

12+

**ВЕСТНИК**  
**ПЕРМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО**  
**ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО**  
**УНИВЕРСИТЕТА**



Серия № 2  
**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ**  
**И ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ**

Выпуск 1–2/2018

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (МИНОБРНАУКИ)  
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 1–2 / 2018

*Электронный научный журнал*

Пермь  
ПГГПУ  
2018

**Вестник** Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Сер. № 2. Физико-математические и естественные науки. Вып. 1–2 / 2018: электрон. науч. журнал [Электронный ресурс] / ред. кол.: Д.А. Полежаев (отв. редактор), А.Е. Селиванов (отв. секретарь); Перм. гос. гуманит.-пед. ун-т. – Пермь, 2018. – 35 с. – 3,6 Мб.

Объединенный выпуск 1–2 «Вестника ПГГПУ» (серия №2 «Физико-математические и естественные науки») ориентирован на ведущие направления фундаментальных и прикладных исследований в области физики, биологии, математики. Приоритетные темы серии: экосистемы Уральского региона, математическое моделирование, моделирование сложных систем в разных областях естественных наук.

Издание адресовано ученым в области физико-математических и естественных наук, аспирантам, студентам и всем тем, кто интересуется данной проблематикой.

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ВЕСТНИКА:** А.М. Белавин, д-р ист. наук, проф., проректор по НР и ВС ПГГПУ

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ:**

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

А.А. ИВАНОВА – д-р физ.-мат. наук, проф. ПГГПУ

Д.А. БРАЦУН – д-р физ.-мат. наук, доц. ПГГПУ

А.Е. МАЛЫХ – д-р физ.-мат. наук, проф. ПГГПУ

МОНСЕФ СТАМБУЛИ – проф., Центральная Школа Парижа, Франция

С.А. ДВИНСКИХ – д-р геогр. наук, проф., зав. кафедрой гидрологии и охраны водных ресурсов ПГНИУ

В.О. КОЗЬМИНЫХ – д-р хим. наук, проф. ПГГПУ

И.А. ЗОЛОТУХИН – д-р техн. наук, проф. ПГГПУ

И.А. КОЗЛОВ – д-р биол. наук, проф. НИИ и Музея антропологии им. Д.Н. Анучина МГУ им. М.В. Ломоносова

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

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

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ВЫПУСКА:**

Д.А. ПОЛЕЖАВ – канд. физ.-мат. наук, декан физического факультета 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. Свидетельство о регистрации средства массовой информации ЭЛ № ФС77-54752 от 17.07.2013 г.

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), договор № 270-04/2014 от 28.04.2014

Журнал зарегистрирован как сериальное издание в международном регистрационном каталоге (ISSN International Centre, Франция, Париж)

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

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

Электронная почта журнала: [vestnikPSPU@yandex.ru](mailto:vestnikPSPU@yandex.ru) – Селиванову Алексею Евгеньевичу

Издается по решению редакционно-издательского совета ПГГПУ

**ВЕСТНИК  
ПЕРМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

---

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

---

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>ФИЗИКА</b> .....	4
<i>Кропачева А.С., Субботин С.В.</i> ВЛИЯНИЕ ВРАЩЕНИЯ НА СТРУКТУРУ ОСРЕДНЕННОГО ТЕЧЕНИЯ В ЦИЛИНДРЕ, СОВЕРШАЮЩЕМ ВРАЩАТЕЛЬНЫЕ ВИБРАЦИИ.....	4
<b>БИОЛОГИЯ</b> .....	14
<i>Безгодков А.Г., Печенкина К.О.</i> ДОПОЛНЕНИЕ К ФЛОРЕ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ЗАПОВЕДНИКА «ВИШЕРСКИЙ» (ПЕРМСКИЙ КРАЙ) .....	14
<i>Зимин С.В.</i> БУРЫЙ МЕДВЕДЬ ( <i>URSUS ARCTOS L.</i> ) В ЗАПОВЕДНИКЕ «ВИШЕРСКИЙ».....	19
<i>Зимин С.В.</i> РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ВЕРХНЕВИШЕРСКОЙ ГРУППИРОВКИ ЛОСЕЙ И ДИКОГО СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ С ПОМОЩЬЮ ФОТОЛОВУШЕК В ПЕРИОД 2017–2018 ГГ. В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЗАПОВЕДНИКА «ВИШЕРСКИЙ».....	25
<i>Зимин С.В.</i> СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ДИКОГО СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ В ЗАПОВЕДНИКЕ «ВИШЕРСКИЙ» КАК ЧАСТИ ПОПУЛЯЦИИ БАРЕНЦЕВО-ЕВРОАРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА.....	31

УДК 532.5.01; 532.51; 532.526

**Кропачева Анастасия Сергеевна**  
Студентка физического факультета

**Субботин Станислав Валерьевич**  
Кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник  
лаборатории вибрационной гидромеханики

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», Россия, 614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24, тел. (342) 238-64-15,  
e-mail: subbotin\_sv@pspu.ru*

## **ВЛИЯНИЕ ВРАЩЕНИЯ НА СТРУКТУРУ ОСРЕДНЕННОГО ТЕЧЕНИЯ В ЦИЛИНДРЕ, СОВЕРШАЮЩЕМ ВРАЩАТЕЛЬНЫЕ ВИБРАЦИИ<sup>1</sup>**

**Anastasia S. Kropacheva**  
Student of the Physical Faculty

**Stanislav V. Subbotin**  
PhD, Leading Researcher of the Vibrational Hydromechanics Lab.

*Federal State Budget Educational Institution of Higher Education  
«Perm State Humanitarian Pedagogical University»,  
24, Sibirskaya Str., 614990, Perm, Russia, tel. (342) 238-64-15,  
e-mail: subbotin\_sv@pspu.ru*

## **THE EFFECT OF ROTATION ON THE STRUCTURE OF AVERAGE FLOW IN A CYLINDER PERFORMING ROTATIONAL OSCILLATIONS<sup>1</sup>**

**Аннотация.** Экспериментально исследуется осредненное течение в цилиндрической полости, совершающей вращательные вибрации. В случае, когда среднее вращение полости за период колебаний равно нулю, структура течения имеет вид пары осесимметричных тороидальных вихрей, локализованных вблизи торцов полости. Наличие среднего вращения и, связанная с ним сила Кориолиса, модифицирует эту структуру. Осредненные тороидальные вихри прижимаются к боковой стенке полости, а их поперечный размер уменьшается. При этом вблизи торцевых стенок индуцируются вихри противоположной закрутки. Исследуется зависимость интенсивности течений от параметров вибраций, а также от скорости вращения полости.

**Ключевые слова:** вращательные вибрации, пограничные слои, осредненные течения.

**Abstract.** Steady flow in a cylindrical cavity performing rotational oscillations is experimentally investigated. In the case when the average rotation of the cavity

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации (проект МК-1994.2018.1).

© Кропачева А.С., Субботин С.В., 2018

during the oscillation period is zero, the flow structure has the form of a pair of axisymmetric toroidal vortices located near the cavity ends. The presence of averaged rotation, and the associated Coriolis force, modifies this structure. Averaged toroidal vortices are pressed against the side wall of the cavity and their transverse size decreases. At the same time, vortices of the opposite rotation are induced near the end walls. This paper investigates the dependence of the intensity of steady flows on the parameters of vibrations, as well as on the cavity rotation speed.

**Key words:** rotational oscillations, boundary layers, steady flows.

Известно, что вибрационное воздействие на гидродинамические системы способно возбуждать на фоне осциллирующего движения стационарное. Классическими примерами являются акустические течения (кварцевый ветер) [15], а также осредненные течения, возникающие вблизи твердых границ. Так, описание потоков, возникающих вблизи твердых тел, совершающих трансляционные колебания, можно найти в [14]. Колебания приводят к формированию на поверхности тел пограничного слоя Стокса, а за его пределами – вторичного течения. При этом скорость движения жидкости за пределами слоя Стокса определяется безразмерной амплитудой  $\gamma$  и безразмерной частотой вибраций  $\omega = \Omega_{vib} R^2 / \nu$ , где  $\Omega_{vib}$  – частота вибраций,  $R$  – размер тела,  $\nu$  – кинематическая вязкость жидкости. Последняя величина характеризует относительную толщину слоя Стокса  $\delta \sim R / \omega^{1/2}$ . Вращательные вибрации тела также способны генерировать осредненные течения. Так, при вращательных вибрациях шара в пределе высоких  $\omega$  возникает вторичное течение, направленное от полюсов к экватору [6]. При больших значениях амплитуд вибраций около экватора рождается интенсивное радиальное течение, глубоко проникающее в объем жидкости [7].

Течение в сферической полости, совершающей вращательные колебания, теоретически и экспериментально исследовалось в [5, 8, 12, 13]. Вращательные колебания приводили к возникновению осредненного течения в виде двух торoidalных вихрей, ориентированных вдоль оси вибраций. В [5] основное внимание уделялось большим амплитудам вибраций. В этом случае вблизи стенки полости на доле периода вибраций развивалась центробежная неустойчивость, что приводило к уменьшению скорости осредненного течения. В серии работ [1, 2, 10, 11, 16, 17] исследовались потоки в модели стекловидного тела глаза. Кювета сферической формы с выступом, которое моделировало хрусталик, совершала вращательные колебания. Было показано, что нарушение сферической симметрии существенно усложняет структуру осредненного течения. В области деформации полости возникают осредненные вихревые потоки, направление циркуляции жидкости в которых зависит от безразмерной частоты  $\omega$  [2, 10, 17]. Так, в области низких  $\omega$  жидкость в вихрях движется от места деформации в центр полости, а в области высоких  $\omega$  движение имеет противоположное направление. В настоящей работе экспериментально исследуется влияние вращения полости на структуру осредненного течения в цилиндрической полости, совершающей вращательные вибрации.

**Экспериментальная установка и методика.** Кювета представляет собой прозрачный параллелепипед, внутри которого располагается цилиндр кругового сечения (рис. 1). С обоих концов кювета герметизируется прозрачными плексигласовыми фланцами, а пространство внутри цилиндра, а также между цилиндром и параллелепипедом заполняется рабочей жидкостью. Внешний отсек кюветы необходим для компенсации оптических искажений, возникающих на цилиндрической поверхности при наблюдении сбоку. Внутренний диаметр цилиндрической полости составляет  $D = 52,0$  мм, а ее длина –  $L = 102,0$  мм. Один из фланцев кюветы установлен в подшипнике, внутренний диаметр которого превосходит диаметр полости, что позволяет вести наблюдения вдоль оси симметрии. В качестве рабочей жидкости используется водоглицериновый раствор кинематической вязкости  $\nu = 40.8$  сСт.

