наблюдается синтопия этих видов.

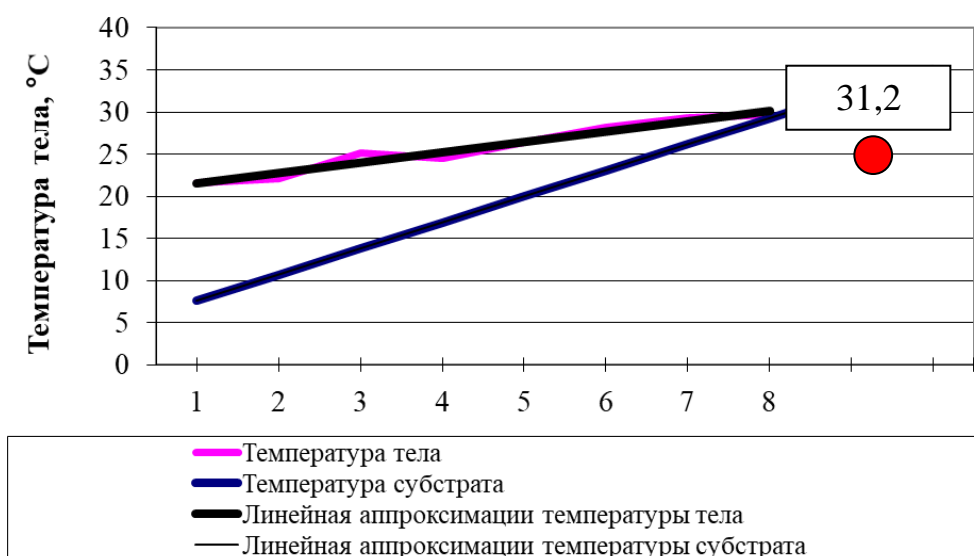


Рис. 1. Абсолютный температурный оптимум обыкновенного ужа

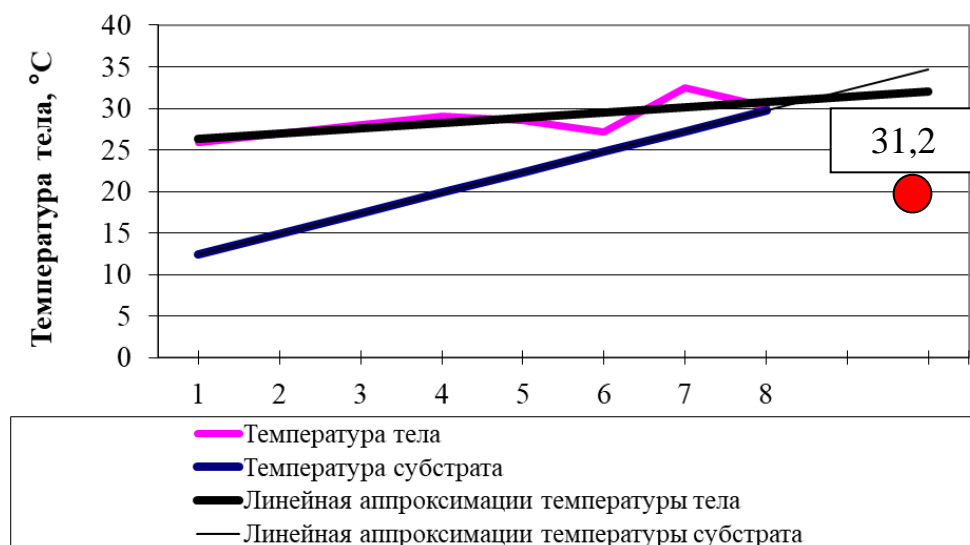


Рис. 2. Абсолютный температурный оптимум водяного ужа

Заключение

При рассмотрении таких температурных показателей, как индекс термоадаптации и абсолютный температурный оптимум для двух видов ужей при их синтопии, были сделаны следующие выводы:

1) максимальное значение индекса термоадаптации отмечено для самцов водяного ужа, различия достоверны как с самками того же вида, так и с самцами обыкновенного ужа, что свидетельствует о лучшей приспособленности этих змей к обитанию в условиях нехватки тепла;

2) значения абсолютного температурного оптимума для двух видов ужей оказалось одинаковым и составило 31,2 °С, что свидетельствует о сходности температурных предпочтений этих видов змей. Таким образом, можно высказать обоснованное предположение, что меньшая распространенность водяных ужей в более холодных регионах связана не с температурными предпочтениями взрослых особей, а с какими-то другими факторами, например, условиями инкубации яиц.

Список литературы

1. Водяной уж *Natrix tessellata* в Башкортостане: первое достоверное местообитание / А.Г. Яковлев, И.Р. Сабирзянов, Т.И. Яковлева, А.Г. Бакиев // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2016. – № 4. – С. 90–93.