Вращательные колебания полости задаются при помощи шагового двигателя типа FL86STH118-6004A по закону  $\varphi(t) = \Delta\varphi \sin(\Omega_{vib}t)$ , при этом скорость вращения полости изменяется по закону  $\Omega(t) = \Delta\varphi\Omega_{vib} \cos(\Omega_{vib}t)$ . Управление двигателем осуществляется контроллером OSM-88U через USB-порт компьютера. Вал двигателя соединяется с осью кюветы при помощи разрезной муфты, которая с высокой степенью точности передает вращательные колебания. В этих экспериментах частота и угловая амплитуда колебаний фиксированы и составляют  $\Omega_{vib} = 6.28$  с<sup>-1</sup> и  $\Delta\varphi = 0.262$  рад соответственно.

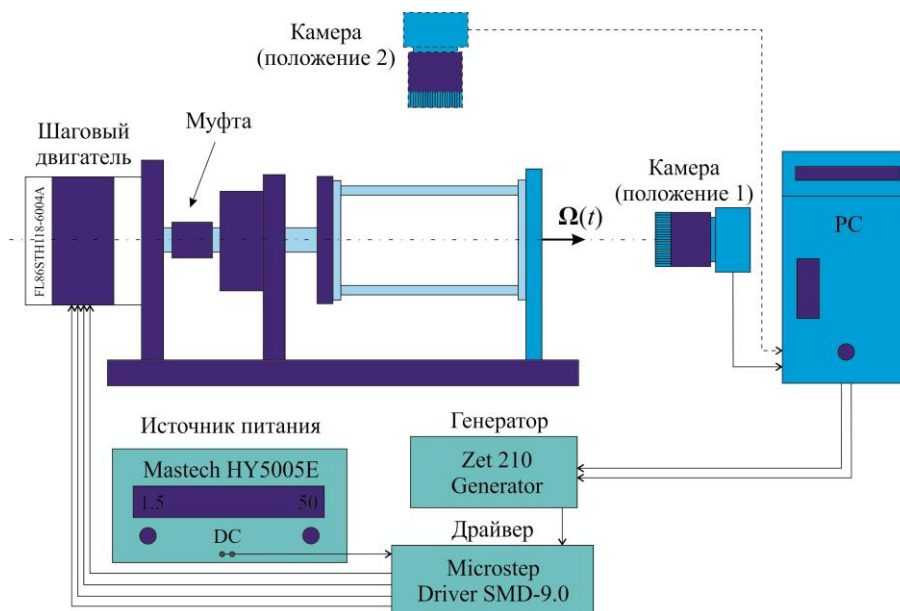


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

В экспериментах с ненулевым средним вращением скорость вращения полости в лабораторной системе отсчета изменяется по закону

$\Omega(t) = \Omega_{rot} + \Delta\varphi\Omega_{vib} \cos(\Omega_{vib}t)$ . При этом контроллер OSM-88U переключается в режим драйвера и управляется при помощи генератора модуля Zet-210 Sigma USB. Средняя скорость вращения полости изменяется в диапазоне  $\Omega_{rot} = 6.28 - 62.80 \text{ с}^{-1}$ , а частота и амплитуда вращательных вибраций (либраций) –  $\Omega_{vib} = 6.28 - 163.28 \text{ с}^{-1}$  и  $\Delta\varphi = 0.010 - 0.500$  рад соответственно.

Основными безразмерными параметрами задачи являются безразмерная частота вибраций  $\sigma = \Omega_{vib} / \Omega_{rot}$ , амплитуда  $\varepsilon = \sigma\Delta\varphi$  и число Экмана  $E = \nu / \Omega_{rot} R^2$ , характеризующее отношение сил вязкого трения к силе Кориолиса. Отметим, что эксперименты проводятся в области частот  $\sigma \geq 2$ , где инерционные волны в объеме полости не возбуждаются и не оказывают влияния на структуру осредненного течения.

Структура течения исследуется PIV-методом. Для этого в жидкость добавляются пластиковые светорассеивающие частицы размером  $< 0.2$  мм и плотностью, близкой к плотности жидкости. Поле скоростей исследуется как в плоскости, перпендикулярной оси вибраций (рис. 1, положение камеры 1), и в осевом сечении (рис. 1, положение камеры 2). Для этого полость освещается световым ножом, генерируемым лазером непрерывного действия Z-Laser Z500Q. Положение взвешенных в жидкости частиц записывается на скоростную видеокамеру CamRecord CL600x2 с разрешением кадров  $800 \times 800$  пикселей и частотой кратной частоте колебаний полости. После этого из полученной видеозаписи экспортируются только те кадры, которые соответствуют одинаковой фазе колебаний полости. Благодаря такому подходу осциллирующая часть течения не рассматривается, а внимание уделяется только *осредненному* по периоду вибраций течению. Обработка последовательности фотографий осуществляется в программе PIVLab [19].

**Осредненное течение при нулевом среднем вращении полости.** Вращательные вибрации полости генерируют в полости осредненное течение, имеющее вид двух осесимметричных тороидальных вихрей, локализованных около торцевых стенок (рис. 2). В непосредственной близости от торцевых стенок жидкость движется в радиальном направлении к боковой стенке полости, где разворачивается и продолжает движение вдоль нее. Поперечный размер вихрей вдоль оси  $z$  зависит от частоты вибраций. Так, при  $\Omega_{vib} = 6.28 \text{ с}^{-1}$  размер каждого вихря примерно равен  $z/L \approx 0.2$  и, с последующим увеличением  $\Omega_{vib}$ , уменьшается. Профиль осредненной скорости жидкости немонотонно меняется вдоль расстояния до оси вибраций (рис. 2a), при этом максимальная скорость достигается при  $a/R \approx 0.4$ .



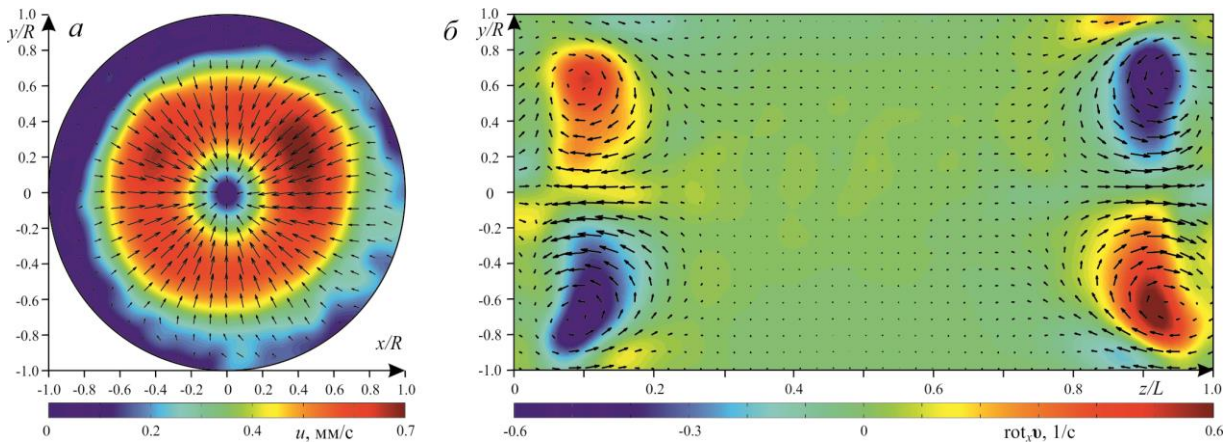


Рис. 2. Структура осредненного течения в плоскости, проходящей поперек оси вибраций (а) на расстоянии  $z/L = 0,85$  и в плоскости, проходящей через ось вибраций (б), при нулевом среднем вращении и  $\Omega_{vib} = 6,28 \text{ с}^{-1}$  и  $\Delta\varphi = 0,262 \text{ рад}$ . Цветом на левом фрагменте показано амплитудное значение скорости жидкости  $u$ , справа – завихренность в проекции на ось  $x$  (ось  $x$  направлена от нас)

Возникновение тороидального течения объясняется различием градиента давления жидкости вблизи торцов полости, где проявляются эффекты вязкости, и в объеме. В течение каждого полупериода колебаний жидкость выбрасывается в радиальном направлении около торцевых стенок и замещается жидкостью из центральной части полости (где радиальное давление меньше) в виде осевого течения. Аналогичная структура течения наблюдалась в сферической полости, совершающей вращательные вибрации [8, 12, 13]. Осредненное течение имело вид двух торов, ориентированных вдоль оси вибраций и заполняющих всю полость. Было показано, что с увеличением амплитуды вибраций  $\Delta\varphi$  скорость осредненного движения возрастала по закону близкому к квадратичному. С увеличением частоты вибрационного воздействия  $\Omega_{vib}$  скорость также росла, что было связано с увеличением безразмерной частоты вибраций  $\omega = \Omega_{vib} R^2 / \nu$ . При  $\omega > 10^3$  скорость достигала асимптотического предела и переставала зависеть от  $\omega$ . В силу подобия двух задач можно ожидать аналогичную зависимости скорости осредненного течения от  $\omega$ .

**Влияние вращения полости на структуру осредненного течения.** В случае, когда на фоне вращательных вибраций кювета совершает равномерное вращение со скоростью  $\Omega_{rot}$ , направление движения жидкости в вихрях меняется под действием силы Кориолиса. Частицы жидкости, движущиеся в радиальном направлении (рис. 2, а) закручиваются в азимутальном направлении. При этом поперечный размер тороидального течения уменьшается. В силу закона сохранения момента импульса частицы, движущиеся к оси вращения, совершают опережающее дифференциальное вращение, а частицы, движущиеся от оси, – отстающее. Поскольку градиент радиального давления у более быстро вращающейся части жидкости больше, в объеме полости возникает осевое течение, направленное в центр полости (рис. 3, а). Таким образом, пара тороидальных вихрей (см. рис. 2) трансформируется в систему из четырех. Направление

закрутки в вихрях такое, что жидкость движется к местам соединения боковой и торцевых стенок. Отметим, что максимальная скорость в этом потоке будет использоваться для характеристики интенсивности осредненного течения.

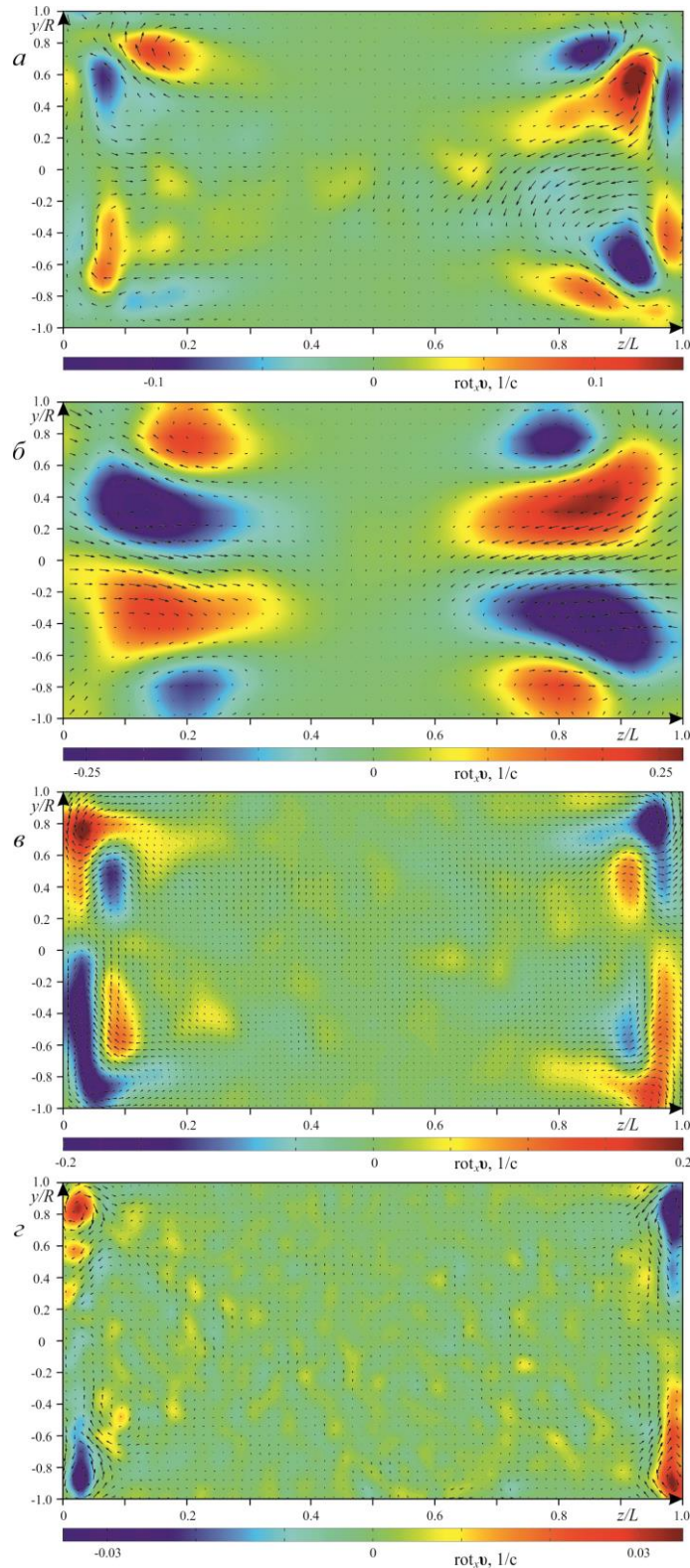


Рис. 3. Структура осредненного течения в осевом сечении полости при  $\Omega_{rot} = 6.28 \text{ c}^{-1}$  и при  $\Omega_{vib} = 12.56 \text{ c}^{-1}$  и  $\Delta\varphi = 0.200$  рад (а),  $\Omega_{vib} = 12.56 \text{ c}^{-1}$  и  $\Delta\varphi = 0.500$  рад (б),  $\Omega_{vib} = 37.68 \text{ c}^{-1}$  и  $\Delta\varphi = 0.050$  рад (в),  $\Omega_{vib} = 62.80 \text{ c}^{-1}$  и  $\Delta\varphi = 0.030$  рад (г). Цветом показана завихренность  $\text{rot}_x \mathbf{v}$

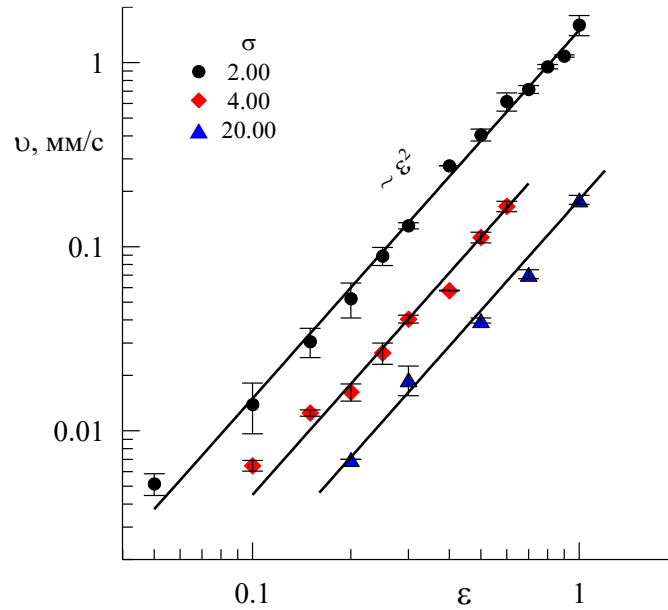


Рис. 4. Максимальная скорость жидкости в осредненных потоках в зависимости от амплитуды вращательных вибраций при различных частотах колебаний полости и средней скорости вращения  $\Omega_{rot} = 6.28 \text{ c}^{-1}$

С увеличением амплитуды вибрационного воздействия осредненные вихри увеличиваются в размере, при этом осевое течение проникает более глубоко в центральную часть полости (рис. 3, б). С увеличением частоты  $\sigma$  вихри, генерируемые вращательными вибрациями, уменьшаются в размере и прижимаются к торцам полости (рис. 3, в, г). При этом осевое течение в центр полости постепенно ослабевает и окончательно исчезает, когда вихри, ранее локализованные вблизи боковой стенки, растягиваются вдоль торцов. В этом случае в качестве характеристики интенсивности осредненного течения принимается максимальная скорость жидкости, направленная из углов полости в ее центр. Также следует отметить, что измерения скорости осредняются по всем четырем углам.

При повышении амплитуды вибрационного воздействия при фиксированной частоте  $\sigma$  скорость осредненного движения жидкости  $v$  возрастает по квадратичному закону  $\varepsilon^2$  (рис. 4). Полученная закономерность характерна не только для области малых амплитуд вибраций ( $\Delta\varphi = \varepsilon / \sigma \ll 1$ ), но и для больших амплитуд, когда в одной из фаз колебаний кювета полностью останавливается ( $\varepsilon = 1$ ). В свою очередь повышение частоты вибраций  $\sigma$  приводит к уменьшению скорости жидкости в вихрях. Последний результат наиболее примечателен, поскольку в отсутствии среднего вращения в сферической полости с увеличением частоты вибраций скорость осредненного движения возрастала [8, 12]. Эксперименты показывают, что с увеличением средней скорости вращения полости  $\Omega_{rot}$  безразмерная скорость осредненного течения  $vR / \nu \varepsilon^2$ , нормированная на квадрат амплитуды вибраций, повышается (рис. 5, а).

Ранее потоки, во вращающейся цилиндрической полости при ее вращательных вибрациях, исследовались в [18, 20]. Наряду с тороидальными вихрями вблизи углов полости было обнаружено дифференциальное вращение жидкости. Интенсивность этого движения также возрастала по квадратичному закону

с амплитудой вибраций,  $\Delta\Omega/\Omega_{rot} \sim \varepsilon^2$ . Отметим, что полученный результат справедлив не только для цилиндрической, но и для сферической геометрии [3, 4]. Так, при  $\sigma=2$  жидкость в центральной части полости совершала отстающее дифференциальное вращение ( $\Delta\Omega/\Omega_{rot} < 0$ ) и с увеличением частоты вибраций монотонно уменьшалась до нуля. При  $\sigma > 8$  направление вращения жидкости менялось на противоположное ( $\Delta\Omega/\Omega_{rot} > 0$ ). Как показывают настоящие эксперименты, направление дифференциального вращения жидкости не оказывает влияния на направление вращения жидкости в тороидальных потоках, возбуждаемых вращательными вибрациями.

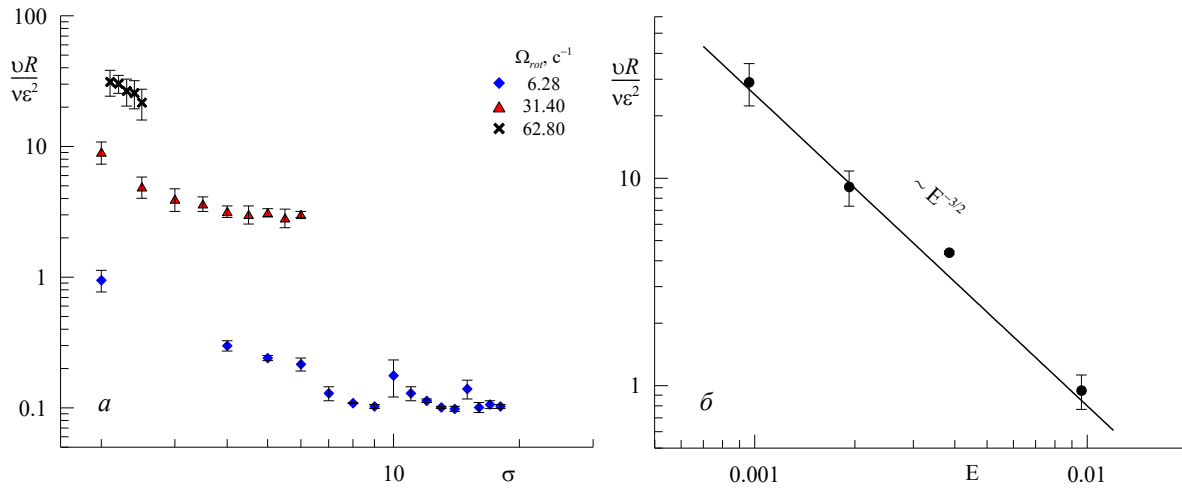


Рис. 5. Безразмерная скорость осредненного движения жидкости  $vR/v\varepsilon^2$  в зависимости от безразмерной частоты колебаний полости  $\sigma$  при различных значениях средней скорости вращения (а) и в зависимости от числа Экмана  $E = v/\Omega_{rot} R^2$  при фиксированной частоте вибраций  $\sigma = 2.00$  (б)