2. Галиулин Д.М., Печенкина К.О., Четанов Н.А. О находках водяного ужа *Natrix tessellata* (Laurenti, 1768) на территории Пермского края // Фундаментальные и прикладные аспекты биологии : сб. ст. Междунар. конф. ученых-биологов (г. Пермь, ПГНИУ, 30 октября – 3 ноября 2023 г.). – Пермь : Изд-во ПГНИУ, 2024. – С. 299–303.

3. Змеи Волжско-Камского края / А.Г. Бакиев, В.И. Гаранин, Н.А. Литвинов и др. – Самара : Изд-во Самар. науч. центра РАН, 2004. – 192 с.

4. Ключкова Д.А., Шардакова А.В., Четанов Н.А. Микроклиматические параметры местообитаний двух видов ужей при синтопии // Инструменты, механизмы и технологии современного инновационного развития : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. (5 июля 2025 г., г. Ижевск). – Уфа : Аэтерна, 2025. – С. 13–14.

5. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М. : Высшая школа, 1980. – 293 с.

6. Литвинов Н.А. Температура тела и микроклиматические условия обитания рептилий Волжского бассейна // Зоологический журнал. – 2008. – Т. 87, № 1. – С. 62–74.

7. Литвинов Н.А., Четанов Н.А., Ганщук С.В. Амфибии и рептилии Камского Предуралья. – Пермь : Астер Диджитал, 2023. – 242 с.
8. Слоним А.Д. Температура среды обитания и эволюция температурного гомеостаза // Физиология терморегуляции. – Л. : Наука, 1984. – С. 378–440.
9. Черлин В.А. Термобиология рептилий. Общие сведения и методы исследований (руководство). – СПб. : БЛИЦ, 2010. – 124 с.
10. Четанов Н.А., Литвинов Н.А. Использование линейной регрессии при определении абсолютного температурного оптимума у рептилий // Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды : материалы III Международ. науч.-практ. конф. – Челябинск, 2010. – С. 106–107.
11. Чугуевская Н.М. Ужи (Serpentes, Colubridae, *Natrix*) Волжского бассейна: экология и охрана : автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2005. – 19 с.
12. Шардакова А.В., Галиулин Д.М., Четанов Н.А. Микроклиматические условия обитания и температура тела водяного ужа *Natrix tessellata* Laurenti, 1768 в Камском Предуралье // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы. Серия: Естественные науки. – 2025. – № 1. – С. 6–12.
13. Шардакова А.В., Ключкова Д.А., Четанов Н.А. Сравнительная характеристика температуры тела двух видов ужей в Камском Предуралье // Система научных ценностей российского общества: междисциплинарные исследования : сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (28 июня 2025 г., г. Воронеж). – Уфа : Аэтерна, 2025. – С. 5–6.
14. Юшков Р.А., Воронов Г.А. Амфибии и рептилии Пермской области: предварительный кадастр. – Пермь : Изд-во Перм. ун-та, 1994. – 158 с.

Сведения об авторах

Н.А. Четанов – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биологии и географии, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24); доцент кафедры зоологии позвоночных и экологии, Пермский государственный национальный исследовательский университет (614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15, chetanov@yandex.ru).

А.В. Шардакова – студентка IV курса естественнонаучного факультета, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, shardakova04@bk.ru).

Д.А. Ключкова – студентка V курса естественнонаучного факультета, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, klochkova_d@yandex.ru).

Information about the authors

N.A. Chetanov – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor Docent of Chair of Biology and Geography, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, Sibirskaya St., 24); Docent of Chair of Zoology of Vertebrates and Ecology, Perm State National Research University (614990, Perm, Bukireva St., 15, chetanov@yandex.ru).

A.V. Shardakova – 4th Year Student of the Faculty of Natural Sciences, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, Sibirskaya St., 24, shardakova04@bk.ru).

D.A. Klochkova – 5th Year Student of the Faculty of Natural Sciences, Perm State Humanitarian Pedagogical University (614990, Perm, Sibirskaya St., 24, klochkova_d@yandex.ru).

Научное электронное издание

**ВЕСТНИК
ПЕРМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

Серия № 2

**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
И ЕСТЕСТВЕННЫЕ
НАУКИ**

Выпуск 1 / 2025

Электронный научный журнал

Ответственный редактор выпуска
Полежаев Денис Александрович
Ответственный секретарь выпуска
Селиванов Алексей Евгеньевич

Дата размещения на сайте: 30.12.2025

Технический редактор – *О.В. Вязова*
Компьютерная верстка – *Д.Г. Григорьев*

Редакционно-издательский отдел
Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета
614990, г. Пермь, ул. Пушкина, д. 44, оф. 310
Тел. (342) 215-18-52, доб. 394
e-mail: rio.pspu@yandex.ru