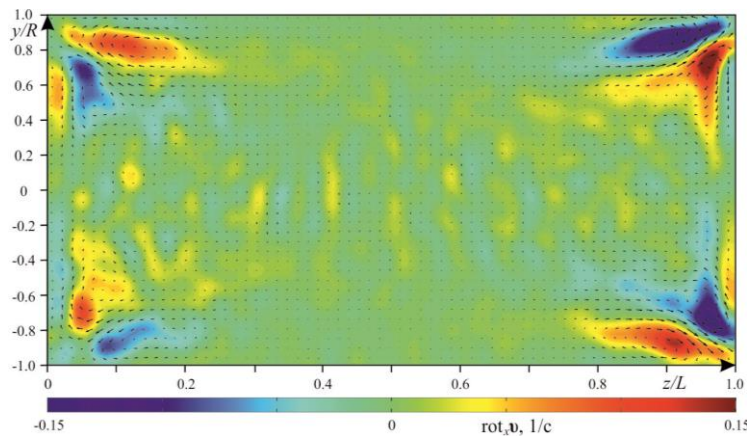


Рис. 6. Структура осредненного течения в осевом сечении полости при  $\Omega_{rot} = 31.40 \text{ c}^{-1}$ ,  $\sigma = 2.00$  рад и числе Экмана  $E = 1.9 \cdot 10^{-3}$

С повышением скорости вращения полости действие силы Кориолиса на частицы жидкости увеличивается. При этом тороидальные вихревые структуры, возбуждаемые вращательными вибрациями, уменьшаются в поперечном размере и вытягиваются вдоль боковой стенки полости (рис. 6). Как показыва-

ют эксперименты, безразмерная скорость осредненного течения уменьшается с числом Экмана по закону  $\nu R / \nu \varepsilon^2 \sim E^{-3/2}$ . Избавляясь от вязкости в левой части этого выражения, можно получить следующее выражение для скорости движения жидкости обезразмеренной через линейную скорость вращения полости  $\nu / \Omega R \varepsilon^2 \sim E^{-1/2}$ . Этот результат является характерным для широкого типа задач, посвященных исследованию влияния гармонического воздействия на вращающиеся системы [9].

**Выводы.** Экспериментально исследовано течение в цилиндрической полости при ее вращательных вибрациях. Обнаружено, что в отсутствии среднего вращения полости осциллирующее движение жидкости приводит к возникновению пары осесимметричных тороидальных вихрей, локализованных вблизи торцов полости. Вблизи торцевых стенок жидкость движется от оси вибраций по направлению к боковой стенке полости, где разворачивается и движется обратно. Наличие среднего вращения кюветы усложняет структуру течения. Сила Кориолиса препятствует радиальному движению, увлекая частицы жидкости в азимутальном направлении. В результате рождается течение, направленное вдоль оси вибраций от торцов полости в ее центр. С увеличением частоты вибраций поперечный размер вихрей, генерируемых вращательными вибрациями, уменьшается. При этом осевое течение от торцов в центр полости ослабевает и окончательно исчезает, когда вихри растягиваются вдоль торцов. Показано, что скорость осредненного движения увеличивается по квадратичному закону с амплитудой вибраций и уменьшается с числом Экмана по закону  $\sim E^{-1/2}$ .

### Список литературы

1. *Balachandran R.K., Barocas V.H.* Contribution of saccadic motion to intravitreal drug transport: theoretical analysis // *Pharm. Res.* – 2011. – Vol. 28. – P. 1049–64.
2. *Bonfiglio A., Repetto R., Siggers J.H., Stocchino A.* Investigation of the motion of a viscous fluid in the vitreous cavity induced by eye rotations and implications for drug delivery // *Phys. Med. Biol.* – 2013. – Vol. 58 (6). – P. 1969–1982.
3. *Busse F.H.* Mean zonal flows generated by librations of a rotating spherical cavity // *J. Fluid Mech.* – 2010. – Vol. 650. – P. 505–512.
4. *Calkins M.A., Noir J., Eldredge J.D., Aurnou J.M.* Axisymmetric simulations of libration-driven fluid dynamics in a spherical shell geometry // *Phys. Fluids.* – 2010. – Vol. 22. – P. 086602.
5. *Colombini M.* Axisymmetric flow within a torsionally oscillating sphere // *Phys. Fluids.* – 2014. – Vol. 26. – P. 023602.
6. *Gopinath A.* Steady streaming due to small amplitude torsional oscillations of a sphere in a viscous fluid // *Q. J. Mech. Appl. Maths.* – 1993. – Vol. 46. – P. 501–521.
7. *Hollerbach R., Wiener R.J., Sullivan I.S.* The flow around a torsionally oscillating sphere // *Phys. Fluids.* – 2002. – Vol. 14 (12). – P. 4192–4205.
8. *Kozlov V.G., Subbotin S.V., Sabirov R.R.* Steady flows in deformed elastic sphere subject to rotational oscillations // *Phys. Fluids.* – 2018. – Vol. 30 (9). – P. 093606.



9. *Le Bars M., Cébron D., Le Gal P.* Flows driven by libration, precession, and tides // *Annual Rev. Fluid Mech.* – 2015. – Vol. 47. – P. 163–193.
10. *Oliveri A., Stocchino A., Storace M.* Barriers to transport induced by periodic oscillations in a physical model of the human vitreous chamber // *Phys. Rev. E.* – 2011. – Vol. 83. – P. 036311.
11. *Repetto R., Siggers J.H., Stocchino A.* Mathematical model of flow in the vitreous humor induced by saccadic eye rotations: effect of geometry // *Biomech. Model. Mechanobiol.* – 2010. – Vol. 9 (1). – P. 65–76.
12. *Repetto R., Siggers J.H., Stocchino A.* Steady streaming within a periodically rotating sphere // *J. Fluid Mech.* – 2008. – Vol. 608. – P. 71–80.
13. *Repetto R., Stocchino A., Cafferata C.* Experimental investigation of vitreous humour motion within a human eye model // *Phys. Med. Biol.* – 2005. – Vol. 50. – P. 4729–4743.
14. *Riley N.* Oscillatory viscous flows. Review and extension // *J. Inst. Maths Applics.* – 1967. – Vol. 3. – P. 419–434.
15. *Riley N.* Steady streaming // *Annu. Rev. Fluid Mech.* – 2001. – Vol. 33. – P. 43–65.
16. *Stocchino A., Repetto R., Cafferata C.* Eye rotation induced dynamics of a Newtonian fluid within the vitreous cavity: the effect of the chamber shape // *Phys. Med. Biol.* – 2007. – Vol. 52 (7). – P. 2021–2034.
17. *Stocchino A., Repetto R., Siggers J.H.* Mixing processes in the vitreous chamber induced by eye rotations // *Phys. Med. Biol.* – 2010. – Vol. 55. – P. 453–67.
18. *Subbotin S.V., Dyakova V.V.* Inertial waves and steady flows in a liquid filled librating cylinder // *Microgravity Sci. Technol.* – 2018. – V. 30 (4). – P. 383–392.
19. *Thielicke W., Stamhuis E.J.* PIVlab–Time-Resolved Digital Particle Image Velocimetry Tool for MATLAB version 1.43, –2016.
20. *Wang C.Y.* Cylindrical tank of fluid oscillating about a steady rotation // *J. Fluid Mech.* – 1970. – Vol. 41. – P. 581–592.

УДК 581.9(470.53)

**Безгодов Андрей Геннадьевич**

614032, Пермь, ул. Маршала Рыбалко, 97-16, e-mail: bezgodovs@list.ru

**Печенкина Ксения Олеговна**

Специалист по работе с гербарием кафедры ботаники  
ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», 614000, ул. Сибирская, 24, e-mail: pechenkina.ksusha@yandex.ru

## ДОПОЛНЕНИЕ К ФЛОРЕ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ЗАПОВЕДНИКА «ВИШЕРСКИЙ» (ПЕРМСКИЙ КРАЙ)

**Andrey G. Bezgodov**

Marshala Rybalko str., 97-16, 614032, Perm, Russia; e-mail: bezgodovs@list.ru

**Kseniya O. Pechenkina**

Herbarium technician of botany department of PSHPU  
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Perm State Humanitarian Pedagogical University» 24, Sibirskaja, 614000, Perm, Russia,  
e-mail: pechenkina.ksusha@yandex.ru

## ADDITIONS TO THE FLORA OF NATURE STATE RESERVE “VISHERSKY” (PERM REGION)

**Аннотация.** Приведен список новых находок сосудистых растений в заповеднике «Вишерский», в том числе четыре вида, не указывавшихся ранее для заповедника.

**Ключевые слова:** флора, Пермский край.

**Abstract.** The list of new finds of vascular plants from State Reserve “Vishersky” is provided, including 4 species never indicated for the Reserve.

**Key words:** flora, Perm Region.

Летом 2017 и 2018 г. в южной части заповедника сделан ряд интересных флористических находок, в том числе найдено четыре вида, не указанных в последней флористической сводке [4]. Значительная часть находок сделана в одном месте: на ориентированном с юго-запада на северо-восток отроге хребта Чувальский Камень, являющемся водоразделом р. Зырянки и левого притока р. Курыксарки. По вершине водораздела тянется гряда скальных останцов характерных для пород чувальской свиты облика [3]. В северо-восточной части отрога отдельные мелкие останцы выходят в горные тундры, достигая отметок 800–820 м над уровнем моря, а к юго-западу спускаются в верхнюю часть лесного пояса. Сплошная же гряда скал протяженностью около 500 м располагается



вблизи верхней границы подгольцового пояса на высотах 720–780 м над уровнем моря.

Северные, северо-западные стены скал пологие, заселены преимущественно тундровыми кустарничками и лишайниками, которые кое-где вблизи подножия формируют фрагменты тундроподобных сообществ. Непосредственно на скалах обитают лишь немногие виды трав: *Gypsophila uralensis*, *Festuca ruprechtii*, *Campanula rotundifolia*, *Silene paucifolia*. Прилегающий к скалам склон занят щучковыми и черничными березовыми криволесьями.

Южные же (юго-восточные) стены отвесные, сильно выветрелые; многие их участки прикрыты нависающими сверху карнизами. Вдоль самого подножия, как правило, тянется узкая, почти горизонтальная щебнисто-мелкоземистая полоса, а ниже – крутая, 30°–40° (45°), каменная осыпь, спускающаяся в высокотравное или крупнопоротниковое редколесье. Осыпь зарастает преимущественно луговыми мезофитами, однако в верхней ее части, а также на сильно каменистых участках поселяются и некоторые скальные виды, и тундровые психрофиты.

На этикетках образцов описанное место приводится как «Пермский край, заповедник «Вишерский». Хребет Чувал. Водораздел Зырянки и левого притока Курыксарки. Гряда скальных останцов на вершине». В списке ниже используется сокращение: «Водораздел...», с указанием полевого номера и даты сбора образцов. Образцы хранятся в гербарии Пермского гуманитарно-педагогического университета (PPU).

Помимо видов, указанных ниже в списке, в описываемом месте отмечены: *Anemone biarmiensis* Juz., *Aster alpinus* L. (№ 45.2017, 29.07.2017), *Bromus pumpeilianus* Scribn. (№ 424, 31.07.2017), *Campanula rotundifolia* L., *C. glomerata* L., *Cortusa matthioli* L. s.l., *Gypsophila uralensis* Less., *Elymus caninus* (L.) L. (№ 350, 28.07.2017), *Erigeron acris* L. s.l. (№ 360, 28.07.2017; № 423, 31.07.2017), *Euphrasia* cf. *frigida* Pugsley (№ 427, 31.07.2017), *Festuca ruprechtii* (Boiss.) Krecz. et Bobr., *Hylotelephium triphyllum* (Haw.) Holub, *Melica nutans* L., *Minuartia uralensis* (Clerc) Tzvel. (№ 332, 28.07.2017), *Paeonia anomala* L., *Pachypleurum alpinum* Ledeb., *Poa alpina* L., *P. nemoralis* L. (№ 436, 31.07.2017), *P. pratensis* L. (№ 426, 31.07.2017), *P. sibirica* Roshev. (№ 425, 31.07.2017), *Polygonum viviparum* L., *Polypodium vulgare* L., *Polystichum lonchitis* (L.) Roth, *Potentilla kuznetzowii* (Govor.) Juz. (№ 434, 31.07.2017), *P. verna* L., *Rhodiola rosea* L., *Saussurea controversa* DC., *Scorzonera glabra* Rupr., *Schivereckia hyperborea* (L.) Berkut., *Silene paucifolia* Ledeb., *S. repens* L., *Thymus paucifolius* Klok. (№ 340, 28.07.2017), *Woodsia glabella* R. Br.

### Впервые обнаруженные виды

*Agrostis clavata* Trin. – долина Зырянки в низовьях (60°55'58"N – 58°52'09"E, alt. 230 m), на ветровале, в сырых западинах и вдоль тропы, № 265а, 23.07.2017, Безгоднов А.Г. В 2018 г. обнаружена еще в нескольких пунктах вдоль той же тропы на протяжении 3–4 км от берега Вишеры.



*Anemone sylvestris* L. – «Водораздел...», № 338, 28.07.2017, Безгодов А.Г. Обитает преимущественно в верхней, слабо заросшей, части осыпи. Популяция многочисленная: несколько десятков генеративных особей, разбита на 2–3 относительно изолированных пятна.

*Dracosephalum ruyschiana* L. – «Водораздел...», № 337, 28.07.2017, Безгодов А.Г. Отмечено две довольно многочисленные популяции. По-видимому, это второе после хребта Басеги местонахождение вида в горах Пермского края на столь значительной высоте; на Басегах он обитает в сходных условиях: на южном склоне, по кромке языка каменных россыпей среди крупнозлакового луга.

*Erysimum marschallianum* Andr. ex DC. – «Водораздел...», № 345, 28.07.2017, Безгодов А.Г. Отдельные особи отмечались вдоль всего обследованного участка гряды. Хребет Лиственничный, высота 862,3; на скалах по восточному склону (61°01'26"N – 58°54'24"E, alt. 820 m), № 253, 31.07.2018, Безгодов А.Г. Здесь встречено лишь несколько сильно угнетенных экземпляров.

### Находки известных видов

*Allium strictum* Schrader – «Водораздел...», № 431, 31.07.2017, Безгодов А.Г. Встречено лишь несколько вегетирующих особей. Предыдущие находки – также с Чувала [4].

*Astragalus frigidus* (L.) A. Gray – хребет Лиственничный, высота 862,3, скалы по бровке южного склона (61°01'26"N – 58°54'23"E, alt. 820 m); у подножия, № 251, 31.07.2018, Безгодов А.Г. Встречено лишь 2 генеративных особи. Ранее собирался в двух пунктах: на хребте Курыксар и в северной части хребта Чувальский Камень.

*Bromus vogulicus* Soczava (*Bromopsis vogulica* (Soczava) Holub) – Западный склон хребте Чувальский Камень, в 3,52 км к север-северо-западу от вершины г. Зыряновка (N60°59,458' – E58°56,668'), останец в горной тундре, № 37.2017, 27.07.2017, Печенкина К.О. Вид считается редким в заповеднике: известен по трем находкам только в северной его части (Муравьиный Камень, Мань-Ур, Вишерский Камень) [4].

*Cicerbita uralensis* (Rouy) Beauverd – хребет Чувал, западный склон (60°59'29"N – 58°55'18"E, alt. 540 m), крупнопапоротниково (*Athyrium filix-femina*) – высокотравное редколесье, № 402, 30.07.2017, Безгодов А.Г. Популяция крупная: несколько десятков генеративных особей, в отличие от второго известного пункта (пойма Лыпы), где в 1995 г. было отмечено лишь несколько экземпляров.

*Cinna latifolia* (Trevir.) Griseb. – хребет Чувал, западный склон, долина левого притока Курыксарки (60°59'04"N – 58°55'06"E, alt. 480 m), высокотравно-крупнопапоротниковый смешанный лес, № 281a, 26.07.2017, Безгодов А.Г., Селиванов А.Е. Растет здесь в значительном количестве на довольно протяженном участке склона. Ранее собиралась только на Курыксаре (Селиванов А., Карасев К., 06.08.2009, образец в РПУ).



*Cypripedium guttatum* Sw. – «Водораздел...», № 437, 31.07.2017, Безгодов А.Г. Приводится для Чувала С.В. Баландиным [1, 2], но без указания источника этих данных и точного места находки. Нами обнаружено два отдельных пятна (вероятно, клоны). В момент наблюдения лишь единичные стебли несли незрелые коробочки. Вместе с башмачком растут *Anemone biarmiensis*, *Polygonum viviparum*, *Saussurea controversa*. В сходных условиях (у подножия сланцевых скал вблизи границы подгольцового и горно-тундрового поясов) обитает на Курыксае и Лиственничном Камне.

*Fragaria vesca* L. – «Водораздел...», № 336, 28.07.2017, Безгодов А.Г. Повидимому, наиболее высокогорное местонахождение в заповеднике среди известных к настоящему времени. Имеется как минимум три отстоящих друг от друга пятна (вероятно, клоны) в верхней, слабо заросшей части осыпи. Растения нормально развиты, многочисленны генеративные побеги. В момент наблюдения основная часть цветоносов несла незрелые плоды, но имелись и единичные цветки.

*Nardus stricta* L. – Хребет Лиственничный, южная седловина, на скалах по бровке западного склона (61°01'53"N – 58°55'00"E, alt. 800 m), № 219, 30.07.2018, Безгодов А.Г.

*Oxytropis sordida* (Willd.) Pers. – «Водораздел...», № 349, 28.07.2017, Безгодов А.Г. Популяция включает не менее 30 взрослых плодоносящих экземпляров, обитающих на уступах и в расщелинах скал, на обнаженной полосе щебня и мелкозема вдоль их подножия, на каменной осыпи в ее слабо заросшей верхней части. Предыдущие находки – в южной части Чувала [1].

*Poa urssulensis* Trin. – западный склон хребта Чувальский Камень, в 2,78 км к северо-западу от вершины г. Зыряновка (60,97705°N – 58,92484°E, alt. 680 m), скальные обнажения в березово-мелкопапоротниковом редколесье, № 45.2017, 29.07.2017, Печенкина К.О.

*Poa remota* Forsell. – Хребет Чувал; западный склон (60°59'N – 58°55'E, alt. 520 m), в пойме ручья, № 404, 30.07.2017, Безгодов А.Г. Известен по единичным находкам в пойме Вишеры и на западном склоне хребта Тулымский Камень.

*Rhodiola quadrifida* (Pall.) Fisch. et Mey. – северная часть хребта Курыкса (61,02624°N – 58,82873°E), маленькие скалы в тундре, 01.08.2018, Селиванов А.Е., Печенкина К.О. Был известен с южной части хребта Курыкса по единственной находке А.Е. Селиванова и с хребта Чувальский Камень по сообщению Зенковой Н.А.

*Saxifraga oppositifolia* L. – хребет Лиственничный, южная седловина (61°01'53"N – 58°55'00"E, alt. 800 m), на скалах по бровке западного склона, № 216, 30.07.2018, Безгодов А.Г. Был известен по единственной находке на хребта Курыкса (Селиванов А.Е., образец в РПУ).

*Thalictrum alpinum* L. – хребет Лиственничный, южная седловина (61°01'50"N – 58°54'47"E, alt. 800 m), на скалах по бровке западного склона, № 232, 31.07.2018, Безгодов А.Г.

*Viola rupestris* F.W. Schmidt – «Водораздел...», № 351, 28.07.2017; № 382, 29.07.2017, Безгодов А.Г. Отдельные экземпляры отмечались на южных и юго-восточных стенах скал на всем протяжении обследованной части водораздела.

Хребет Курыксар, вблизи северной оконечности (61°02'02"N – 58°50'21"E, alt. 760 m), скалы по восточному склону: на заросшем уступе, № 275, 1.08.2018, Безгодков А.Г. Ранее была известна по единственной находке на Муравьином Камне [1].

*Veronica spicata* L. – «Водораздел...», № 361, 28.07.2017, Безгодков А.Г. Нередок, а местами весьма многочислен на осыпи, иногда – непосредственно на стенах. Хребет Лиственничный, высота 862,3 (61°01'26"N – 58°54'24"E, alt. 820 m), на заросшем каменистом склоне между скалами, № 198а, 28.07.2018, Безгодков А.Г. Ранее собирался на хребте Курыксар и на южной оконечности хребта Тулымский Камень.

### Список литературы

1. Баландин С.В. Анализ флоры хребта Чувальский Камень (Северный Урал) // Бот. Журн. – 2013. – Т. 98, № 10. – С. 1212–1239.
2. Баландин С.В. Охраняемые растения хребта Чувальский Камень (заповедник «Вишерский») // Результаты, перспективы и актуальные проблемы организации научных исследований на ООПТ Урала и Поволжья: мат. межрегион. научно-практ. конф., посвящ. 25-летию заповедника «Вишерский» и 100-летнему юбилею заповедной системы России (1–3 марта 2016 г.). Пермский гос. нац. исслед. университет. – Пермь, 2016. – С. 78–82.
3. Морозов Г.Н. Хребет Чувальский Камень (стратотип чувальской свиты ордовика) // Геологические памятники Пермского края / под. ред. И.И. Чайковский. – Пермь, 2009. – С. 70–74.
4. Флора сосудистых растений // Белковская Т.П., Переведенцева Л.Г., Мухутдинов О.И., Селиванов А.Е., Бахарев П.Н., Прокошева И.В. Растительность и флора, грибы, лишайники заповедника «Вишерский». – Соликамск, 2015. – С. 97–224.



УДК 58.006+591.9

**Сергей Владимирович Зимин**

ФГБУ «Государственный природный заповедник «Вишерский»».  
618590, Пермский край, г. Красновишерск,  
ул. Гагарина, д. 36 Б. e-mail: ohotoved123@gmail.com

**БУРЫЙ МЕДВЕДЬ (*URSUS ARCTOS L.*) В ЗАПОВЕДНИКЕ  
«ВИШЕРСКИЙ»****Sergey V. Zimin**

State nature reserve "Vishersky"  
618590, Perm region, Krasnovishersk, Gagarina Str., 36 B,  
e-mail: ohotoved123@gmail.com

**BROWN BEAR (*URSUS ARCTOS L.*) IN THE VISHERA NATURE RESERVE**

**Аннотация.** Приводятся результаты наблюдений за бурым медведем (*Ursus arctos L.*) на юго-западном склоне хребта Чувал южной части заповедника «Вишерский». Оценивается численность и возрастной состав животных в весенний период после выхода из берлог.

**Ключевые слова:** бурый медведь, берлога, размер пальмарной мозоли, численность.

**Abstract.** The results of observations of the brown bear (*Ursus arctos L.*) on the southwestern slope of the Chuval ridge in the southern part of the Vishersky reserve are presented. Estimated number and age composition of bear's population during spring after leaving a hibernation den are presented.

**Key words:** brown bear, wintering den, palmar pad callus size, population size.

Бурый медведь (*Ursus arctos L.*) является обычным и самым многочисленным видом из крупных хищников на территории заповедника «Вишерский». Жизнь бурого медведя в течение года разделена на два периода: активный, весенне-летне-осенний, и пассивный – зимний. Средние сроки залегания бурых медведей в берлоги в заповеднике «Вишерский» приходятся на последнюю декаду октября и первую декаду ноября. В регионах с продолжительным холодным периодом медведи могут находиться в берлогах до 6 месяцев в году. Молодые звери и самки ложатся в берлоги раньше и выходят из них весной позже взрослых самцов [2, 3]. Отсутствие в заповеднике грунтовых дорог и троп с подходящим субстратом затрудняет проведение учетов с использованием традиционной методики в бесснежный период, связанной с промером пальмарной мозоли. Заполняемые сотрудниками заповедника дневники наблюдений не отражают реальной динамики численности по ряду субъективных факторов.

В первую очередь, это расположение постов охраны по берегу р. Вишеры. Данное обстоятельство снижает количество и качество первичной биологической информации, поступающей от инспекторов отдела охраны. Поэтому был выбран метод сбора информации по снежному покрову после выхода медведей из берлог (табл. 1, 2).

Таблица 1

Результаты учета медведей по следам после выхода из берлог (май 2017 года) на маршруте Железная Руда – кордон Лиственничный (12 км)

Дата	Количество следов, месторасположение	Ширина мозоли, см
05.05.2017	На Железной Руде – медведица с медвежонком	13
16.05.2017	Около Верхней избы – один след вниз с Чувала	14
16.05.2017	1 км вниз от Верхней избы – один след вверх	14
16.05.2017	3 км вниз от Верхней избы – два следа вверх и вниз	14
16.05.2017	2,5 км вниз от Верхней избы – один след вниз	15 см.
16.05.2017	1,5 км от Железной руды четыре следа пересекали тропу	12;10;13;11
16.05.2017	700 м от Железной Руды – один след	Размыт

Таблица 2

Результаты учета медведей по следам после выхода из берлог (май 2017 года) на маршруте по «французской» дороге от берега Вишеры до вершины Чувала (7 км)

Дата	Количество следов, месторасположение	Ширина мозоли, см
18.05. 2017	600 м от берега р. Вишеры по «французской» дороге один след вниз	15, 5
18.05.2017	800 м от берега р. Вишеры по «французской» дороге один след вверх	Размыт
18.05.2017	3,6 км от берега	20
18.05.2017	3,7 км от берега	17
18.05.2017	3,8 км от берега	13.
18.05.2017	300 м вверх от баракон по «французской» дороге	15

13.05.2017 г. небольшой зверь прошел в 1,5 км от кордона Лиственничный, направляясь с лесистой седловины между хребтами Чувал и Лиственничный вниз по Большому Лиственничному ручью, с которого вскоре свернул на ближайший лесистый отрог Чувала.

Также, согласно данным инспекторов охраны, в районе 306-й избы 22.10.2017 г. был отмечен крупный медведь с шириной мозоли 21 см, 26.10.2017 г. в районе к. Лиственничный наблюдалось 3 следа (размер не указан) и в начале ноября 2017 г. в районе Верхней избы следы 2–3-годовалого медведя.

То есть за весенне-осенний период 2017 г. на сравнительно небольшом юго-западном участке заповедника учтено от **15** (одна самка с медвежонком, девять взрослых самцов, четыре молодых медведя возрастом до трех лет) до **22** особей (одна самка с медвежонком, пять молодых, 10 взрослых самцов, пять животных определить не удалось) с общей протяженностью маршрутов 25 км. Практически все следы вели к р. Вишере на участках не более 4 км от поймы.

В марте 2018 г. в районе кор. 71 кв. инспектором А. Собяниным с помощью собак обнаружена берлога верхового типа, расположенная под корнями упавшей ели на достаточно открытом и освещенном участке ельника с подростом из березы, осины и рябины (рис. 1). «Чело» (вход в берлогу) направлено на север. Рядом с берлогой были установлены две фотоловушки «Филин -120».



*Рис. 1.* Берлога в марте



*Рис. 2.* Берлога в мае после выхода медведя

В мае после обследования установлено, что в ней зимовал одиночный медведь с шириной пальмарной мозоли передней лапы 13 см. Отчетливо видно, что медведь перед залеганием проводил работу по углублению и расширению места зимовки. Сама лежка была подтоплена талой водой (в качестве подстилки использовались опавшие листья). После проверки фотоловушек установлено, что данные камеры в сумеречное и ночное время не сработали, хотя в дневное время камеры исправно производили видеосъемку (рис. 2). По сведениям известного зоолога, который специализируется на изучении бурых медведей, Валентина Сергеевича Пажетнова (ФГБУ «Центрально-Лесной заповедник»), медведи выходят из берлог в дневное время, как правило, в ясный, солнечный день [3, 4]. В данном случае медведь вышел в темное время суток, что, возможно, объясняется осторожностью животного после нахождения берлоги собаками.

Во второй половине мая 2018 г. из-за схода основного снежного покрова, на маршруте урочище Железная Руда – кордон Лиственничный получены лишь незначительные сведения о жизнедеятельности медведей.

Таблица 3

Результаты учёта медведей по следам после выхода из берлог (май 2018 г.) на маршруте Железная Руда – кордон Лиственничный (12 км)

Дата	Месторасположение, количество следов	Ширина мозоли, см
17.05.	300 м от ур. Железная руда	17; 9
17.05.	1700 м от ур. Железная руда	Размыт
21.05.	2300 м от ур. Железная руда	Поиск пищи (рис. 3), задиры (метки) на пихте (рис. 4).



Рис. 3. Место поиска личинок насекомых



*Рис. 4.* Маркировочная деятельность

Фотоловушка, установленная на южном склоне хребта Вишерский Камень, зафиксировала пару медведей в мае 2018 г. (крупный самец следовал за самкой с интервалом в 20 секунд). Причем животные двигались по направлению к вершине хребта по достаточно глубокому снегу (рис. 5).



*Рис. 5.* Самец преследует самку в период гона



Согласно данным «Летописей природы заповедника» численность медведей ежегодно составляет 35–40 особей [1]. Согласно данным Печеро-Илычского заповедника, как наиболее изученной, идентичной по природным условиям территории, средняя плотность животных составляла от 0,11–0,15 особи на 1000 га до 0,25 особи на 1000 га, и общая численность животных в среднем оценивается примерно в 120 медведей. Если соотнести данные показатели к площади заповедника «Вишерский» (равнинные и предгорные районы), то возможная численность медведя в летние периоды может составлять до 45 особей.

По сведениям Министерства природных ресурсов Пермского края средняя численность медведя в Пермском крае составляет 6500 особей, но достоверность этих учетов вызывает сомнения, так как эта цифра фигурирует в отчетах без изменений около 10 лет.

#### Выводы:

- по юго-западному склону хребта Чувал в весенний период 2017 г. учтено от 15 до 22 медведей;
- животные в весенний период стараются держаться поймы р. Вишеры и движутся вверх по ее течению;
- на хребте Вишерский Камень в весенний период медведи могут направляться в противоположную от пойм рек сторону по еще достаточно глубокому снегу;
- распространение бурого медведя в заповеднике «Вишерский» изучено недостаточно и требует дальнейших целенаправленных наблюдений.

### Список литературы

1. Летопись природы заповедника «Вишерский» за 1996–2016 гг.
2. *Нейфельд Н.Д.* Млекопитающие Печеро-Илычского заповедника. – Сыктывкар: Коми книжное издательство, 2004. – С. 327–330.
3. *Пажетнов В.С.* Берложное (гнездостроительное) поведение бурого медведя // Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 80-летию Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника. пос. Заповедный, Тверская область. – Великие Луки, 2012.
4. *Пажетнов В.С., Пажетнов С.В., Малев А.В.* Обоснование и практическая разработка методики короткой передержки медвежат-сеголетков, родившихся в зоопарке, с целью выпуска в дикую природу // Многолетние процессы в природных комплексах заповедников России: материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 80-летию Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника. Пос. Заповедный, Тверская обл. – Великие Луки, 2012.



УДК 58.006+591.9

**Сергей Владимирович Зимин**

ФГБУ «Государственный природный заповедник «Вишерский»».

618590, Пермский край, г. Красновишерск,

ул. Гагарина, д. 36 Б., e-mail: ohotoved123@gmail.com

**РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ВЕРХНЕВИШЕРСКОЙ ГРУППИРОВКИ  
ЛОСЕЙ И ДИКОГО СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ С ПОМОЩЬЮ  
ФОТОЛОВУШЕК В ПЕРИОД 2017–2018 ГГ. В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ  
ЗАПОВЕДНИКА «ВИШЕРСКИЙ»**

**Sergey V. Zimin**

State nature reserve “Vishersky”

618590, Perm region, Krasnovishersk, Gagarina Str., 36 b.,

e-mail: ohotoved123@gmail.com

**THE RESULTS OF OBSERVATIONS OF THE UPPER VISHERA’S  
GROUPING OF ELKS AND WILD REINDEERS WITH USAGE OF PHOTO  
TRAPS IN 2017–2018. AT NORTHERN AREA OF THE VISHERA NATURE  
RESERVE**

**Аннотация.** Приводятся результаты наблюдений за группировкой лосей (*Alces alces* L.) и дикого северного оленя (*Rangifer tarandus* L.) в районе между речья р. Вишеры и ее притока р. Хальсория с помощью фотоловушек. Оцениваются половозрастной состав группировки копытных, ее численность, а также реакция на искусственный солонец.

**Ключевые слова:** фотоловушка, лось, дикий северный олень, верхневишерская группировка, численность, пол, возраст.

**Abstract.** The results of observations of the group of elks (*Alces alces* L.) and wild reindeer (*Rangifer tarandus* L.) in the area between the Vishera River and its tributary of the Halsoria River with usage of photo traps are given. Evaluative sexual and age composition of the group of ungulates and its livestock is given. Also reaction to artificial salt-licks studied.

**Key words:** photo trap, elk, wild reindeer, Upper Vishera’s grouping, population size, population sexual structure, population age structure.

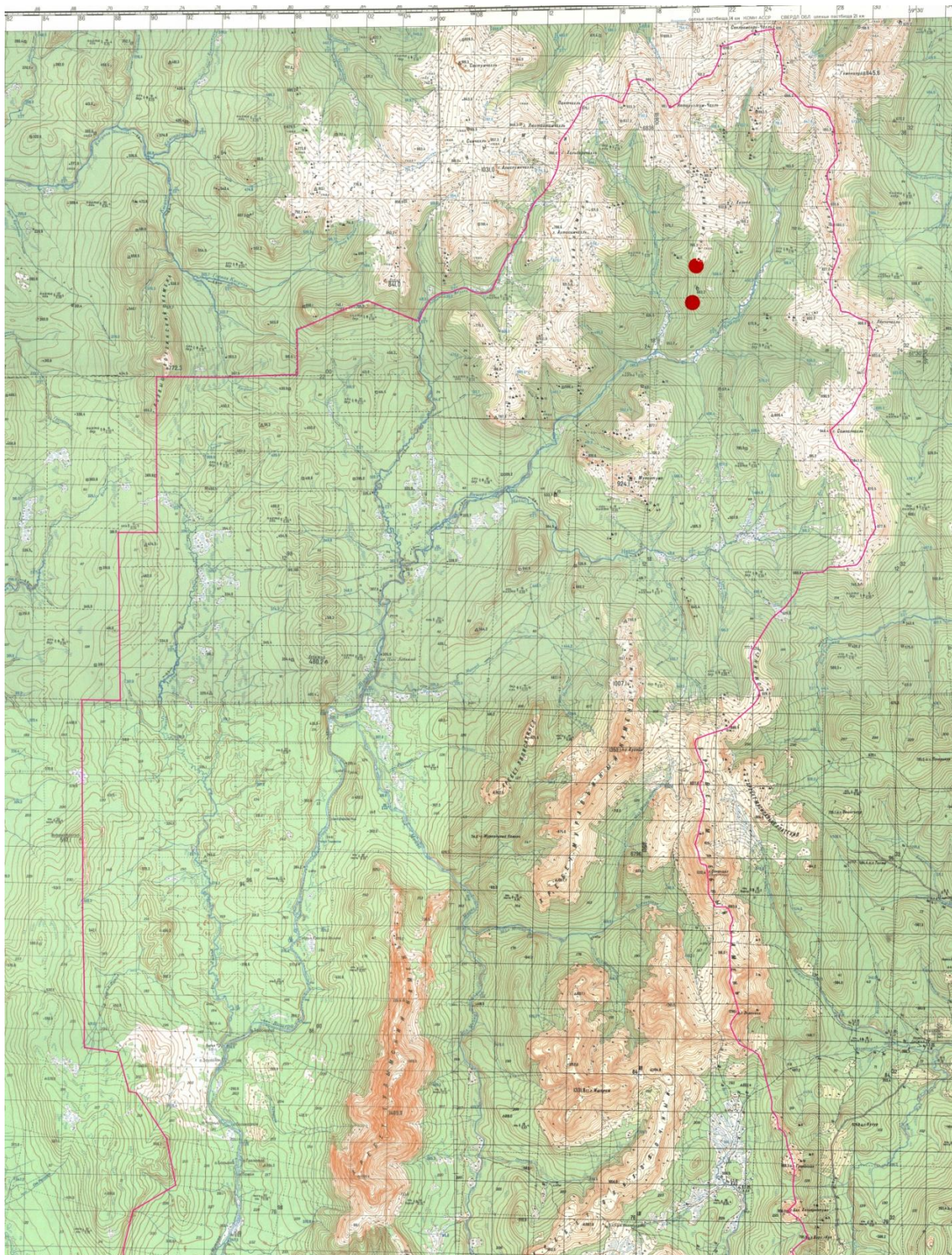
За время существования заповедника Вишерский с 1991 г. данные о численности Верхневишерской группировки лосей отсутствуют, что связано с труднодоступностью самой северной части заповедника.

Проводимые зимние маршрутные учеты затрагивали эту территорию в феврале–марте, когда лось покидал данные угодья на зимовку, и соответственно в учеты лось не попадал. Имеются только отрывочные данные от сотрудников заповедника о визуальных встречах. Наличие же следов жизнедеятельности не позволяло провести приблизительный учет животных в бесснежный период.

Поэтому использование фотоловушек является важной составляющей для проведения учетных работ на труднодоступных участках.

23 сентября 2017 г. было установлено две фотоловушки Keep Guard по южному склону Вишерского камня. Указанный район находится в междуречье р. Вишеры (верховья) и р. Хальсории (рис. 1).

Фотоловушка № 1 установлена в лесной зоне на высоте 628 от уровня моря, фотоловушка № 2 установлена на высоте 653 от уровня моря в горном криволестье. Расстояние между ними составило 2 км. Местом для установки приборов были ярко выраженные тропы животных в период гона и наличие источника воды. Причем в районе фотоловушки № 2 был устроен искусственный солонец.



*Рис. 1.* Места расположения фотоловушек (№ 1 – нижнее, № 2 – верхнее расположение на карте)

Фотоловушки были проверены 5 июля 2018 г. Таким образом видеофиксация проводилась в течении 572 ловушко-суток.

Всего на данном участке отмечено 30 лосей и два диких северных оленей (табл. 1).

Таблица 1

Данные фотоловушек по южному склону Вишерского камня

Номер фотоловушки	Сезон года	Количество самцов лося	Количество самок лося	Количество самцов северного оленя	Количество самок северного оленя
1	Осень 2017 г.	5	3	-	-
	Весна-лето 2018 г.	7	3	-	-
2 (солонец)	Осень 2017 г.	4	3	1	-
	Весна-лето 2018 г.	1	1	-	1

Ярко выраженная весенняя миграция лосей в восточном направлении, отмеченная фотоловушкой № 1, началась 20 мая и завершилась 3 июня. То есть можно предположить, что переход продолжается около двух недель. Сам же период зависит от времени схода снега. В районе фотоловушки № 2 самец и самка отмечены уже в разгар лета (конец июня и начало июля). Здесь следует сделать вывод, что фотоловушка № 2 расположена в стороне от основных путей миграции. Непосредственно возле соли на солонце отмечены: один самец северного оленя (соль только понюхал, но к ней не притронулся) и трое лосей (старый бык осенью в бесснежный период; молодой бык – в ноябре, когда соль была под снегом; лосиха в июне 2018 г.). В целом следует отметить, что наличие солонца в данном районе не оказало существенного влияния на поведение копытных животных. Скорее всего это объясняется наличием природных источников минеральных веществ в данной местности. В результате наблюдений удалось определить следующие моменты жизнедеятельности Верхневишерской группировки лосей и дикого северного оленя:

- в осенний период миграция лосей проходит в западном направлении, в бассейн р. Хальсория и, возможно, далее в бассейн р. Печеры и в восточном направлении в весенне-летний период;
- слабая реакция копытных на искусственный солонец;
- низкая плотность дикого северного оленя.

Половозрастная структура группировки лосей представлена следующим образом (табл. 2, 3).



Таблица 2

## Структура отмеченной группировки лосей по полу

Пол лосей	Количество	%
самец	19	63
самка	11	37

Таблица 3

## Структура отмеченной группировки самцов лосей по возрасту

Возрастная группа, лет	Количество	%
Молодые, до 2,5	8	42
Взрослые, от 3 до 6–7	10	53
Взрослые, старше 8	1	5

Возраст оценочно определялся только среди самцов по массивности рогов.

Характерно, что на видеофиксации самка с потомством (двумя телятами) отмечена только один раз в районе фотокамеры № 2 в ноябре. Это, возможно, объясняется выбором места установки камер, а именно ярко выраженные гонные тропы самцов-лосей, когда самки обитают на своих индивидуальных участках.

С помощью видеофиксации удалось определить крайнюю дату окончания гона в этом районе. Последний голос лося на «вабу» отмечен фотоловушкой №2 07.11.2017 г. в 19.30. При этом погода была ненастная: был снегопад с сильным ветром. На другом участке молодой трехгодовалый лось находился с самкой 24.11.2017 г. в вечернее время в течение часа, причем фотоловушкой отмечен момент агрессивного поведения этой самки по отношению к другой подошедшей лосихе. По наблюдениям в Печеро-Илычском заповеднике гон лосей продолжается до конца октября при условии теплой осени [3]. Но этот срок не является крайним, так как в Кировской области отмечены факты покрытия лосих вплоть до декабря [1].

В целом же по заповеднику, согласно данным летописей природы с 1999 по 2017 г., численность лосей составляла:

- летом от 40–50 до 70 голов, но не более 100;
- зимой от 15 до 40 голов.

В ноябре 2017 г. более целенаправленные наблюдения показали, что в район бассейна р. Велс через тропу на р. Курыксар по южной границе заповедника мигрировали не менее 47–50 голов лосей, а с Верхневишерского участка не менее 19 голов. Принимая в расчет животных, оставшихся на зимовку на охраняемой территории, можно предположить о численности лосей в заповеднике в летний период не менее 120 животных [2].

Выводы:

- всего учтено 30 лосей и два диких северных оленя;
- слабая реакция копытных на искусственный солонец;

- среди лосей в процентном соотношении преобладают взрослые самцы;
- в осенний период миграция лосей проходит в западном направлении в бассейн р. Хальсории и, возможно, далее в бассейн р. Печеры, а в восточном направлении в район верховьев р. Вишеры.

### Список литературы

1. Глушков В.М. Гон лосей и охота на вабу. – Киров, 2004.
2. Летописи природы государственного природного заповедника «Вишерский» // Научные фонды заповедника «Вишерский». – Красновишерск, 1999–2017.
3. Нейфельд Н.Д. Закономерности полувековой динамики биоты девственной тайги Северного Предуралья. Динамика численности лося. – Сыктывкар, 2000.



УДК 58.006+591.9

**Сергей Владимирович Зимин**

ФГБУ «Государственный природный заповедник «Вишерский»»

618590, Пермский край, г. Красновишерск,

ул. Гагарина, д. 36 Б, e-mail: ohotoved123@gmail.com

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ДИКОГО СЕВЕРНОГО  
ОЛЕНЯ В ЗАПОВЕДНИКЕ «ВИШЕРСКИЙ» КАК ЧАСТИ ПОПУЛЯЦИИ  
БАРЕНЦЕВО-ЕВРОАРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА****Sergey V. Zimin**

State nature reserve "Vishersky"

618590, Perm region, Krasnovishersk, Gagarina Str., 36 B,

e-mail: ohotoved123@gmail.com

**PRESENT STATE OF WILD REINDEER POPULATION IN THE  
"VISHERSKY" RESERVE AS PART OF POPULATION OF THE BARENTS  
EURO-ARCTIC REGION**

**Аннотация.** Приводятся результаты наблюдений за группировкой дикого северного оленя (*Rangifer tarandus L.*) по визуальным встречам. Оценивается численность и половой состав группировки в заповеднике как части популяции оленей Баренцево/Евроарктического региона.

**Ключевые слова:** дикий северный олень, численность, заповедник «Вишерский», Баренцев/Евроарктический регион.

**Abstract.** The results of observations of wild reindeer grouping (*Rangifer tarandus L.*) by visual encounters are presented. The size and sex composition of the group in the natural reserve are estimated as part of the deer population of the Barents Euro-Arctic region.

**Key words:** wild reindeer, livestock, nature reserve "Vishersky", Barents Euro-Arctic Region.

Дикий северный олень (*Rangifer tarandus L.*) в европейской части нашей страны некогда был распространен весьма широко, но в XXI веке область его распространения сократилась во много раз.



В ноябре 2016 г. в Петрозаводске по инициативе Баренц-отделения Всемирного фонда природы и Института биологии Карельского научного центра РАН состоялась Четвертая рабочая встреча по проблеме изучения и сохранения дикого северного оленя в Арктической зоне Российской Федерации. В принятой резолюции представители 20 научно-исследовательских и природоохранных учреждений констатировали отсутствие внимания к важному природному ресурсу России со стороны государства и, как следствие, продолжение процессов неуклонного снижения его численности, фрагментации его ареала, вызванное промышленным освоением местообитаний в сочетании с климатическими колебаниями, а также беспрецедентным ростом браконьерства. По уточненным данным государственного мониторинга, всего за два года, с 2014 по 2016, в целом по России численность дикого северного оленя сократилась более, чем на 88,4 тысячи особей (с 1005,08 до 916,67) [3], а что касается Баренцево/Евроарктического региона, то численность дикого оленя по экспертной оценке составляет 20–22 тысячи особей [1].

В Пермском крае северный олень распространен на северо-западе в заказнике «Северный олень» и северо-востоке в заповеднике «Вишерский».

В заповеднике «Вишерский» постоянно обитает одна из самых южных на Урале самовоспроизводящихся группировок дикого северного оленя, которая взаимодействует с оленями, обитающими в бассейне р. Печеры. Оценка численности производится сотрудниками научного отдела по данным:

1) опросов сотрудников заповедника, постоянно проживающих на кордонах «Лиственничный» и «Мойва». Указанные кордоны расположены в непосредственной близости от горного узла, в котором зимой животные концентрируются;

2) результатов маршрутных учетов оленей в горах;

3) по данным анкет сотрудников заповедника о встречах оленей на маршрутах.

Более эффективные методы оценки численности животных (авиаучёты, использование GPS-ошейников с целью уточнения характера их перемещений) в заповеднике никогда не проводились. С 2015 г. хоть и начата работа по использованию видеорегистраторов, но следует признать о скудности получаемых данных. Также следует отметить, что позднеосенние наблюдения, осуществляемые в период миграции животных из таежной части в горную, ранее проводились нерегулярно и спорадично.

Согласно «Летописи природы» с 2008 по 2016 г. численность животных за последние годы находится в пределах 100 голов и составляет около 0,5 % от общей численности оленя Баренцево/Евроарктического региона [2].



Нами проводился целенаправленный поиск животных по наиболее подходящим местам обитания в период с марта по май 2017 г. и с ноября 2017 г. по март 2018 г., и сотрудникам не удалось отметить стада оленей численностью более 50 голов. Устные же сведения инспектора охраны с кордона «Мойва» о наблюдении стада в 150–200 голов 25.01.2018 г. в районе Велсовского не подтвердились, так как следов жизнедеятельности животных в таком единовременном количестве на этом участке нами не обнаружены. Как сказано выше, там была визуально зафиксирована группировка в 50 голов.

Всего визуально за этот период автором отмечено:

- в марте 2017 г. группировка из 29 голов (25 самок, один теленок и три самца) на северо-западном склоне хребта Молебный (непосредственно в 1 км от границы со Свердловской областью);

- в мае 2017 г. группировка из 17 голов (16 самцов и одной самки) была вспугнута с хребта Лиственничный и перебежала на южный участок хребта Чувал;

- в январе 2018 г. отмечено 50 животных в центральной части хребта Ольховочный (половозрастная структура не определена);

- в январе 2018 г. группа из семи животных (половозрастная структура не определена) наблюдалась на урочище Цитрины и поднялась на г. Ишерим со стороны р. Ольховки;

- в марте 2108 г. группировка из восьми самцов вспугнута на хребте Ольховочный и, соединившись с группой из шести самцов, перешли г. Ишерим по Светловскому перевалу.

В данных случаях характерно, что животные стараются держаться группами одного пола.

Северные олени в зимний период пытаются держаться по западной границе соседней Свердловской области (миграция связана с увеличением глубины снежного покрова), но отсутствие охранной зоны и примыкание охотничьих угодий непосредственно к восточной границе заповедника не способствует их спокойной зимовке. В феврале 2018 г. при проведении учетов нами было обнаружено место отстрела одного оленя всего лишь в 500 м от восточной границы заповедника на землях соседнего охотничьего хозяйства. В целом же в зимний период происходит постоянное движение группировки в пределах восточной границы заповедника по направлению запад–восток–запад и частично север–юг–север. Также существует мнение других специалистов о возможном недоучете оленей [4].

Крайне важным моментом является влияние стад одичавших оленей с территории Свердловской области и Ханты-Мансийского автономного округа на структуру популяции лесного северного оленя. В 2015 году по сообщениям во-

лонтеров в 100–150 км севернее заповедника (территория ХМАО) около 500 голов домашних животных покинули своих хозяев. Каких-либо целенаправленных исследований по этому вопросу в заповеднике не проводилось, в том числе по оценке влияния таких «побегов» для сохранения популяции Вишерской группировки дикого оленя. Во время существования оленеводческих колхозов в период их расцвета численность поголовья доходила до 2000 голов.

В 2018 г. дикий северный олень включен в Красную книгу Пермского края и все еще нуждается в усилении мероприятий по охране этого вида.

### Список литературы

1. *Ефимов В.А., Макарова О.А.* Дикий северный олень в Баренцево-Евроарктическом регионе // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ВНИИОЗ им. проф. Житкова «Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства». – Киров, 2017.

2. *Летописи природы ФГБУ государственного природного заповедника «Вишерский».* – Красновишерск, 2018.

3. *Павлов П.М.* Современное состояние популяции дикого северного оленя как следствие реформирование охотхозяйственной отрасли и первоочередные меры его охраны в Российской Федерации // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ВНИИОЗ им. проф. Житкова «Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства». – Киров, 2017.

4. *Семенов В.В.* Северный олень на территории заповедника «Вишерский». Результаты наблюдений за 2000–2017 годы // Материалы III Всероссийской научной конференции «Биоразнообразие экосистем Крайнего Севера: инвентаризация, мониторинг, охрана». – Сыктывкар, 2017.



Электронное издание

**ВЕСТНИК  
ПЕРМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА**

**Серия № 2**

**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ  
И ЕСТЕСТВЕННЫЕ  
НАУКИ**

Выпуск 1–2 / 2018

*Электронный научный журнал*

Ответственный редактор выпуска  
**Полежаев** Денис Александрович

Ответственный секретарь выпуска  
**Селиванов** Алексей Евгеньевич

Редактор – *М.Н. Афанасьева*  
Технический редактор – *Д.Г. Григорьев*

Редакционно-издательский отдел  
Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета  
614990, г. Пермь, ГСП, ул. Сибирская, 24, корп. 2, оф.71  
тел. +7(342) 238-63-12  
e-mail: rio@pspu.ru